

# Ueber den Einfluss der Nahrungsentziehung auf das Gewicht und die Zusammensetzung der Organe, insbesondere der Knochen und Zähne.

Von

**H. Weiske.**

Der Redaction zugegangen am 14. November 1896.)

Aus einer Reihe von Fütterungsversuchen, welche von mir über den Einfluss bestimmter Ernährungsweisen auf das Skelett mit Herbivoren ausgeführt worden waren<sup>1)</sup>, hatte sich u. A. als Resultat ergeben, dass in Folge längerer und ausschliesslicher Verabreichung von Futtermitteln, welche, wie z. B. die Körner der Cerealien, eine Asche von saurer Reaction besitzen, die betreffenden Thiere unter Verminderung des Skelettgewichtes und unter Verarmung der Knochen an Mineralsubstanzen schliesslich, trotz fortwährender Aufnahme von Futter, zu Grunde gehen. Wurde jedoch an ältere, ausgewachsene Thiere gleichzeitig Futter mit alkalisch reagirender Asche oder auch Magnesiumcarbonat verabreicht, so erhielten sich diese mit Cerealienkörnern gefütterten Thiere vollständig normal, wogegen junge, noch im starken Wachsthum befindliche Thiere der Beigabe eines kalkreichen Futters mit alkalisch reagirender Asche oder auch einer solchen von Calciumcarbonat

<sup>1)</sup> Landw. Versuchs-Stationen, Bd. XL, S. 81; sowie Zeitschrift f. Biologie, Bd. XXXI, S. 421, und Zeitschrift f. physiologische Chemie, Bd. XX, S. 595.

bedurften, um sich normal entwickeln zu können. Denn im letzteren Falle waren nicht nur Basen nöthig zur Bindung der nachtheilig wirkenden Säuren, sondern auch Kalk, da für junge Thiere die in den Cerealienkörnern enthaltenen mässigen Kalkmengen zur Entwicklung und Ausbildung eines normalen Skelettes nicht ausreichten, und eine Substitution, resp. physiologische Vertretung des Kalkes durch andere alkalische Erden (Magnesia, Strontian) im thierischen Organismus nicht stattfindet.

Die Veränderungen, welche in Folge der ausschliesslichen Fütterung mit Futter von sauren Eigenschaften im Skelette der Herbivoren, die bekanntlich das dem Carnivor eigenthümliche regulatorische Vermögen der Säurebindung durch stärkere Ammoniakbildung im Organismus nicht besitzen, auftreten, zeigten sich stets am deutlichsten bei dem Schädel, den Beckenknochen, Wirbeln, Rippen etc. und in geringerem Grade bei den Röhrenknochen, dagegen gar nicht, oder doch nur in sehr unerheblicher Weise bei den Zähnen.

Um nun weiter zu prüfen, wie sich das Skelett der Herbivoren bei vollständiger Nahrungsentziehung verhält, resp. wie gross und welcher Art unter diesen Umständen die Verluste sind, insbesondere im Vergleich mit denen, welche von uns in Folge der ausschliesslichen Körnerfütterung gefunden worden waren, und um festzustellen, ob diese Verluste wieder nur die Knochen oder auch die Zähne betreffen, wurden die später beschriebenen Versuche ausgeführt, zu denen man wieder Kaninchen ein und desselben Wurfes verwendete.

Versuche über den Einfluss des Hungers auf den Thierkörper und über die dem zu Folge eintretenden Verluste bei den einzelnen Organen liegen u. A. bereits von Chossat, Bidder und Schmidt, C. v. Voit, S. M. Lukjanow, Falk und von J. Munk vor, aus denen hervorgeht, dass sich die verschiedenen Organe des Thierkörpers in sehr verschiedenem Grade an dem beim Hunger eintretenden Körperverluste betheiligen. Insbesondere kommt J. Munk durch seine Versuche, bei denen N, Ca, Mg, P etc. im Harn und Koth quantitativ bestimmt wurden, zu dem Resultat, dass

beim Mensch am 3.—5. Hungertage weit mehr Kalk ausgeschieden wird als am letzten Tage der Nahrungsaufnahme, und dass beim Hunde nach 10tägigem Hungern ca. 32 gr. frische Knochensubstanz verloren gegangen sind, d. i. ca. 1,2% vom Gesamtskelett, letzteres zu 16% vom gesammten Körpergewicht angenommen.

Auch aus den von mir in dieser Richtung bereits früher ausgeführten und mitgetheilten Versuchen mit Kaninchen<sup>1)</sup> war zu schliessen, dass ausser den übrigen Organen auch das Skelett beim Hunger einen Verlust erleidet, doch hatte damals keine specielle Berücksichtigung der Knochen einerseits und der Zähne andererseits stattgefunden. Nach M. Gusmitta's Versuchen erwies sich das Gewicht des Knochengerüstes bei Inanition ebenfalls vermindert; die Knochen waren zerbrechlicher geworden, ihr Wassergehalt zeigte sich vermehrt, ihr Fettgehalt dagegen stark vermindert. Von den Mineralbestandtheilen der Knochen fand Gusmitta die Kohlensäure am stärksten vermindert; geringer war dagegen die Abnahme der Phosphate und dabei proportional derjenigen an organischer Knochensubstanz.

Zu den nachstehenden von mir ausgeführten Versuchen wurden 5 Stück Kaninchen verwendet, welche den 30. September 1893 geboren waren. Am 4. Juni 1894 wog man dieselben im nüchternen Zustande, wobei sich die folgenden Gewichte ergaben: Nr. I 2200 gr., Nr. II 2370 gr., Nr. III 2440 gr., Nr. IV 2500 gr. und Nr. V 2550 gr. Das leichteste Thier Nr. I wurde gleich bei Beginn des Versuches am 4. Juni 1894 getödtet; die übrigen Thiere, welche kein Futter und nur destillirtes Wasser ad libitum erhielten, brachte man in kleine, mit Blech ausgeschlagene Ställchen, deren Boden aus Nickeldrahtnetz bestand, und tödtete das Thier Nr. II nach 7 Tagen, also am 11. Juni, zu welcher Zeit es nur noch ein Gewicht von 1540 gr. besass, mithin ca. 35% von seinem ursprünglichen Gewicht verloren hatte. Die 3 übrigen Thiere Nr. III, IV und V wurden dagegen noch weiter in ihren

<sup>1)</sup> Zeitschrift f. Biologie, 1874, Bd. X. S. 442.

Ställchen gelassen und besaßen bis zu ihrem Tode die folgenden Gewichte :

Datum.	Nr. III.		Nr. IV.		Nr. V.	
	Gewicht.	Verlust i. % des Anfangs- gewichts.	Gewicht.	Verlust i. % des Anfangs- gewichtes.	Gewicht.	Verlust i. % des Anfangs- gewichtes.
D. 11. Juni	1880 gr.	23,0 %	1500 gr.	28,0 %	1900 gr.	25,5 %
D. 14. »	1530 »	37,3 »	1425 » †	41,0 »	1450 » †	41,1 »
D. 15. »	1465 » †	40,0 »				

Den 7. Juni war von Kaninchen Nr. II und III zum ersten Mal je 1 Kothballen entleert worden; den 10. Juni schied Nr. IV zum ersten Male mehrere und Nr. II viele Kothballen aus, und am 12. Juni fand bei Nr. III, IV und V eine sehr reichliche Entleerung von Darmexcrementen in Form sehr kleiner, harter Kothballen statt; den 13. Juni war das Gleiche bei Nr. IV und V der Fall, wogegen Nr. III nur noch wenige Excremente entleerte.

Sofort nach dem Tode, also am 4., 11., 14. und 15. Juni, wurde jedes Kaninchen zerlegt<sup>1)</sup>; Magen und Därme schnitt man auf, entfernte den Inhalt, wusch mit destillirtem Wasser aus, trocknete das anhängende Wasser mittelst Filtrirpapier ab und stellte alsdann das Gewicht von beiden zunächst im frischen und später bei 100° C. getrocknetem Zustande fest. Desgleichen wurden die Lungen, die Nieren, das Herz, die Leber und die Milz nach Abpräpariren des sichtbaren Fettes frisch und trocken gewogen.

Schliesslich bestimmte man das Gewicht des Körpers ohne Fell und ohne die oben angeführten 7 Bestandtheile im frischen Zustande (Fleisch + Knochen), präparirte alsdann die Knochen einzeln heraus und brachte sie jedesmal sofort in eine tarirte, verschlossene Büchse und das abpräparirte Fleisch in eine tarirte Schale, um sowohl Knochen als Fleisch

<sup>1)</sup> Bei Kaninchen Nr. V wurde von einer weiteren Untersuchung Abstand genommen, da dieses Thier ein analoges Verhalten wie Nr. IV zeigte und in der gleichen Zeit denselben Gewichtsverlust erfahren hatte wie Nr. IV.

später gleichfalls zu trocknen. Die Knochen wurden zunächst im frischen Zustande gewogen, ihr Gewicht, abgezogen vom Gewichte des Körpers ohne die obengenannten Bestandtheile, ergab die Menge des frischen, fetthaltigen Fleisches. Alsdann wurden die Knochen oberflächlich getrocknet und in Zähne (c), in die langen Röhrenknochen der vier Extremitäten (b) und in die übrigen Knochen (a) zerlegt; jede Abtheilung trocknete man alsdann bis zur Gewichtsconstanz, zerkleinerte sie hierauf und entfettete schliesslich in Soxhlet'schen Apparaten vollständig. Die abpräparirten Weichtheile («Fleisch») wurden ebenfalls bis zur Gewichtsconstanz getrocknet. Die getrockneten Fleischtheile wurden schliesslich nach dem Wiegen gemahlen und von dieser pulverisirten Masse Proben zur Bestimmung des Fettes, des Stickstoffes, sowie des Kalkes, des Schwefels und des Phosphors verwendet.

Kaninchen Nr. I erwies sich beim Zerlegen als im guten Ernährungszustande befindlich. Der Magen dieses Thieres war nur mässig, die Därme dagegen noch stark mit Futterresten gefüllt. Kaninchen Nr. II zeigte sich bei der Section als ziemlich abgemagert; sichtbares Fett war nur noch wenig am Körper vorhanden. Im Magen fanden sich noch reichlich dunkelgrüne Heurste von saurer Reaction vor, deren Gewicht im trockenen Zustande etwa 15 gr. betrug. Die Därme, insbesondere der Blinddarm, waren nur mässig mit einer braunen, breiigen Masse gefüllt, und der Dickdarm enthielt nur wenige Kothballen. Der Körper des Kaninchens Nr. III war stark abgemagert, doch enthielt der Magen noch mässige Mengen von dunkelgrünen, dickbreiigen Heursten, deren Reaction stark sauer war, und in denen sich freie Salzsäure nachweisen liess. Die Därme zeigten sich gleichfalls nur mässig gefüllt, und im Dickdarm fanden sich keine Kothballen vor. Aehnlich verhielt es sich bei Kaninchen IV und V; im Magen des ersteren Thieres waren gleichfalls noch Heurste von saurer Reaction vorhanden, deren Gewicht im trockenen Zustande etwa 5 gr. betrug, und in denen freie Salzsäure nachgewiesen werden konnte; dagegen war der Magen des letzteren Thieres fast vollständig leer und enthielt der Hauptsache nach nur

etwas schleimige Substanz von ganz schwach saurer Reaction, in der sich keine freie Salzsäure nachweisen liess. Der Dünn-  
darm war bei beiden Thieren nahezu leer, der Blinddarm  
nur mässig gefüllt, und im Dickdarm zeigten sich bei Nr. IV  
wenige, bei Nr. V dagegen zahlreiche Kothballen.

Zunächst finden sich nun in folgenden Tabellen die  
Gewichte der einzelnen Bestandtheile, welche bei den vier  
Versuchsthieren im frischen und im trockenen Zustande er-  
halten worden waren, sowie die daraus berechneten Procente  
an Trockensubstanz übersichtlich zusammengestellt:

Tabelle I.

	Kaninchen Nr. I.		Kaninchen Nr. II.		Kaninchen Nr. III.		Kaninchen Nr. IV.	
	frisch.	trocken.	frisch.	trocken.	frisch.	trocken.	frisch.	trocken.
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Körpergewicht . . . . .	2200,00	—	1540,00	—	1465,00	—	1425,00	—
Schlachtgewicht <sup>1)</sup>	1174,00	—	885,00	—	835,00	—	843,00	—
Fleisch . . . . .	1025,00	251,65	720,00	151,75	665,55	138,37	676,50	142,50
Skelett . . . . .	149,00	100,37	165,00	96,17	169,45	101,79	166,50	97,67
Fell . . . . .	322,00	150,00	246,00	115,00	252,00	119,50	243,00	115,50
Magen . . . . .	32,92	6,07	25,60	4,84	22,04	3,96	24,31	4,39
Därme . . . . .	157,45	21,92	142,50	16,50	84,61	10,87	105,34	11,50
Leber . . . . .	82,48	21,18	38,11	9,22	40,29	9,75	36,04	7,60
Lunge . . . . .	24,32	5,55	8,23	1,77	9,33	2,08	10,67	2,50
Nieren . . . . .	12,85	3,08	10,18	2,27	10,41	2,17	10,10	2,25
Herz . . . . .	6,76	1,28	4,78	0,90	4,80	0,98	7,43	1,80
Milz . . . . .	2,06	0,46	0,61	0,12	0,59	0,14	0,69	0,15

Aus den in vorstehender Tabelle enthaltenen absoluten  
Gewichtszahlen berechnen sich weiter die folgenden procenti-  
schen Werthe für den Trockensubstanz-Gehalt der einzelnen  
Organe bei den 4 Versuchsthieren; und zwar sind letztere in  
der Reihenfolge (Nr. I, II, IV, III) aufgeführt, in der sie ge-  
tödtet wurden, resp. gestorben waren.

<sup>1)</sup> Unter «Schlachtgewicht» ist hier das Körpergewicht minus Fell,  
Magen, Därme, Leber, Lunge, Nieren, Herz und Milz zu verstehen.

Tabelle II.

	Kaninchen Nr. I.	Kaninchen Nr. II.	Kaninchen Nr. IV.	Kaninchen Nr. III.
Fleisch . . . . .	24,45 %	21,1 %	21,4 %	20,8 %
Skelett . . . . .	32,64 »	41,7 »	41,7 »	39,9 »
Fell . . . . .	46,6 »	46,8 »	47,5 »	47,3 »
Magen <sup>1)</sup> . . . . .	18,4 »	18,9 »	18,0 »	17,9 »
Därme <sup>2)</sup> . . . . .	13,9 »	11,5 »	10,8 »	12,9 »
Leber . . . . .	25,7 »	24,2 »	22,1 »	24,2 »
Lungen . . . . .	22,8 »	21,5 »	24,2 »	22,3 »
Nieren . . . . .	24,0 »	22,3 »	22,3 »	20,8 »
Herz . . . . .	19,0 »	18,8 »	24,6 »	20,4 »
Milz . . . . .	22,3 »	19,7 »	18,8 »	23,6 »

Beim «Fleisch» und Skelett vermindert sich, wie aus vorstehender Tabelle ersichtlich, und wie dies auch andererseits beobachtet worden ist, der Trockensubstanzgehalt mit der Länge der Nahrungsentziehung, doch ist die Verminderung keine sehr bedeutende. Auch bei verschiedenen anderen Körperbestandtheilen zeigt sich ganz Aehnliches; jedoch kommen hier auch Ausnahmen vor, die z. Thl. vielleicht dadurch veranlasst sind, dass die betreffenden Organe noch verschiedene Mengen von Blut enthielten, z. Thl. mag dieses verschiedene Verhalten aber wohl auch auf die Eigenthümlichkeit des betreffenden Organs, bei der Inanition seinen Wassergehalt zu vermehren oder zu vermindern, zurückzuführen sein, wie dies u. A. auch von S. M. Lukjanow<sup>1)</sup> bei seinen Versuchen über den Gehalt der Organe an Wasser und festen Bestandtheilen bei hungernden und durstenden Tauben im Vergleiche mit dem bezüglichlichen Gehalte bei normalen Thieren, beobachtet worden ist. Bei dem Magen und den Därmen können diese procentischen Zahlen für den Trockensubstanzgehalt wohl insofern keinen Anspruch auf vollständige Genauigkeit machen, als der Verdauungsapparat behufs Reinigung von seinem Inhalte mit Wasser ausgewaschen worden war, welches durch Abtrocknen mit Fliesspapier erst wieder entfernt werden musste.

<sup>1)</sup> Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. XIII, S. 339.

Mit Hülfe der in Tabelle I enthaltenen Zahlen für die Gewichte der einzelnen Körperbestandtheile im trockenen Zustande sind nun weiter in der nachfolgenden Tabelle die bei den Kaninchen Nr. II, III und IV in Folge der Inanition eingetretenen Gewichtsverluste der einzelnen Organe an Trockensubstanz in Procenten von den gleichnamigen Bestandtheilen des gleich bei Beginn des Versuches getödteten Thieres Nr. I berechnet:

Tabelle IV.

	Kaninchen Nr. II.	Kaninchen Nr. IV.	Kaninchen Nr. III.
«Fleisch» . . . . .	39,7 %	43,4 %	45,0 %
Skelett . . . . .	4,1 »	3,3 »	—
Fell . . . . .	23,3 »	20,0 »	20,3 »
Magen . . . . .	20,8 »	27,7 »	34,8 »
Därme . . . . .	24,7 »	48,2 »	50,4 »
Leber . . . . .	56,5 »	62,5 »	54,4 »
Lungen . . . . .	68,1 »	53,3 »	62,5 »
Nieren . . . . .	26,3 »	26,9 »	29,5 »
Herz . . . . .	29,7 »	—	23,4 »
Milz . . . . .	73,9 »	71,7 »	69,6 »

Zunächst sei bei den in obiger Tabelle enthaltenen Zahlen darauf hingewiesen, dass alle diese von ein und demselben Wurf stammenden Versuchsthiere während der ganzen Zeit vor Beginn des Versuches vollständig gleich ernährt worden waren, so dass sich bei ihnen auch wohl bei Beginn des Versuches ein ungefähr gleicher Ernährungszustand annehmen lässt. Trotzdem zeigten aber ihre Grösse und ihr Gewicht bei Beginn des Versuches die bereits früher angeführten Unterschiede, nach denen Kaninchen Nr. I, welches man gleich bei Beginn des Versuches getödtet hatte, ein Gewicht besass, das um circa 10% niedriger war als dasjenige der übrigen Thiere. Es ist daher als wahrscheinlich anzunehmen, dass die in vorstehender Tabelle für den Trockensubstanz-Verlust der verschiedenen Körpertheile berechneten Zahlen durchweg etwas zu niedrig ausgefallen sind.

Im Uebrigen geht aus den in Tabelle IV enthaltenen Resultaten aufs Neue hervor, dass sich die verschiedenen

Organe des Körpers in sehr verschiedenem Grade an dem beim Hunger eintretenden Körperverluste theilhaben, wie dies bereits frühere Versuche anderer Forscher gezeigt haben, ein Umstand, der wohl nicht ausschliesslich auf die verschiedenen schnelle Abnahme der Organe, sondern auch mit darauf zurückzuführen ist, dass einzelne derselben die noch vorhandenen, resp. von anderen abgeschiedenen Substanzen in mehr oder weniger energischem Grade an sich ziehen und von Neuem verwerthen. Gleichzeitig dürfte aber auch aus vorstehenden Resultaten zu schliessen sein, dass diese Gewichtsverluste der Organe zu den verschiedenen Zeiten der Inanition und bei den verschiedenen Individuen nicht immer ganz gleich verlaufen. Ordnen wir nämlich diese Gewichtsverluste an Trockensubstanz bei den verschiedenen Organen in absteigender Reihenfolge, so erhalten wir bei unseren drei Versuchsthiere das nachfolgende Bild, dem zugleich auch die von Chossat bei der Taube und die von C. Voit bei der Katze gefundenen analogen Resultate zum Vergleiche mit beigefügt sind.

Tabelle V.

Kaninchen.						Taube (Chossat).		Katze (C. Voit).	
Nr. II.		Nr. IV.		Nr. III.					
o.		o.		o.		o.		o.	
Skelett . .	4,1	Skelett . .	3,3	Skelett . .	—	Skelett . .	17		
Magen . .	29,8	Fell . . .	20,0	Fell . . .	20,3	Lungen . .	22	Lungen . .	19
Fell . . .	23,3	Nieren . .	26,9	Herz . . .	23,4	Nieren . .	32	Nieren . .	21
Därme . .	24,7	Magen . .	27,7	Nieren . .	29,5	Haut . . .	33		
Nieren . .	26,3	Fleisch . .	43,4	Magen . .	34,8	Magen . .	40		
Herz . . .	29,7	Därme . .	48,2	Fleisch . .	45,0	Muskeln .	42	Muskeln .	30
Fleisch »	39,7	Lungen . .	53,3	Därme . .	50,4	Därme . .	42		
Leber . .	56,5	Leber . .	62,5	Leber . .	54,4	Herz . . .	45		
Lungen . .	68,1	Milz . . .	71,7	Lungen . .	62,5	Leber . .	52	Leber . .	57
Milz . . .	73,9			Milz . . .	69,6	Milz . . .	71	Milz . . .	63

Uebereinstimmend erweisen sich also die in obiger Tabelle enthaltenen Resultate für die einzelnen Körperbestandtheile bei den verschiedenen Thieren nur in sofern, als überall die procentischen Gewichtsverluste an Trockensubstanz bei

dem Skelett am geringsten und bei der Milz am grössten sind. Für letzteres Organ fand Lukjanow bei seinen Versuchen mit Tauben ebenfalls den grössten Verlust, nämlich 72,4% und für das Skelett hatten die von mir bereits früher mitgetheilten Versuche einen Verlust von 3—12% ergeben<sup>1)</sup>. Bekannt ist ausserdem aus den Versuchen von Chossat, Bibra, Voit u. A., dass das Gehirn und Rückenmark bei Inanition nicht abnimmt, resp. dass demselben auf Kosten anderer Organe Ersatz geliefert wird. Lukjanow fand sogar bei Tauben eine Zunahme von 2,7%. Auch bei unseren Versuchen mit Kaninchen berechnet sich in zwei Fällen eine Zunahme, nämlich bei Nr. III für das Skelett und bei Nr. IV für das Herz, doch ist dies hier wohl lediglich darauf zurückzuführen, dass beide Körperbestandtheile von Anfang an grösser und schwerer waren, als die gleichnamigen des bei Beginn des Versuches getödteten Kaninchens Nr. I, welches, wie bereits bemerkt, das kleinste und leichteste Versuchsthier war, nach welchem aber obige Resultate berechnet worden sind.

Wie bereits früher mitgetheilt wurde, hatte man das Fleisch und Skelett aller Kaninchen nach dem Trocknen erschöpfend mit Aether extrahirt<sup>2)</sup>, und die Menge des Aetherextractes, welcher die Hauptmasse des Körperfettes, zugleich aber auch die vorhandenen geringen Mengen anderer in Aether löslichen Substanzen, wie Lecithin etc. enthielt, festgestellt. Nach den Ergebnissen dieser Untersuchungen berechnen sich für das trockene und fettfreie Fleisch und für das trockene und fettfreie Skelett, sowie für die Gesammtmenge des in beiden enthaltenen Aetherextractes, welcher der Kürze halber als «Fett» bezeichnet ist, folgende Resultate:

<sup>1)</sup> Vgl. Zeitschrift für Biologie, Bd. X, S. 442.

<sup>2)</sup> Eine künstliche Verdauung des mit Aether erschöpfend extrahirten Fleisches und Ausschütteln des Verdauten mit Aether, wie dies behufs Gewinnung der letzten Fettreste nach den in Pflüger's Institut von C. Dormayer ausgeführten Untersuchungen nothwendig ist, hat hier nicht stattgefunden, da diese Untersuchungen zur Zeit, als obige Bestimmungen ausgeführt wurden, noch nicht bekannt waren.

Tabelle VI.

	Kaninchen Nr. I.	Kaninchen Nr. II.	Kaninchen Nr. IV.	Kaninchen Nr. III.
Fleisch », wasser- und fettfrei	210,33 gr.	147,00 gr.	137,85 gr.	133,39 gr.
Skelett, » » »	88,79 »	95,65 »	96,30 »	101,26 »
Fett im Fleisch . . . . .	41,32 »	4,75 »	4,50 »	4,98 »
» » Skelett . . . . .	11,58 »	0,52 »	0,77 »	0,53 »
Gesamtmenge des Fettes . .	52,90 »	5,27 »	5,37 »	5,51 »

Berechnet man jetzt wieder die procentischen Verluste unter Zugrundelegung der Resultate von Kaninchen Nr. I, so ergeben sich für das Gesamtfett folgende Werthe: bei Nr. II: 90,0%, bei Nr. III: 89,6% und bei Nr. IV: 90,0%. In bekannter Weise zeigt sich also auch hier wieder, dass das Fett den bei Weitem grössten Verlust von allen Körperbestandtheilen erleidet, und zwar ist in unserem Versuche das Maximum mit 90% bereits bei Kaninchen Nr. II nach sieben-tägigem Hungern erreicht. Bei der Katze fand C. Voit den Verlust von 100 gr. frischem Fettgewebe zu 97%, und für die Taube constatirte Chossat einen solchen von 93%. Bemerket sei schliesslich noch, dass sich nach Tabelle V der Verlust an trockenem und fettfreiem Fleisch zu 31,1% bei Nr. II, zu 34,5% bei Nr. IV und zu 36,6% bei Nr. III berechnet, wogegen sich für das wasser- und fettfreie Skelett aus dem bereits erörterten Grunde überhaupt kein Verlust, sondern sogar ein Plus ergibt.

In dem Fleische wurden von Herrn Dr. Düring Analysen des Kalk-, Schwefel- und Phosphor-Gehaltes, sowie Stickstoff-Bestimmungen nach Kjeldahl ausgeführt und hierbei im Mittel zweier gut übereinstimmender Bestimmungen folgende, auf wasser- und fettfreie Substanz berechnete Resultate erhalten:

Tabelle VII.

	Kaninchen Nr. I.	Kaninchen Nr. II.	Kaninchen Nr. III.	Kaninchen Nr. IV.
Stickstoff . . . . .	14,81 %	15,16 %	15,40 %	15,13 %
Kalk . . . . .	0,52 »	0,82 »	0,96 »	1,01 »
Schwefel . . . . .	0,89 »	0,97 »	0,98 »	0,98 »
Phosphor . . . . .	1,10 »	1,10 »	1,07 »	1,10 »

Eine Betrachtung dieser procentischen Werthe zeigt uns, dass der relative Stickstoff-, Schwefel- und Kalk-Gehalt des Fleisches der drei Versuchsthiere Nr. II, III und IV grösser ist als derjenige des bei Beginn des Versuches getödteten normalen Kaninchens Nr. I; ganz besonders gross ist der Unterschied im Kalk-Gehalt, wogegen sich bezüglich des Phosphor-Gehaltes keine Differenz bemerkbar macht.

Wie bereits Anfangs bemerkt, war das Skelett eines jeden Versuchsthieres in drei Theile, nämlich in die Zähne (c), in die langen Röhrenknochen der vier Extremitäten (b) und in die übrigen Knochen (a) zerlegt worden. Die absoluten und procentischen Gewichte dieser drei Theile a, b, c im wasser- und fettfreien Zustande finden sich in nachfolgender Tabelle verzeichnet:

**Tabelle VIII.**

	Kaninchen Nr. I.		Kaninchen Nr. II.		Kaninchen Nr. III.		Kaninchen Nr. IV.	
	gr.	„o.	gr.	„o.	gr.	„o.	gr.	„o.
Knochen a . . .	57,74	65,0	59,68	62,4	65,41	64,6	60,92	63,3
Knochen b . . .	27,40	30,9	31,73	33,2	31,50	31,2	30,93	32,1
Zähne c . . .	3,65	4,1	4,24	4,4	4,35	4,2	4,46	4,6
Summa . . .	88,79	100,0	95,65	100,0	101,26	100,0	96,30	100,0

Aus vorstehender Tabelle wird ersichtlich, dass alle relativen Werthe für die Knochen a bei den Kaninchen II, III und IV durchweg niedriger sind als bei dem normalen Kaninchen Nr. I. Im Gegensatz hierzu berechnen sich die procentischen Zahlen für die langen Röhrenknochen (b) und für die Zähne (c) bei ersteren Thieren nicht unerheblich höher als bei dem letzteren Thiere. Es darf hieraus wohl geschlossen werden, dass der geringe Verlust, welchen das wasser- und fettfreie Skelett beim Hungern vermuthlich erfahren hat, vorwiegend auf Rechnung der Knochen (a) kommt, eine Beobachtung, welche von anderer Seite, sowie von uns selbst bereits wiederholt dort gemacht worden ist, wo es sich um Verluste von Knochen-Substanz handelte.

Weiter finden sich nachstehend die bei allen Versuchstieren festgestellten Längen von Tibia mit Fibula, vom Femur und Humerus verzeichnet:

	Kaninchen Nr. I.	Kaninchen Nr. II.	Kaninchen Nr. III.	Kaninchen Nr. IV.
Tibia mit Fibula	10,6 cm.	11,0 cm.	10,9 cm.	10,9 cm.
Femur . . . . .	9,7 »	10,2 »	10,1 »	10,2 »
Humerus . . . . .	7,2 »	7,6 »	7,6 »	7,6 »

In Uebereinstimmung mit den Gewichten der Skelette zeigen uns also die Resultate vorstehender Tabelle, dass die betreffenden Knochen der Kaninchen Nr. II, III und IV durchweg nicht unerheblich grösser waren als die gleichnamigen des Normalthieres Nr. I. Wir sind hiernach wohl zu der Annahme berechtigt, dass das Gleiche bereits zu Anfang des Versuches der Fall war, da innerhalb der kurzen Versuchszeit bei den hungernden Thieren voraussichtlich kein derartiges Längenwachsthum der Knochen stattgefunden hat. Dieser Befund steht auch mit den bereits mehrfach erwähnten verschiedenen Anfangsgewichten der Kaninchen in gutem Einklange und dürfte das (scheinbare) Plus bei den Skeletten der Thiere Nr. II, III und IV gegenüber Nr. I zur Genüge erklären.

Schliesslich wurden noch Analysen der Knochen (a) und der Zähne (c) nach den üblichen Methoden ausgeführt und hierbei im Mittel zweier gut übereinstimmender Bestimmungen die folgenden auf wasser- und fettfreie Knochen- resp. Zahnschubstanz berechneten Resultate erhalten:

#### Knochen a.

	Kaninchen Nr. I.	Kaninchen Nr. II.	Kaninchen Nr. III.	Kaninchen Nr. IV.
Organische Substanz . . . . .	38,06 %	39,73 %	37,74 %	39,35 %
Mineralstoffe . . . . .	61,94 »	60,27 »	62,26 »	60,65 »
Ca O . . . . .	32,35 »	31,76 »	32,52 »	31,77 »
Mg O . . . . .	0,71 »	0,69 »	0,62 »	0,64 »
CO <sub>2</sub> . . . . .	2,50 »	2,70 »	2,88 »	2,48 »
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	24,17 »	24,02 »	24,67 »	24,22 »
Rest <sup>1)</sup> . . . . .	2,21 »	1,10 »	1,57 »	1,54 »

<sup>1)</sup> Dieser Rest besteht aus den in der Knochen- resp. Zahnschubstanz enthaltenen geringen Mengen von K<sub>2</sub>O — Na<sub>2</sub>O — Cl — Fl und chemisch gebundenem Wasser. (Vgl. Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. XVIII, S. 257.)

## Zähne (c).

	Kaninchen Nr. I.	Kaninchen Nr. II.	Kaninchen Nr. III.	Kaninchen Nr. IV.
Organische Substanz . . . . .	23,42 <sup>o</sup> / <sub>10</sub>	21,80 <sup>o</sup> / <sub>10</sub>	21,52 <sup>o</sup> / <sub>10</sub>	22,09 <sup>o</sup> / <sub>10</sub>
Mineralstoffe . . . . .	76,58 »	78,20 »	78,48 »	77,91 »
Ca O . . . . .	37,88 »	38,75 »	38,92 »	38,83 »
Mg O . . . . .	2,49 »	2,44 »	2,48 »	2,37 »
CO <sub>2</sub> . . . . .	0,77 »	0,99 »	1,10 »	1,45 »
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	33,91 »	34,21 »	34,46 »	34,24 »
Rest . . . . .	1,53 »	1,81 »	1,52 »	1,02 »

Bei den Knochen der verschiedenen Versuchsthiere macht sich, wie eine Betrachtung obiger Tabelle lehrt, ein beachtenswerther Unterschied im Gehalt an organischer Substanz und an Mineralbestandtheilen nicht bemerkbar. Die bei den einzelnen Thieren vorkommenden Differenzen sind meist nur gering und liegen bald nach der einen, bald nach der anderen Seite hin, ohne eine bestimmte Gesetzmässigkeit erkennen zu lassen.

Anders ist das Verhalten bei den Zähnen. Hier erweist sich der Gehalt an organischer Substanz bei den drei Versuchsthiern Nr. II, III und IV durchweg nicht unerheblich geringer und derjenige an Mineralstoffen dementsprechend höher als der Gehalt des gleich zu Anfang des Versuches getödteten normalen Kaninchens Nr. I. Von den Mineralbestandtheilen ist der Gehalt an Kalk, Kohlensäure und Phosphorsäure gleichfalls grösser als bei Nr. 1, wogegen sich im Gehalt an Magnesia kein Unterschied bemerkbar macht.

Die Ergebnisse, welche wir bezüglich des Skelettes bei den hungernden Thieren erhalten haben, sind also verschieden von denen, welche von uns bei solchen Thieren (und zwar gleichfalls Kaninchen) constatirt worden waren, die längere Zeit hindurch ein sog. saures Futter erhalten hatten. Denn bei letzteren zeigte sich regelmässig nicht nur eine sehr beträchtliche Verminderung des absoluten Knochengewichtes, sondern es war auch der procentische Gehalt der Knochen an Mineralbestandtheilen recht erheblich geringer als bei den gleichen Knochen normaler Thiere gleichen Alters.

Bei den hungernden Kaninchen zeigten sich dagegen weder die absoluten noch die relativen Zahlen für die Knochen erheblich verändert; bei den Zähnen machte sich hier sogar eine deutliche Vermehrung des procentischen Mineralstoffgehaltes gegenüber demjenigen der Zähne des normalen Thieres bemerkbar. Es ist also hiernach zu schliessen, dass bei den Knochen der während des Hungerns event. eingetretene Verlust an Substanz die organischen und mineralischen Bestandtheile gleichmässig betroffen hat, und dass die Zähne von ihren Mineralbestandtheilen überhaupt nichts, oder doch wesentlich weniger eingebüsst haben als von ihren organischen Bestandtheilen.

Thierchemisches Institut der Universität Breslau,  
im November 1896.