

Die Beziehungen der Zusammensetzung der Asche des Säuglings zu derjenigen der Asche der Milch beim Meerschweinchen.

Von

Emil Abderhalden, cand. med.

Aus dem Laboratorium des Herrn Prof. G. v. Bunge in Basel.

Der Redaction zugegangen am 13. Mai 1899.)

Zur Prüfung der Frage nach den Beziehungen der Zusammensetzung der Asche des neugeborenen Meerschweinchens zu derjenigen der Asche der Milch derselben Species sammelte ich von vier Meerschweinchen, welche an ein und demselben Tage je 2 Junge geworfen hatten, vom Tage der Geburt an bis zum Eintritt der Verdoppelung des Anfangsgewichtes der Jungen täglich Milch. Dieselbe wurde bis zur Analyse auf dem Eise aufbewahrt. Mit dieser Arbeit verband ich zugleich eine Prüfung der von Herrn Prof. G. v. Bunge angegebenen Methode¹⁾ der Bestimmung aller Aschenbestandtheile an ein und demselben Thiere. Zu diesem Zwecke wurden folgende Analysen ausgeführt:

I. Bestimmung aller Aschenbestandtheile an einem neugeborenen Meerschweinchen. Dasselbe stammte aus dem am 1. III. 1899 geborenen Wurf. Derselbe bestand aus 2 Jungen.

¹⁾ Ueber die Aufnahme des Eisens in den Organismus des Säuglings. Diese Zeitschrift. Bd. XIII, 1889, S. 404.

Das analysirte Thier hatte noch gar keine Nahrung zu sich genommen.

II. Bestimmung der Aschenbestandtheile an drei neugeborenen Meerschweinchen. Alle drei gehörten dem am 12. III. 1899 geborenen Wurf an. Es hatte noch keine Nahrungsaufnahme stattgefunden.

III. Bestimmung der Aschenbestandtheile an ein und demselben Thiere, und zwar an einem der vier am 25. III. 1899 geworfenen Meerschweinchen.

IV. Bestimmung der Aschenbestandtheile an den drei anderen am 25. III. 1899 geworfenen Thieren. Sowohl diese drei als das unter III erwähnte, demselben Wurf angehörende Thier hatten noch keine Nahrung zu sich genommen zur Zeit ihrer Tödtung.

I. Aschenanalyse der Meerschweinchenmilch.

100 Gewichtstheile Milch enthalten:

K_2O	0,0754 gr.
Na_2O	0,0700
Cl	0,0999
Fe_2O_3	0,0013
CaO	0,2417
MgO	0,0241
P_2O_5	0,2880
Summe der Aschenbestandtheile . .	0,8004 gr.
Sauerstoffäquivalent des Chlors . .	0,0225
	0,7779 gr.

100 Gewichtstheile Asche enthalten:

K_2O	9,6926 gr.
Na_2O	8,9985
Cl	12,8421
Fe_2O_3	0,1671
CaO	31,0705
MgO	3,0980
P_2O_5	37,0224
Summe der Aschenbestandtheile . .	102,8912 gr.
Sauerstoffäquivalent des Chlors . .	2,8912
	100,0000 gr.

Analytische Belege:

20,0151 gr. Milch gaben	0,0809 gr.	AgCl = 0,0200 gr. Cl = 0,0999 °
33,2582 „ „ „	0,0838 „	KCl + NaCl
daraus	0,1301 „	K ₂ PtCl ₆
hieraus berechnet . . .	0,0397 „	KCl = 0,0251 gr. K ₂ O = 0,0754 °
und	0,0441 „	NaCl = 0,0233 „ Na ₂ O = 0,0700 °
50,1022 gr. Milch gaben	0,0015 „	Fe ₂ O ₃ , P ₂ O ₅
hieraus berechnet . . .	0,0007 „	P ₂ O ₅
	0,0008 gr.	Fe ₂ O ₃
Durch Titration gefunden	0,0006 „	Fe ₂ O ₃
Im Mittel:	0,0007 „	Fe ₂ O ₃ = 0,0013 °.
50,1022 gr. Milch gaben	0,1211 „	CaO = 0,2417 °.
50,1022 „ „ „	0,0338 „	Mg ₂ P ₂ O ₇ = 0,0121 gr. MgO = 0,0241 °
und	0,0216 „	P ₂ O ₅
50,1022 gr. Milch gaben	0,1909 „	Mg ₂ P ₂ O ₇ = 0,1220 gr. P ₂ O ₅
		Gesamtphosphorsäure = 0,1443 gr. = 0,2880 °.

II. Aschenanalysen neugeborener Meerschweinchen.

A. Bestimmung aller Aschenbestandtheile an ein und demselben Thiere.

Die Methode der Bestimmung sämtlicher Aschenbestandtheile an ein und demselben Thiere findet sich ausführlich in der citirten Arbeit Bunge's beschrieben. Die Methode ist kurz folgende:

Das ganze Thier wird mit Baryt eingäschert. Bei den ausgeführten Analysen an Meerschweinchen wurde das zerstückelte Thier mit einer Lösung von 5 gr. BaO auf dem Dampfbade digerirt, eingedampft und im Trockenschranke längere Zeit getrocknet. Die noch kohlenhaltige Asche des Thieres wird dann mit heissem Wasser ausgezogen, der dann unlösliche Rückstand weiter geglüht, bis keine Spur von Kohle mehr sichtbar ist. Die Asche wird hierauf mit kalter Salpetersäure extrahirt, und das darin Unlösliche mit heisser Salzsäure aufgenommen.

Das wässerige und das salpetersaure Extract werden vereinigt und auf ein bestimmtes Volumen gebracht. Der salzsaure Auszug wird getrennt von den übrigen Extracten aufbewahrt und ebenfalls auf ein bestimmtes Volumen gebracht.

Der Kürze wegen bezeichne ich das vereinigte — wässrige + salpetersaure — Extract als Extract I und den letzteren, salzsauren Auszug als Extract II.

Analyse I.

Diese Analyse wurde an einem am 1. III. 1899 geborenen Thiere ausgeführt. Das Resultat derselben war folgendes:

Das neugeborene Meerschweinchen enthielt auf 100 gr. Körpergewicht:

K_2O	0,2884 gr.
Na_2O	0,2435 »
Cl	0,3193 »
Fe_2O_3	0,0080 »
CaO	0,1307 »
MgO	0,1085 »
P_2O_5	1,4828 »
Summe der Aschenbestandtheile .	3,5812 gr.
Sauerstoffäquivalent des Chlors .	0,0720 »
	<hr/>
	3,5092 gr.

Auf 100 Gewichtstheile Asche kommen:

K_2O	8,2216 gr.
Na_2O	6,9373 »
Cl	9,0968 »
Fe_2O_3	0,2279 »
CaO	32,2136 »
MgO	3,0911 »
P_2O_5	42,2449 »
Summe der Aschenbestandtheile .	102,0332 gr.
Sauerstoffäquivalent des Chlors .	2,0332 »
	<hr/>
	100,0000 gr.

Analytische Belege.

Das Gewicht des Meerschweinchens betrug **50,10** gr. Das wässrige und salpetersaure Extract (Extract I) wurde auf 500,0 ccm. verdünnt. Das salzsaure Extract wurde auf 50,0 ccm. verdünnt.

100,0 ccm. des Extractes I wurden mit 10,0 ccm. des Extractes II vermischt, und dieses Gemisch in einer Porzellan-

schale bis fast zur Trockne eingedampft. Der Rückstand wurde mit Wasser aufgenommen, die Lösung mit Barytlösung bis zur Bildung des Häutchens versetzt, auf dem Wasserbade erwärmt und bei bedecktem Trichter heiss filtrirt. Aus dem Filtrat wurde dann das überschüssige Baryum mit Ammoniak und Ammoniumcarbonat gefällt und im Uebrigen in der gewohnten Weise nach Entfernung etwa vorhandener Magnesia durch Oxalsäure die Summe der Chloralkalien bestimmt und darauf durch Platinchlorid die beiden Alkalien getrennt.

Es wurden erhalten:

0,0918 gr. KCl + NaCl

daraus 0,1500 gr. K_2PtCl_6

hieraus berechnet 0,0458 gr. KCl = 0,0289 gr. K_2O

und 0,0460 gr. NaCl = 0,0244 gr. Na_2O .

Dies ergibt auf das Gesamtextract berechnet:

0,1445 gr. K_2O = **0,2884%** und 0,1220 gr. Na_2O = **0,2435%**.

Zur Chlorbestimmung wurden vom Extract I 50,0 ccm. verwendet. Diese ergaben 0,0650 gr. AgCl = 0,0160 gr. Cl.

Hieraus berechnet 0,1600 gr. Cl im Gesamtextract I = **0,3193%**.

Zur Bestimmung der übrigen Aschenbestandtheile wurden von Extract I 300,0 ccm. und von Extract II 30,0 ccm. verwendet. Der Baryt wurde aus dieser Mischung mit verdünnter Schwefelsäure gefällt und abfiltrirt. In dem Filtrat wurden in der üblichen Weise Eisen, Calcium, Magnesia und Phosphorsäure bestimmt.

Es wurden erhalten:

0,0051 gr. Fe_2O_3 + P_2O_5

daraus berechnet 0,0023 " P_2O_5

0,0028 gr. Fe_2O_3 .

Durch Titration gefunden 0,0022 gr. Fe_2O_3 . Im Mittel: 0,0025 gr. Fe_2O_3 . Daraus für das Gesamtextract berechnet 0,0041 gr. Fe_2O_3 , **0,0080%**. Ferner 0,3402 gr. CaO = 0,5665 gr. im Gesamtextract = **1,1307%**.

0,0911 gr. $Mg_2P_2O_7$ = 0,0328 gr. MgO. Für das Gesamtextract berechnet 0,0544 gr. MgO = **0,1085%**.

Aus 0,0911 gr. $Mg_2P_2O_7$ berechnet 0,0582 gr. Phosphorsäure.

Die Phosphorsäurebestimmung ergab 0,6041 gr. $Mg_2P_2O_7$, 0,3863 gr. P_2O_5 .

Gesamtphosphorsäure = 0,4468 gr. = 0,7429 gr. im Gesamtextracte = **1,4828%**.

Analyse II.

Diese Analyse wurde an dem am 25. III. 1899 geworfenen Meerschweinchen ausgeführt. Dasselbe wog 51,00 gr.

Das neugeborene Meerschweinchen enthielt in 100 gr. Körpergewicht:

K ₂ O	0,2843 gr.
Na ₂ O	0,2411 "
Cl	0,3176 "
Fe ₂ O ₃	0,0084 "
CaO	1,1215 "
MgO	0,1174 "
P ₂ O ₅	1,4666 "
Summe der Aschenbestandtheile .	3,5569 gr.
Sauerstoffäquivalent des Chlors .	0,0716 "
	<hr/>
	3,4853 gr.

100 Gewichtstheile Asche enthalten:

K ₂ O	8,1565 gr.
Na ₂ O	6,9171 "
Cl	9,1119 "
Fe ₂ O ₃	0,2409 "
CaO	32,1758 "
MgO	3,3682 "
P ₂ O ₅	42,0667 "
Summe der Aschenbestandtheile .	102,0371 gr.
Sauerstoffäquivalent des Chlors .	2,0371 "
	<hr/>
	100,0000 gr.

Analytische Belege.

Das vereinigte wässrige und salpetersaure Extract wurde auf 500,0 cem. verdünnt. Das salzsaure Extract umfasste 50,0 cem.

Alkalibestimmung.

100,0 cem. des Extractes I. mit 10,0 cem. des Extractes II. vermischt, enthielten:

0,0925 gr. KCl + NaCl

daraus 0,1508 gr. K₂PtCl₆

hieraus berechnet 0,0460 gr. KCl = 0,0290 gr. K₂O

und 0,0465 gr. NaCl = 0,0246 gr. Na₂O

Auf das Gesamtextract berechnet: 0,1450 gr. K₂O = 0,2843%,
und 0,1230 gr. Na₂O = 0,2411%.

Chlorbestimmung.

50,0 cem. des Extractes I enthielten:

0,0659 gr. AgCl = 0,0162 gr. Cl.

Hieraus berechnet 0,1620 gr. Cl im Gesamtextract = **0,3176%**.

Bestimmung des Eisens, des Calciums, Magnesiums und der Phosphorsäure.

In 300,0 cem. des Extractes I + 30,0 cem. des Extractes II waren enthalten:

0,0053 gr. Fe₂O₃, P₂O₅

daraus berechnet 0,0024 » P₂O₅

0,0029 gr. Fe₂O₃.

Durch Titration gefunden 0,0023 gr. Fe₂O₃. Im Mittel 0,0026 gr. Fe₂O₃. Daraus berechnet für das Gesamtextract: 0,0043 gr. Fe₂O₃ = **0,0084%**.

0,3422 gr. CaO = 0,5720 gr. im Gesamtextract = **1,1215%**.

0,0998 gr. Mg₂P₂O₇ = 0,0359 gr. MgO = 0,0599 gr. MgO für das Gesamtextract berechnet = **0,1174%**.

Aus 0,0935 gr. Mg₂P₂O₇ berechnet 0,0638 gr. P₂O₅.

Die Phosphorsäurebestimmung ergab 0,6001 gr. Mg₂P₂O₇ = 0,3838 gr. P₂O₅.

Gesamtphosphorsäure 0,4500 gr. = 0,7480 gr. P₂O₅ im Gesamtextract = **1,4666%**.

B. Bestimmung der Aschenbestandtheile an je drei Meerschweinchen.

Analyse I.

Die zu dieser Analyse verwendeten Meerschweinchen stammten sämmtlich aus dem am 12. III. geborenen Wurf.

Die Analyse ergab folgendes Resultat:

Auf 100 gr. Körpergewicht der neugeborenen Meerschweinchen kommen:

K ₂ O	0,2837 gr.
Na ₂ O	0,2364 »
Cl	0,3578 »
Fe ₂ O ₃	0,0088 »
CaO	1,1796 »
MgO	0,1301 »
P ₂ O ₅	1,4660 »
Summe der Aschenbestandtheile	3,6624 gr.
Sauerstoffäquivalent des Chlors	0,0807 »
	<hr/>
	3,5817 gr.

100 Gewichtstheile Asche enthalten:

K ₂ O	7,9209 gr.
Na ₂ O	6,6002
Cl	9,9897
Fe ₂ O ₃	0,2456
CaO	32,9344
MgO	3,6323
P ₂ O ₅	40,9307
Summe der Aschenbestandtheile .	102,2538 gr.
Sauerstoffäquivalent des Chlors .	2,2538
	100,0000 gr.

Analytische Belege.

Alkalibestimmung.

Das zur Alkalibestimmung verwendete Meerschweinchen wog **48,50** gr. Es wurden erhalten 0,4342 gr. KCl — NaCl
 daraus **0,7132** K₂PtCl₆
 daraus berechnet . **0,2179** KCl = 0,1376 gr. K₂O = **0,2837** %
 und **0,2163** NaCl = 0,1147 gr. Na₂O = **0,2364** %

Chlorbestimmung.

Das zur Chlorbestimmung verwendete Thier wog **40,05** gr. Die Bestimmung ergab: 0,5799 gr. AgCl = 0,1433 gr. Cl = **0,3578** %

Bestimmung des Eisens, Calciums, Magnesiums und der Phosphorsäure.

Das Gewicht des zu diesen Bestimmungen verwendeten Thieres betrug **50,10** gr. Die Analyse ergab: 0,0086 gr. Fe₂O₃, P₂O₅
 daraus berechnet . 0,0040 P₂O₅
 0,0046 gr. Fe₂O₃
 Durch Titration gefunden . . . 0,0043 gr. Fe₂O₃
 Im Mittel 0,0045 gr. Fe₂O₃ = **0,0088** %
 0,5910 gr. CaO = **1,1796** %
 0,1812 gr. Mg₂P₂O₇ = 0,0652 gr. MgO = **0,1301** % und 0,1158 gr. P₂O₅
 0,9612 gr. Mg₂P₂O₇ = 0,6147 gr. P₂O₅
 Gesamtphosphorsäure = 0,7345 gr. = **1,4660** %

Analyse II.

Die drei zur Ausführung dieser Aschenanalyse verwendeten Thiere entstammten dem am 25. III. 1899 geborenen Wurf.

Die Analyse ergab folgende Resultate:

Auf 100 gr. Körpergewicht der neugeborenen Meerschweinchen kommen:

K ₂ O	0.2867 gr.
Na ₂ O	0.2380
Cl	0.3424
Fe ₂ O ₃	0.0084
CaO	1.1338
MgO	0.1302
P ₂ O ₅	1.4876
Summe der Aschenbestandtheile .	3.6271 gr.
Sauerstoffäquivalent des Chlors .	0.0772
	<hr/>
	3.5499 gr.

100 Gewichtstheile Asche enthalten:

K ₂ O	8.0763 gr.
Na ₂ O	6.7044
Cl	9.6454
Fe ₂ O ₃	0.2366
CaO	31.9391
MgO	3.6677
P ₂ O ₅	41.9056
Summe der Aschenbestandtheile .	102.1751 gr.
Sauerstoffäquivalent des Chlors .	2.1751
	<hr/>
	100.0000 gr.

Analytische Belege.

Alkalibestimmung.

Das zur Alkalibestimmung verwendete Thier wog **47.85** gr. Die Analyse ergab . . . 0.4320 gr. KCl — NaCl
 hieraus 0.7112 K₂PtCl₆
 daraus berechnet . . 0.2173 KCl = 0.1372 gr. K₂O = **0.2867**
 und 0.2147 NaCl = 0.1139 Na₂O = **0.2380**

Chlorbestimmung.

Das zur Chlorbestimmung verwendete Thier wog **41.50** gr. Die Analyse ergab 0.5750 gr. AgCl = 0.1421 gr. Cl = **0.3424** %.

Bestimmung des Eisens, des Calciums, Magnesiums und der Phosphorsäure.

Zu diesen Bestimmungen wurde das **49.69** gr. schwere Thier genommen. Die Analyse ergab 0.0082 gr. Fe₂O₃, P₂O₅
 daraus berechnet 0.0038 P₂O₅ 0.0044 gr. Fe₂O

Durch Titration erhalten 0.0040 gr. Fe_2O_3
 Im Mittel 0.0042 $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0.0084$
 0.5634 gr. $\text{CaO} = 1.1338^0$
 0.1796 $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7 = 0.0647$ gr. $\text{MgO} = 0.1302^0$
 und 0.1148 P_2O_5
 0.9703 $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7 = 0.6206$ gr. P_2O_5
 Gesamtphosphorsäure = 0.7392 gr. = 1.4876⁰.

Die folgende Tabelle gibt eine Zusammenstellung der Resultate der Aschenanalysen der Milch und des Körpers der Meerschweinchen.

100 Theile Asche enthalten:	Neu- geborenes Meer- schweinchen Analyse A I	Neu- geborenes Meer- schweinchen Analyse B I	Neu- geborenes Meer- schweinchen Analyse A II	Neu- geborenes Meer- schweinchen Analyse B II	Meer- schweinchen- milch
K_2O	8.2216	7.9209	8.1565	8.0763	9.6926
Na_2O	6.9373	6.6002	6.9171	6.7044	8.9985
Cl	9.0968	9.9897	9.1119	9.6454	12.8421
Fe_2O_3	0.2279	0.2456	0.2409	0.2366	0.1671
CaO	32.2136	32.9344	32.1758	31.9391	31.0705
MgO	3.0911	3.6323	3.3682	3.6677	3.0980
P_2O_5	42.2449	40.9307	42.0667	41.9056	37.0224
Summe der Aschen- bestandtheile	102.0332	102.2538	102.0371	102.1751	102.8912
Sauerstoffäqui- valent des Chlors	2.0332	2.2538	2.0371	2.1751	2.8912
	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000

Die vorliegende Tabelle zeigt in erster Linie, dass die von Bunge beschriebene Methode der Bestimmung aller Aschenbestandtheile an ein und demselben Thiere genaue Resultate liefert. Die Uebereinstimmung der durch die Bestimmung aller Aschenbestandtheile an ein und demselben Thiere erhaltenen

Resultate mit den durch die getrennte Analyse gefundenen ist besonders bei Analyse A II und B II sehr genau. Beide Analysen wurden an Thieren aus ein und demselben Wurf ausgeführt. Eine Ausnahme macht nur die Chlorbestimmung. Diese ergab bei der Bestimmung aller Aschenbestandtheile an ein und demselben Thiere einen etwas niedrigeren Werth als bei der getrennt ausgeführten Aschenanalyse.

Ferner zeigt die Tabelle bei einer Vergleichung der Resultate der Thieranalysen mit derjenigen der Milch, dass auch hier beim Meerschweinchen zwischen der Zusammensetzung der Asche des Säuglings und derjenigen der Milch der Mutter Übereinstimmung herrscht. Dieses von Bunge aufgestellte und von ihm am Hunde¹⁾ und von mir am Kaninchen²⁾ erhaltene Gesetz gilt also auch für das Meerschweinchen. Leider existirt vom Meerschweinchen noch keine Blutanalyse. Nach Analogie der Zusammensetzung des Blutserums der von mir untersuchten Blutarten³⁾ darf wohl geschlossen werden, dass die Zusammensetzung des Meerschweinchenblutserums nicht von den dort erhaltenen Resultaten abweicht. Ebenso wird die Zusammensetzung des Blutes des Meerschweinchen nicht allzusehr von derjenigen des Kaninchenblutes abweichen. Es ist deshalb wohl gestattet, auch hier den für die Deutung der Secretionsthätigkeit der Drüsenzellen so wichtigen Umstand als Thatsache zu erwähnen, dass nämlich die Zusammensetzung der Asche der Milch vollständig unabhängig ist von derjenigen des Blutes und des Blutserums.

Während die in der vorstehenden Tabelle durch Vergleichung der Zusammensetzung der Asche der Milch mit derjenigen des neugeborenen Thieres erhaltenen Resultate im Einklang stehen mit den beim Hunde und Kaninchen gewonnenen Befunden, tritt doch das Meerschweinchen in einem Punkte aus der Reihe

¹⁾ G. v. Bunge, Zeitschrift für Biologie, Bd. X, 1874, S. 295 und Du Bois Archiv 1886, S. 539.

²⁾ E. Abderhalden, Diese Zeitschrift, Bd. XXVI, Heft V, 1899, S. 498.

³⁾ E. Abderhalden, Zur quantitativen vergleichenden Analyse des Blutes, Diese Zeitschrift, Bd. XXV, S. 100, 1898.

der genannten Thiere heraus. Diese Ausnahme wird bedingt durch das Verhalten des Eisens. Beim Hunde kommen auf 100 gr. Milchasche 0,12 gr. Eisenoxyd,¹⁾ auf 100 gr. Asche des Thierkörpers dagegen 0,72 gr.,¹⁾ beim Kaninchen entfallen auf erstere 0,08 gr. Fe_2O_3 , auf letztere 0,23 gr. Fe_2O_3 . Beim Meerschweinchen sind in 100 gr. Milchasche 0,17 gr. Fe_2O_3 , in 100 gr. Thierasche 0,24 gr. Fe_2O_3 enthalten. Während beim Hund und beim Kaninchen die Milch bedeutend weniger Eisen enthält, als der ganze Thierkörper, ist diese Differenz beim Meerschweinchen sehr gering. Es stimmt dieses Resultat vollständig mit den von Bunge gemachten Erfahrungen überein.²⁾ Bunge wies nach, dass das Meerschweinchen sich in Bezug auf seinen Eisengehalt anders verhält als die übrigen Thier-species, indem dasselbe bei der Geburt einen nur geringen Eisenvorrath besitzt.

1) Bunge, Diese Zeitschr., Bd. XIII, S. 401, 1889.

2) G. v. Bunge, Diese Zeitschrift, Bd. XVI, S. 177, 1891 und Bd. XVII, S. 63, 1892. Vergl. auch G. v. Bunge, Lehrbuch der physiol. und pathol. Chemie, Aufl. IV, 1898, S. 411.