

Zur Kenntnis des Eiweißstoffwechsels.

II. Mitteilung.

Von

Franz Frank und Alfred Schittenhelm.

Mit zwei Kurvenzeichnungen im Text.

(Aus dem Laboratorium der Erlanger medizinischen Klinik.)

(Der Redaktion zugegangen am 30. Mai 1911.)

In einer früheren Mitteilung¹⁾ haben wir in lange ausgedehnten Stoffwechselversuchen an Hunden gezeigt, daß die Annahme einer Überlegenheit arteigenen Nahrungseiweißes zum Ersatz von Körpereweiß nicht zu Recht besteht, daß sie mindestens die Einschränkung erfahren muß, nur für einzelne Fälle zuzutreffen. Unsere Versuche sprachen vielmehr für die Anschauung, daß es bei der Verwertung eines Proteins zum Eiweißersatz vornehmlich darauf ankommt, daß das Nahrungsprotein dem Körpereweiß in seiner Zusammensetzung möglichst entspricht, von den Verdauungsfermenten leicht aufspaltbar ist und in dem Gemisch der Verdauungsprodukte sämtliche Bestandteile des Proteins in geeigneter Menge vorhanden sind. Das arteigene Protein würde demnach nicht vor, sondern neben denjenigen Proteinen rangieren, welche diesen Forderungen entsprechen und vornehmlich in ihrem Aminosäurengemisch dem arteigenen möglichst nahekommen.

Wir haben unsere Versuche fortgesetzt. Einmal wollten wir über die erwähnten Fragen größere Sicherheit gewinnen

¹⁾ F. Frank und A. Schittenhelm. Beitrag zur Kenntnis des Eiweißstoffwechsels, Diese Zeitschrift, Bd. 70, S. 98 (1910).

und dehnten daher die vergleichenden Untersuchungen auch über andere Proteine, wie Eialbumin, Casein, Trockenmilch aus. Sodann aber suchten wir uns ein Urteil darüber zu bilden, wie sich die Eiweißstoffe, wenn sie zuvor außerhalb des Körpers durch Fermente abgebaut werden, als Eiweißersatz in quantitativer Hinsicht bewähren.

Daß abgebaute Eiweißkörper zum Ersatz des Nahrungseiweißes mit vollem Erfolg herangezogen werden können, ist durch zahlreiche Versuche erwiesen. Loewi¹⁾ hat als erster diese Frage in Angriff genommen. Den vollen Beweis erbrachten aber vor allem die zahlreichen Versuche Abderhaldens²⁾ mit Rona und anderen Mitarbeitern, worin er auch zeigte, daß die Wegnahme gewisser Aminosäuren das Präparat für den Eiweißersatz entwertet. Weitere Beiträge wurden von Henriques und Hansen,³⁾ sowie von Lüthje⁴⁾ geliefert.

Darnach muß als völlig sicher angesehen werden, daß es eine Eiweißsynthese im Tierkörper gibt.

Auf Grund dieser Feststellungen wurde der Versuch unternommen, das abgebaute Eiweiß für die menschliche Ernährung zu verwenden. Wir haben in Gemeinschaft mit Abderhalden den ersten Beweis dafür erbracht, daß es gelingt, durch Klysmen abiureter Eiweißabbauprodukte den menschlichen Eiweißbedarf ausreichend zu decken.⁵⁾ Zur vollen Verwertung dieser Ernungenschaften war es jedoch nötig, zu erweisen, daß die

¹⁾ O. Loewi. Über Eiweißsynthese im Tierkörper, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharm., 1902, Bd. 48, S. 303.

²⁾ Abderhalden in Gemeinschaft mit Rona, Oppler, Ollinger, Messner und Windreth, Glamser, Manoliu, Suwa, Beiträge zur Frage nach der Verwertung von tief abgebautem Eiweiß im tierischen Organismus. I.—XVI. Mitteil., Diese Zeitschrift, 1904—1910, Bd. 42—68.

³⁾ W. Henriques und C. Hansen, Über Eiweißsynthese im Tierkörper. Diese Zeitschrift, 1904—1909, Bd. 43, 48, 49, 54, 60.

⁴⁾ H. Lüthje, Zur Frage der Eiweißsynthese im tierischen Organismus. Pflügers Archiv, 1906, Bd. 113.

⁵⁾ E. Abderhalden, F. Frank und A. Schittenhelm, Über die Verwertung von tief abgebautem Eiweiß im menschlichen Organismus. Diese Zeitschrift, 1909, Bd. 63.

abiureten Präparate in ihrer quantitativen Verwertung den intakten Proteinen nicht nachstehen.

Die folgenden Versuche erbringen diesen Nachweis. Wir haben uns die dazu nötigen Präparate bis auf das Verdauungsprodukt aus Rindermuskel («Erepton»), welches uns die Höchster-Farbwerke freundlichst zur Verfügung stellten, selbst angefertigt. Als Ausgangsmaterialien benutzten wir Trockenmagermilch, welche uns die Berliner Trockenmilch-Verwertungsgesellschaft in dankenswerter Weise überließ, Caseinnatrium, Eialbumin und Serumalbumin (Merck). Wir verdauten zunächst ca. 1 Woche mit Pepsinsalzsäure (Pepsin. pur. in lamellis Merck), dann nach Neutralisation durch Natriumbicarbonat ca. 3 Wochen mit Pankreatin-Rhenania und endlich ca. 1 Woche noch mit Erepsin. Nachdem das Verdauungsgemisch absolut biuretfrei war, wurde es bei niedriger Temperatur im Faust-Heimschen Trockenapparat eingedunstet und endlich im Exsikkator über Schwefelsäure zur Trockene gebracht. Das Milchpräparat wurde, wohl infolge seines leichten Fettgehaltes, nicht völlig trocken erhalten. Die anderen Präparate konnten dagegen pulverisiert werden. Sie stellten ein braunes Pulver dar, das nur wenig nach Fleisch-extraktivstoffen roch und wie diese schmeckte. Die in den Hunderversuchen verwandten Präparate wurden, Zeitersparnis halber, nicht völlig getrocknet, sondern in dickbreiigem Zustand verfüttert. Trockene pulverisierte Präparate verfütterten wir an Menschen, Versuche, über die wir anderweitig berichten. Nach Ermittlung des Stickstoffgehaltes wurden sie in entsprechender Menge zusammen mit Fett, Zucker und Stärke gereicht. Die Tiere nahmen diese Nahrung stets gerne. Erbrechen oder Verdauungsstörungen sahen wir trotz monatelanger Verabreichung nie auftreten.

Außer diesen Präparaten und den schon früher verwandten Trockenpulvern aus unverdaulichem Rind-, Pferde-, Hunde- und Fischfleisch, die wir uns auf die in der ersten Mitteilung angegebene Methode herstellten, zogen wir noch ein Albumosenpräparat aus Fischfleisch in den Kreis der Untersuchung, welches unter dem Namen «Riba» in Handel kommt und uns von den Ribawerken in Bremen überlassen wurde. Dasselbe hat nach

einer in der Noordenschen Klinik ausgeführten Analyse folgende Zusammensetzung: Albumin (sehr wenig) und Hemi-albumose 22,5%, primäre Albumosen 62,5%, Deuteroalbumosen (Deuteroalbumose B und C) 15,0%, echtes Pepton endlich in quantitativ nicht bestimmbarer Menge. Auch dieses Präparat wurde von den Tieren anstandslos genommen und gut vertragen.

Die Versuchsanordnung und Versuchsdurchführung entsprach genau den in unserer ersten Mitteilung gemachten Angaben. Wir haben diesen nichts hinzuzufügen. Zu den Versuchen benützten wir zwei Dachshunde. Der eine Versuch dauerte ca. $\frac{1}{2}$ Jahr, der andere $4\frac{1}{2}$ Monate. Die Zusammensetzung der Nahrung war während der ganzen Zeit immer dieselbe, indem dauernd genau abgewogen die gleiche Menge Fett, Stärke und Zucker verabreicht wurde und vor allem die gleiche Menge an Nahrungsstickstoff, der nur in den einzelnen Perioden verschiedenen Stoffen angehörte.

Beide Tiere hielten sich während des ganzen langen Versuches in ihrem Gewicht völlig auf gleicher Höhe; es differierte nur um ca. 50—100 g. Ihr Wohlbefinden war am ersten wie am letzten Versuchstag gleich gut und zeigte in der langen Versuchszeit nicht die geringsten Störungen. Die Resultate sind daher so einwandfrei wie nur möglich. Nur ein Tag (12./13. II.), an dem versuchsweise ein Präparat verfüttert wurde, welches aus Trockenmilch hergestellt, aber in der Hitze eingetrocknet war und dabei offenbar störende Zersetzungsprodukte erhielt, ist auszunehmen, da der Hund das Präparat sofort erbrach. Man sieht daraus, wie wichtig die sorgsame Darstellung, namentlich die Vermeidung eingreifender Hitze-wirkung für die Brauchbarkeit der Produkte ist.

Wir lassen zunächst die Versuchstabellen folgen.

Tabelle I. — Dackel 1.

Pe- riode	Datum 1910	Nahrung	N- Zu- fuhr	N-Ausfuhr		N- Bilanz	Kör- per- ge- wicht	Bemer- kungen
				Urin	Kot			
I.	29./30.XI.	9,66 g Rind- fleisch 20 g Fett 20 » Trauben- zucker 10 » Stärke	1,2	0,79	0,08	0,87	+ 0,33	4200
	30./1. XII.		1,2	0,98	0,08	1,06	+ 0,14	4200
	1./2.		1,2	0,96	0,08	1,04	+ 0,16	4200
	2./3.		1,2	0,93	0,08	1,01	+ 0,19	4200
	3./4.		1,2	0,87	0,08	0,95	+ 0,25	4200
	4./5.		1,2	0,84	0,08	0,92	+ 0,28	4200
	5./6.		1,2	0,94	0,08	1,02	+ 0,18	4200
	6./7.		1,2	0,77	0,08	0,85	+ 0,35	4200
II.	7./8.	9,1 g Erepton sonst idem	1,2	1,40	0,15	1,55	- 0,35	4200
	8./9.		1,2	1,14	0,15	1,29	- 0,09	4200
	9./10.		1,2	1,12	0,15	1,27	- 0,07	4200
	10./11.		1,2	1,24	0,15	1,39	- 0,19	4200
	11./12.		1,2	1,18	0,15	1,33	- 0,13	4200
	12./13.		1,2	1,10	0,15	1,25	- 0,05	4200
	13./14.		1,2	0,98	0,15	1,13	+ 0,07	4200
	14./15.		1,2	0,93	0,15	1,08	+ 0,12	4200
	15./16.		1,2	0,86	0,15	1,01	+ 0,19	4200
	16./17.		1,2	1,07	0,15	1,22	- 0,02	4200
	17./18.		1,2	1,01	0,15	1,16	+ 0,04	4200
	18./19.		1,2	0,81	0,15	0,96	+ 0,24	4200
	19./20.		1,2	0,90	0,15	1,05	+ 0,15	4200
	20./21.		1,2	1,04	0,15	1,19	+ 0,01	4200
21./22.	1,2	0,98	0,15	1,13	+ 0,07	4200		
III.	22./23.	9,66 g Rind- fleisch sonst idem	1,2	1,06	0,22	1,28	- 0,08	4200
	23./24.		1,2	0,73	0,22	0,95	+ 0,25	4200
	24./25.		1,2	0,78	0,22	1,00	+ 0,20	4200
	25./26.		1,2	0,67	0,22	0,89	+ 0,31	4200
	26./27.		1,2	0,81	0,22	1,03	+ 0,17	4200
	27./28.		1,2	1,21	0,22	1,43	- 0,23	4200
	28./29.		1,2	1,04	0,22	1,26	- 0,06	4200

Tabelle I. — Fortsetzung.

Pe- riode	Datum 1910/1911	Nahrung	N- Zu- fuhr	N-Ausfuhr			N- Bilanz	Kör- per- ge- wicht	Bemer- kungen
				Urin	Kot	Ge- samt			
IV.	29./30. XII.	8,57 g Fisch- fleisch sonst idem	1,2	1,18	0,07	1,25	- 0,05	4400	
	30./31.		1,2	0,95	0,07	1,02	+ 0,18	4400	
	31./1. I.		1,2	1,15	0,07	1,22	- 0,02	4400	
	1./2.		1,2	1,23	0,07	1,30	- 0,10	4300	
	2./3.		1,2	0,90	0,07	0,97	+ 0,23	4200	
	3./4.		1,2	1,01	0,07	1,08	+ 0,12	4200	
	4./5.		1,2	1,00	0,07	1,07	+ 0,13	4100	
	5./6.		1,2	0,95	0,07	1,02	+ 0,18	4100	
	6./7.		1,2	0,84	0,07	0,91	+ 0,29	4150	
	7./8.		1,2	1,04	0,07	1,11	+ 0,09	4150	
8./9.	1,2	0,92	0,07	0,99	+ 0,21	4150			
9./10.	1,2	0,96	0,07	1,03	+ 0,17	4100			
V.	10./11.	8,28 g Riba sonst idem	1,2	1,01	0,09	1,10	+ 0,10	4130	
	11./12.		1,2	1,19	0,09	1,28	- 0,08	4130	
	12./13.		1,2	1,18	0,09	1,27	- 0,07	4100	
	13./14.		1,2	1,12	0,09	1,21	- 0,01	4100	
	14./15.		1,2	0,98	0,09	1,07	+ 0,13	4100	
	15./16.		1,2	1,20	0,09	1,29	- 0,09	4100	
	16./17.		1,2	1,23	0,09	1,32	- 0,12	4100	
	17./18.		1,2	1,12	0,09	1,21	- 0,01	4100	
	18./19.		1,2	1,09	0,09	1,18	+ 0,02	4100	
	19./20.		1,2	1,28	0,09	1,37	- 0,17	4100	
VI.	20./21.	9,71 g Hunde- fleisch sonst idem	1,2	0,98	0,08	1,06	+ 0,14	4100	
	21./22.		1,2	0,95	0,08	1,03	+ 0,17	4100	
	22./23.		1,2	0,84	0,08	0,92	+ 0,28	4100	
	23./24.		1,2	0,92	0,08	1,00	+ 0,20	4100	
	24./25.		1,2	0,89	0,08	0,97	+ 0,23	4100	
	25./26.		1,2	0,81	0,08	0,89	+ 0,31	4100	
	26./27.		1,2	1,06	0,08	1,14	+ 0,06	4100	
	27./28.		1,2	0,95	0,08	1,03	+ 0,17	4200	
	28./29.		1,2	0,87 ²	0,08	0,95	+ 0,25	4100	
	29./30.		1,2	0,90	0,08	0,98	+ 0,22	4100	
	30./31.		1,2	0,91	0,08	0,99	+ 0,21	4100	
	31./1. II.		1,2	0,78	0,08	0,86	+ 0,34	4140	
1./2.	1,2	1,12	0,08	1,20	+ 0,0	4100			

Tabelle I. — Fortsetzung.

Pe-riode	Datum 1911	Nahrung	N- Zu- fuhr	N-Ausfuhr			N- Bilanz	Kör- per- ge- wicht	Bemer- kungen	
				Urin	Kot	Ge- samt				
VII.	2./3. II.	23,14g Trocken-	1,2	0,95	0,12	1,07	+ 0,13	4190		
	3./4.	Magermilch	1,2	0,70	0,12	0,82	+ 0,38	4200		
	4./5.	12 g Zucker	1,2	0,84	0,12	0,96	+ 0,24	4220		
	5./6.	sonst idem	1,2	0,90	0,12	1,02	+ 0,18	4230		
	6./7.		1,2	0,98	0,12	1,10	+ 0,10	4210		
	7./8.		1,2	1,04	0,12	1,16	+ 0,04	4210		
	8./9.		1,2	0,73	0,12	0,85	+ 0,35	4260		
	9./10.		1,2	0,93	0,12	1,05	+ 0,15	4220		
	10./11.		1,2	0,84	0,12	0,96	+ 0,24	4230		
	11./12.		1,2	0,87	0,12	0,99	+ 0,21	4250		
	12./13.	13,9 g ver- daute Milch 12 g Zucker	1,2	—	—	—	—	4090		Sofort erbrochen (altes Präparat)
	13./14.	23,14g Trocken-	1,2	0,95	0,12	1,07	+ 0,13	4190		
	14./15.	Magermilch	1,2	0,90	0,12	1,02	+ 0,18	4150		
	15./16.	12 g Zucker	1,2	0,84	0,12	0,96	+ 0,24	4230		
	16./17.	20 > Fett	1,2	0,92	0,12	1,04	+ 0,16	4140		
	17./18.	20 > Stärke	1,2	0,78	0,12	0,90	+ 0,30	4290		
	18./19.		1,2	0,78	0,12	0,90	+ 0,30	4170		
	VIII.	19./20.	9,45 g Eier- albumin	1,2	0,78	0,09	0,87	+ 0,33		4160
20./21.			1,2	0,81	0,09	0,90	+ 0,30	4150		
21./22.		12 g Zucker	1,2	0,81	0,09	0,90	+ 0,30	4170		
22./23.		20 > Fett	1,2	0,78	0,09	0,87	+ 0,33	4130		
23./24.		20 > Stärke	1,2	0,78	0,09	0,87	+ 0,33	4140		
24./25.		20 g Zucker	1,2	0,73	0,09	0,82	+ 0,38	4110		
25./26.			1,2	0,75	0,09	0,84	+ 0,36	4130		
26./27.			1,2	0,78	0,09	0,87	+ 0,33	4160		
27./28.			1,2	0,78	0,09	0,87	+ 0,33	4170		
28./I.III.			1,2	0,70	0,09	0,79	+ 0,41	4160		
IX.	1./2.	9,71 g Hunde- fleisch	1,2	1,12	0,11	1,23	— 0,03	4120		
	2./3.		1,2	0,87	0,11	0,98	+ 0,22	4140		
	3./4.	20 g Zucker	1,2	0,92	0,11	1,03	+ 0,17	4130		
	4./5.	20 > Fett	1,2	0,84	0,11	0,95	+ 0,25	4130		
	5./6.	20 > Stärke	1,2	1,04	0,11	1,15	+ 0,05	4140		
	6./7.		1,2	0,84	0,11	0,95	+ 0,25	4170		
	7./8.		1,2	0,87	0,11	0,98	+ 0,22	4180		
	8./9.		1,2	1,03	0,11	1,14	+ 0,06	4130		

Tabelle I. — Fortsetzung.

Pe- riode	Datum 1911	Nahrung	N- Ein- fuhr	N-Ausfuhr			N- Bilanz	Kör- per- ge- wicht	Bemer- kungen
				Urin	Kot	Ge- samt			
X.	9./10. III.	27,27 g Mager- milch, verdaut 12 g Zucker 20 » Fett 20 » Stärke	1,2	0,89	0,24	1,13	+ 0,07	4180	Stuhl während dieser Periode breiig (nicht diarrhöisch)
	10./11.		1,2	1,06	0,24	1,30	- 0,10	4180	
	11./12.		1,2	0,98	0,24	1,22	- 0,02	4170	
	12./13.		1,2	0,98	0,24	1,22	- 0,02	4110	
	13./14.		1,2	0,92	0,24	1,16	+ 0,04	4110	
	14./15.		1,2	0,98	0,24	1,22	- 0,02	4070	
	15./16.		1,2	0,84	0,24	1,08	+ 0,12	4090	
	16./17.		1,2	0,87	0,24	1,11	+ 0,09	4090	
	17./18.		1,2	0,95	0,24	1,19	+ 0,01	4070	
18./19.	1,2	0,95	0,24	1,19	+ 0,01	4020			
XI.	19./20.	22,51 g Casein verdaut 20 g Zucker 20 » Stärke 20 » Fett	1,2	1,04	0,02	1,06	+ 0,14	4050	Während der ganzen Periode nur 3 g (?) Kot (Trocken- gewicht)
	20./21.		1,2	1,04	0,02	1,06	+ 0,14	4050	
	21./22.		1,2	1,89	0,02	0,91	+ 0,29	4060	
	22./23.		1,2	0,98	0,02	1,00	+ 0,20	4060	
	23./24.		1,2	1,12	0,02	1,14	+ 0,06	4080	
	24./25.		1,2	0,98	0,02	1,00	+ 0,20	4080	
	25./26.		1,2	1,04	0,02	1,06	+ 0,14	4100	
	26./27.		1,2	0,95	0,02	0,97	+ 0,23	4100	
XII.	27./28.	21,7 g Blut- albumin, ver- daut 20 g Zucker 20 » Stärke 20 » Fett	1,2	0,89	0,17	1,06	+ 0,14	4130	Urin ver- loren
	28./29.		1,2	1,12	0,17	1,29	- 0,09	4100	
	29./30.		1,2	1,09	0,17	1,26	- 0,06	4070	
	30./31.		1,2	0,98	0,17	1,15	+ 0,05	4100	
	31./1. IV.		1,2	1,09	0,17	1,26	- 0,06	4080	
	1./2.		1,2	0,90	0,17	1,07	+ 0,13	4060	
	2./3.		1,2	0,98	0,17	1,15	+ 0,05	4060	
	3./4.		1,2	—	0,17	—	—	4060	
	4./5.		1,2	1,01	0,17	1,18	+ 0,02	4100	
	5./6.		1,2	0,95	0,17	1,12	+ 0,08	4090	

Tabelle I. — Fortsetzung.

Pe- riode	Datum 1911	Nahrung	N- Ein- fuhr	N-Ausfuhr			N- Bilanz	Kör- per- ge- wicht	Bemer- kungen
				Urin	Kot	Ge- samt			
XIII.	6./7. IV.	16,2 g Eier- albumin, ver- daut 20 g Zucker 20 » Stärke 20 » Fett	1,2	0,98	0,13	1,11	+ 0,09	4100	
	7./8.		1,2	0,73	0,13	0,86	+ 0,34	4100	
	8./9.		1,2	0,76	0,13	0,89	+ 0,31	4110	
	9./10.		1,2	0,76	0,13	0,89	+ 0,31	4140	
	10./11.		1,2	0,67	0,13	0,80	+ 0,40	4140	
	11./12.		1,2	0,70	0,13	0,83	+ 0,37	4110	
	12./13.		1,2	0,84	0,13	0,97	+ 0,23	4110	
	13./14.		1,2	0,87	0,13	1,00	+ 0,20	4130	
	14./15.		1,2	0,87	0,13	1,00	+ 0,20	4130	
	15./16.		1,2	0,78	0,13	0,91	+ 0,29	4130	
XIV.	16./17.	9,1 g Erepton 20 » Stärke 20 » Zucker 20 » Fett	1,2	1,18	0,18	1,36	- 0,16	4090	
	17./18.		1,2	1,12	0,18	1,30	- 0,10	4130	
	18./19.		1,2	1,01	0,18	1,19	+ 0,01	4100	
	19./20.		1,2	1,06	0,18	1,24	- 0,04	4120	
	20./21.		1,2	1,12	0,18	1,30	- 0,10	4130	
	21./22.		1,2	1,09	0,18	1,27	- 0,07	4110	
	22./23.		1,2	1,06	0,18	1,24	- 0,04	4130	
	23./24.		1,2	1,01	0,18	1,19	+ 0,01	4120	
	24./25.		1,2	0,98	0,18	1,16	+ 0,04	4120	
	25./26.		1,2	0,92	0,18	1,10	+ 0,10	4140	
	26./27.		1,2	0,98	0,18	1,16	+ 0,04	4120	
	27./28.		1,2	1,06	0,18	1,24	- 0,04	4090	
	28./29.		1,2	1,01	0,18	1,19	+ 0,01	4120	
	29./30.		1,2	1,06	0,18	1,24	- 0,04	4080	
	30./1. V.		1,2	1,01	0,18	1,19	+ 0,01	4110	
	1./2.		1,2	0,98	0,18	1,16	+ 0,04	4110	
	2./3.		1,2	0,90	0,18	1,08	+ 0,12	4110	
	3./4.		1,2	1,06	0,18	1,24	- 0,04	4090	
	4./5.		1,2	1,01	0,18	1,19	+ 0,01	4090	
	5./6.		1,2	0,90	0,18	1,08	+ 0,12	4100	
	6./7.		1,2	0,87	0,18	1,05	+ 0,15	4080	
	7./8.		1,2	0,92	0,18	1,10	+ 0,10	4090	
8./9.	1,2	0,95	0,18	1,13	+ 0,07	4100			
9./10.	1,2	0,98	0,18	1,16	+ 0,04	4110			
10./11.	1,2	0,98	0,18	1,16	+ 0,04	4090			
11./12.	1,2	0,98	0,18	1,16	+ 0,04	4090			

Tabelle II. — Dackel 2.

Pe- riode	Datum 1911	Nahrung	N- Ein- fuhr	N-Ausfuhr		N- Bilanz	Ge- wicht	Bemer- kungen	
				Urin	Kot Ges.- N				
I.	4./5. I.	11,33gPferde- fleisch 25 g Fett 25 » Zucker 25 » Stärke	1,5	1,87	0,19	2,06	- 0,56	5600	
	5./6.		1,5	1,74	0,19	1,93	- 0,43	5550	
	6./7.		1,5	1,52	0,19	1,71	- 0,21	5550	
	7./8.		1,5	2,06	0,19	2,25	- 0,75	5600	
	8./9.		1,5	1,65	0,19	1,84	- 0,34	5550	
	9./10.		1,5	1,66	0,19	1,85	- 0,35	5500	
	10./11.		1,5	1,59	0,19	1,78	- 0,28	5500	
	11./12.		1,5	1,64	0,19	1,83	- 0,33	5500	
	12./13.		1,5	1,35	0,19	1,54	- 0,04	5500	
	13./14.		1,5	1,59	0,19	1,78	- 0,28	5500	
	14./15.		1,5	1,54	0,19	1,73	- 0,23	5350	
	15./16.	1,5	1,68	0,19	1,87	- 0,37	5300		
	16./17.	35 g Fett	1,5	1,48	0,19	1,67	- 0,17	5400	
	17./18.	25 » Stärke 25 » Zucker	1,5	1,53	0,19	1,72	- 0,22	5400	
	18./19.	1,5	1,54	0,19	1,73	- 0,23	5400		
	19./20.	1,5	1,62	0,19	1,81	- 0,31	5300		
	20./21.	1,5	1,62	0,19	1,81	- 0,31	5400		
	21./22.	1,5	1,51	0,19	1,70	- 0,20	5400		
	22./23.	1,5	1,51	0,19	1,70	- 0,20	5400		
	II.	23./24.	12,15gHunde- fleisch 35 g Fett 25 » Stärke 25 » Zucker	1,5	1,45	0,15	1,60	- 0,10	5400
		24./25.		1,5	1,43	0,15	1,58	- 0,08	5300
		25./26.		1,5	1,43	0,15	1,58	- 0,08	5400
26./27.		1,5		1,65	0,15	1,80	- 0,30	5400	
27./28.		1,5		1,45	0,15	1,60	- 0,10	5400	
28./29.		1,5		1,43	0,15	1,58	- 0,08	5300	
29./30.		25 g Fett		1,5	1,37	0,15	1,52	- 0,02	5300
30./31.		25 » Stärke 25 » Zucker		1,5	1,46	0,15	1,61	- 0,11	5300
31./I. II.		1,5		1,09	0,15	1,24	+ 0,26	5270	
1./2.		1,5		1,74	0,15	1,89	- 0,39	5300	
2./3.		1,5		1,68	0,15	1,83	- 0,33	5320	
3./4.		35 g Fett 25 » Stärke		1,5	1,54	0,15	1,69	- 0,19	5320
4./5.		25 » Zucker		1,5	1,48	0,15	1,63	- 0,13	5250

nur
25 g Fett
25 » Zucker
25 » Stärke
be-
kommen

Tabelle II. — Fortsetzung.

Periode	Datum 1911	Nahrung	N- Ein- fuhr	N-Ausfuhr		N- Bilanz	Ge- wicht	Bemer- kungen
				Urin	Kot Ges.- N			
II.	5./6. II.	12,15 g Hunde- fleisch 35 g Fett 25 » Stärke 25 » Zucker	1,5	1,46	0,15	1,61	- 0,11	5220
	6./7.		1,5	1,33	0,15	1,48	+ 0,02	5270
	7./8.		1,5	1,62	0,15	1,77	- 0,27	5260
	8./9.		1,5	1,46	0,15	1,61	- 0,11	5330
	9./10.		1,5	1,51	0,15	1,66	- 0,16	5260
	10./11.		1,5	1,46	0,15	1,61	- 0,11	5260
	11./12.		1,5	1,51	0,15	1,66	- 0,16	5220
	12./13.		1,5	1,23	0,15	1,38	+ 0,12	5250
	13./14.		1,5	1,32	0,15	1,47	+ 0,03	5230
	14./15.		1,5	1,26	0,15	1,41	+ 0,09	5280
III.	15./16.	11,33 g Pferde- fleisch 35 g Fett 25 » Stärke 25 » Zucker	1,5	1,60	0,17	1,77	- 0,27	5260
	16./17.		1,5	1,23	0,17	1,40	+ 0,10	5270
	17./18.		1,5	1,52	0,17	1,69	- 0,19	5220
	18./19.		1,5	1,34	0,17	1,51	- 0,01	5250
	19./20.		1,5	1,40	0,17	1,57	- 0,07	5280
	20./21.		1,5	1,59	0,17	1,76	- 0,26	5240
	21./22.		1,5	1,34	0,17	1,51	- 0,01	5230
	22./23.		1,5	1,26	0,17	1,43	+ 0,07	5240
	23./24.		1,5	1,26	0,17	1,43	+ 0,07	5210
	24./29.		1,5	1,31	0,17	1,48	+ 0,02	5240
25./26.	1,5	1,40	0,17	1,57	- 0,07	5300		
IV.	26./27.	11,38 g Erepton 35 » Fett 25 » Zucker 25 » Stärke	1,5	1,54	0,20	1,74	- 0,24	5290
	27./28.		1,5	1,62	0,20	1,82	- 0,32	5300
	28./1. III.		1,5	1,68	0,20	1,88	- 0,38	5300
	1./2.		1,5	1,32	0,20	1,52	- 0,02	5300
	2./3.		1,5	1,40	0,20	1,60	- 0,10	5300
	3./4.		1,5	1,43	0,20	1,63	- 0,13	5290
	4./5.		1,5	1,40	0,20	1,60	- 0,10	5260
	5./6.		1,5	1,40	0,20	1,60	- 0,10	5260
	6./7.		1,5	1,54	0,20	1,74	- 0,24	5260
	7./8.		1,5	1,43	0,20	1,63	- 0,13	5250
8./9.	1,5	1,48	0,20	1,68	- 0,18	5270		

Tabelle II. — Fortsetzung.

Pe- riode	Datum 1911	Nahrung	N- Ein- fuhr	N-Ausfuhr			N- Bilanz	Ge- wicht
				Urin	Kot	Ges.- N		
V.	9./10. III.	12,15 g. Hunde- fleisch 35 g Fett 25 » Zucker 25 » Stärke	1,5	1,20	0,13	1,33	+ 0,17	5250
	10./11.		1,5	1,04	0,13	1,17	+ 0,33	5270
	11./12.		1,5	1,18	0,13	1,31	+ 0,19	5260
	12./13.		1,5	1,02	0,13	1,15	+ 0,35	5300
	13./14.		1,5	1,23	0,13	1,36	+ 0,14	5310
	14./15.		1,5	1,26	0,13	1,39	+ 0,11	5310
	15./16.		1,5	1,32	0,13	1,45	+ 0,05	5280
	16./17.		1,5	1,09	0,13	1,22	+ 0,28	5280
	17./18.		1,5	1,18	0,13	1,31	+ 0,19	5300
	18./19.		1,5	1,06	0,13	1,19	+ 0,31	5300
VI.	19./20.	11,33 g Pferde- fleisch 35 g Fett 25 » Stärke 25 » Zucker	1,5	1,23	0,11	1,34	+ 0,16	5320
	20./21.		1,5	1,29	0,11	1,40	+ 0,10	5300
	21./22.		1,5	1,30	0,11	1,41	+ 0,09	5320
	22./23.		1,5	1,23	0,11	1,34	+ 0,16	5350
	23./24.		1,5	1,26	0,11	1,37	+ 0,13	5320
	24./25.		1,5	1,09	0,11	1,20	+ 0,30	5330
	25./26.		1,5	1,17	0,11	1,28	+ 0,22	5340
	26./27.		1,5	1,15	0,11	1,26	+ 0,24	5400
	27./28.		1,5	1,24	0,11	1,35	+ 0,15	5420
	28./29.		1,5	1,09	0,11	1,20	+ 0,30	5420
VII.	29./30.	27,1 g Blut- albumin, ver- daut 35 g Fett 25 » Stärke 25 » Zucker	1,5	1,40	0,09	1,49	+ 0,01	5420
	30./31.		1,5	1,18	0,09	1,27	+ 0,23	5430
	31./1. IV.		1,5	1,36	0,09	1,45	+ 0,05	5430
	1./2.		1,5	1,06	0,09	1,15	+ 0,35	5500
	2./3.		1,5	1,51	0,09	1,60	- 0,10	5530
	3./4.		1,5	1,23	0,09	1,32	+ 0,18	5520
	4./5.		1,5	1,40	0,09	1,49	+ 0,01	5550
	5./6.		1,5	1,34	0,09	1,43	+ 0,07	5560
	6./7.		1,5	1,48	0,09	1,57	- 0,07	5550

Tabelle II. — Fortsetzung.

Pe- riode	Datum 1911	Nahrung	N- Ein- fuhr	N-Ausfuhr			N- Bilanz	Ge- wicht	Bemer- kungen
				Urin	Kot	Ges.- N			
VIII.	7./8. IV.	20,16 g Eier- albumin, ver- daut 35 g Fett 25 » Stärke 25 » Zucker	1,5	1,23	0,32	1,55	- 0,05	5540	
	8./9.		1,5	1,04	0,32	1,36	+ 0,14	5570	
	9./10.		1,5	1,06	0,32	1,38	+ 0,12	5540	
	10./11.		1,5	0,90	0,32	1,22	+ 0,28	5550	
	11./12.		1,5	1,09	0,32	1,41	+ 0,09	5530	
	12./13.		1,5	1,18	0,32	1,50	+ 0	5520	
	13./14.		1,5	1,20	0,32	1,52	- 0,02	5550	
	14./15.		1,5	0,98	0,32	1,30	+ 0,20	5540	
	15./16.		1,5	1,01	0,32	1,33	+ 0,17	5580	
	16./17.		1,5	1,26	0,32	1,58	- 0,08	5580	
	IX.		17./18.	11,38 g Erepton 35 » Fett 25 » Stärke 25 » Zucker	1,5	1,32	0,16	1,48	+ 0,02
18./19.		1,5	1,57		0,16	1,73	- 0,23	5470	
19./20.		1,5	1,40		0,16	1,56	- 0,06	5470	
20./21.		1,5	1,34		0,16	1,50	+ 0	5530	
21./22.		1,5	1,46		0,16	1,62	- 0,12	5510	
22./23.		1,5	1,46		0,16	1,62	- 0,12	5490	
23./24.		1,5	1,34		0,16	1,50	+ 0	5510	
24./25.		1,5	1,32		0,16	1,48	+ 0,02	5500	
25./26.		1,5	1,32		0,16	1,48	+ 0,02	5510	
26./27.		1,5	1,20		0,16	1,36	+ 0,14	5510	
27./28.		1,5	1,33		0,16	1,49	+ 0,01	5530	
28./29.		1,5	1,37		0,16	1,53	- 0,03	5450	
29./30.		1,5	1,32		0,16	1,48	+ 0,02	5490	
30./1. V.		1,5	1,32		0,16	1,48	+ 0,02	5490	
1./2.		1,5	1,48		0,16	1,64	- 0,14	5490	
2./3.		1,5	1,20		0,16	1,36	+ 0,14	5490	
3./4.		1,5	1,29		0,16	1,45	+ 0,05	5520	
4./5.		1,5	1,23		0,16	1,39	+ 0,11	5540	
5./6.		1,5	1,20		0,16	1,36	+ 0,14	5530	
6./7.		1,5	1,20		0,16	1,36	+ 0,14	5510	
7./8.		1,5	1,26		0,16	1,42	+ 0,08	5490	
8./9.	1,5	1,31	0,16	1,47	+ 0,03	5490			
9./10.	1,5	1,23	0,16	1,39	+ 0,11	5490			
10./11.	1,5	1,26	0,16	1,42	+ 0,08	5480			
11./12.	1,5	1,18	0,16	1,34	+ 0,16	5540			

Zur schnelleren Orientierung haben wir die Mittelwerte aus den einzelnen Versuchen berechnet und bringen in folgenden Tabellen eine übersichtliche Zusammenstellung derselben.

Berechnungen der Mittelwerte aus:

Tabelle I. — 1. Versuch.

Periode	Nahrung	N-Ein- fuhr	N-Ausfuhr			N-Bilanz	Ge- wicht in g	Bemer- kungen
			Urin	Kot	Ges.- N			
I. (8 Tage)	Rindfleisch	1.2	0,885	0,08	0,965	+ 0,235	+ 0	
II. (15 Tage)	Erepton	1.2	1,05	0,15	1,20	+ 0	+ 0	
III. (7 Tage)	Rindfleisch	1.2	0,90	0,22	1,12	+ 0,08	+ 0	
IV. (12 Tage)	Fischfleisch	1.2	1,01	0,07	1,08	+ 0,12	- 8	
V. (10 Tage)	Riba	1.2	1,14	0,09	1,23	- 0,03	+ 0	
VI. (13 Tage)	Hundefleisch	1.2	0,92	0,08	1,00	+ 0,20	+ 0	
VII. (16 bzw. 17 Tage)	Trocken- magermilch	1.2	0,87	0,12	0,99	+ 0,21	+ 10	1 Tag ausge- fallen.
VIII. (10 Tage)	Eieralbumin	1.2	0,77	0,09	0,86	+ 0,34	- 1	
IX. (8 Tage)	Hundefleisch	1.2	0,94	0,11	1,05	+ 0,15	- 4	
X. (10 Tage)	Magermilch verdaut	1.2	0,94	0,24	1,18	+ 0,02	- 10	
XI. (8 Tage)	Casein verdaut	1.2	1,005	0,02	1,025	+ 0,175	+ 10	
XII. (10 Tage)	Blutalbumin verdaut	1.2	1,00	0,17	1,17	+ 0,03	- 1	
XIII. (10 Tage)	Eieralbumin verdaut	1.2	0,80	0,13	0,93	+ 0,27	+ 4	
XIV. (26 Tage)	Erepton	1.2	1,01	0,18	1,19	+ 0,01	- 1,5	

Berechnungen der Mittelwerte aus:

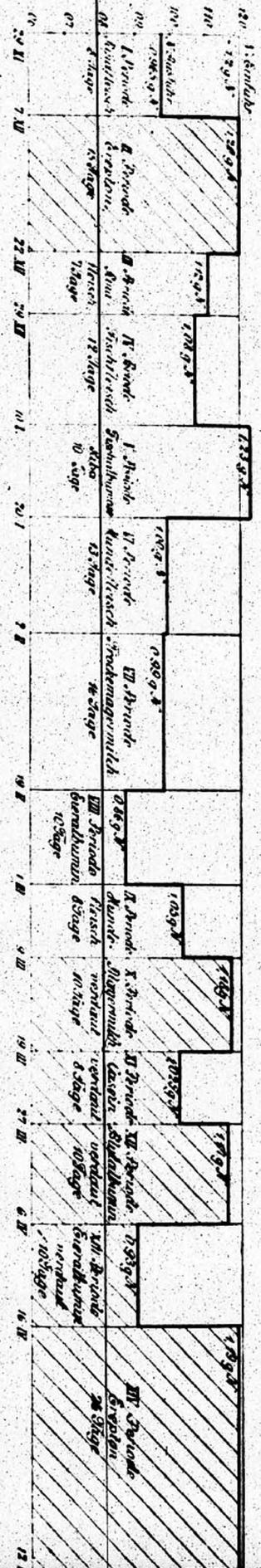
Tabelle II. — 2. Versuch.

Periode	Nahrung	N-Ein- fuhr	N-Ausfuhr			N-Bilanz	Ge- wicht in g
			Urin	Kot	Ges.-N		
I. 19 Tage	Pferdelleisch	1.5	1.62	0.19	1.81	-0.31	-20
II. 23 Tage	Hundelleisch	1.5	1.45	0.15	1.60	-0.10	-5
III. 11 Tage	Pferdelleisch	1.5	1.39	0.17	1.56	-0.06	+2
IV. 11 Tage	Erepton	1.5	1.48	0.20	1.68	-0.18	-3
V. 10 Tage	Hundelleisch	1.5	1.16	0.13	1.29	+0.21	+3
VI. 10 Tage	Pferdelleisch	1.5	1.205	0.11	1.315	+0.185	+12
VII. 9 Tage	Blutalbumin verdaut	1.5	1.33	0.09	1.42	+0.08	+13
VIII. 10 Tage	Eieralbumin verdaut	1.5	1.095	0.32	1.415	+0.085	+3
IX.	Erepton	1.5	1.32	0.16	1.48	+0.02	-6

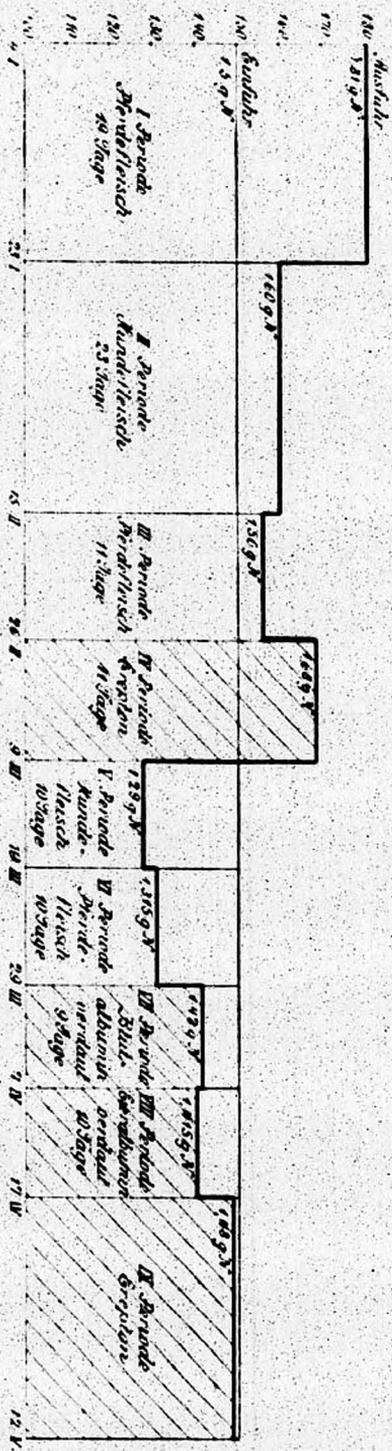
Um eine schnelle Übersicht noch mehr zu erleichtern, haben wir die Resultate der beiden Versuche in Kurvenform gebracht (s. u. S. 172).

Überblicken wir zunächst den ersten Versuch, so geht aus demselben wiederum hervor, daß dem arteigenen Protein bei der Verwertung für den Eiweißersatz keine ausschlaggebende Rolle zukommt. Wir führen hier die einzelnen Perioden nochmals kurz in den diesbezüglichen Einzelheiten an, wobei wir dieselben nach ihrer Ausnützung ordnen.

Die Werte schwanken übrigens relativ unerheblich, und man kann Rindfleisch, Trockenmilch, Hundelleisch und Fischfleisch als ziemlich gleichwertig betrachten. Wie wenig man auf kleinere Differenzen geben kann, zeigen die zwei Rindfleischperioden, welche, obwohl gleichmäßig durchgeführt und nur von kurzem Intervall getrennt, dennoch keine ganz analogen Werte geben.



Dackel I.



Dackel II.

Nahrungsprotein	Dauer der Periode Tage	N-Ausfuhr (tägl.) g
Eieralbumin	10	0,86
Rindfleisch	8	0,96
Trockenmagermilch	16	0,99
Hundefleisch	13	1,00
"	8	1,05
Fischfleisch	12	1,08
Rindfleisch	7	1,12

Besonders interessant gestalten sich in diesem Versuche die Perioden, in welchen abiurete Verdauungsprodukte gereicht wurden. Wir müssen dieselben einmal für sich und dann im Vergleich zu den Perioden betrachten, in denen das intakte Protein zur Verfütterung kam.

Nahrungsprotein	N-Ausfuhr g	Abiuretes Verdauungs- produkt	N-Ausfuhr g
Eieralbumin (10 Tage)	0,86	Eieralbumin (10 Tage)	0,93
Trockenmagermilch (16 Tage)	0,99	Casein (8 Tage)	1,025
		Trockenmagermilch (10 Tage)	1,18
		Blutalbumin (10 Tage)	1,17
Rindfleisch (8 Tage)	0,965	Rindfleisch (Erepton 15 Tage)	1,20
" (7 Tage)	1,12	Rindfleisch (Erepton 26 Tage)	1,19
Fischfleisch (12 Tage)	1,08	Fischfleischalbumosen (Riba 10 Tage)	1,23

Daß abiurete Verdauungsprodukte ein vollwertiges Nahrungseiweiß darstellt, wie es ja Abderhalden und andere schon erwiesen, geht aus unserem Versuche mit voller Klarheit hervor. Der Hund wurde mehr wie zwei Monate ununterbrochen mit abiureten Produkten gefüttert, wobei er stets eine positive Stickstoffbilanz zeigte. Dabei hielt sich die Stickstoffzufuhr an der unteren Grenze seines Stickstoffbedarfes, wie sie durch eine längere Hungerperiode und

nachfolgende stickstofffreie Fett-Kohlenhydraternährung vor Beginn des Versuches ermittelt wurde.

Wie vorzüglich die abiureten Produkte ausgenutzt wurden, geht vor allem aus dem Vergleich mit den Resultaten jener Perioden hervor, wo ihre Ausgangsprodukte in intakter Form verfüttert wurden. Die Differenzen sind nur unerheblich, und man darf z. B. für das Eialbumin ohne weiteres eine völlig gleiche Verwertung annehmen, einerlei ob es verdaut oder unverdaut gereicht wurde. Bei den anderen Nahrungsstoffen sind die Unterschiede etwas höher; sie erreichten aber nie Werte, welche das verdaute Präparat gegenüber dem Ausgangsmaterial stark disqualifizieren würden. Man kann darum aus dem Versuch ohne weiteres den Schluß ziehen, daß bei gut durchgeführter Verdauung und richtig vorgenommener Trocknung des Präparates das Nahrungsprotein durch die Verdauung außerhalb des Körpers bis zu abiureten Spaltprodukten nichts an seiner Wertigkeit für den Eiweißersatz verliert. Dieses Resultat ist ebenso interessant wie wichtig. Einmal hilft es zur weiteren Klärung der Frage der Eiweißsynthese und dann eröffnet es die weitesten Perspektiven für die Verwertung der im Tierversuch gewonnenen Resultate für die menschliche Ernährung.

Die einzelnen Präparate sind verschieden gut brauchbar. Weitaus am besten ausgenutzt wird das Eialbumin und das Casein. Erheblich größere Stickstoffmengen braucht man vom Fleisch, und es ist entschieden bemerkenswert, daß auch vom Blotalbumin, welches doch eigentlich für den Stickstoffersatz ganz besonders geeignet sein sollte, ähnliche Mengen nötig sind wie vom Fleisch. Am ungünstigsten gestalteten sich die Verhältnisse bei der Verfütterung der Fischfleischalbumosen (Riba), wo sogar eine leichte Unterbilanz eintrat. Immerhin ist auch dieses Präparat, wenn etwas mehr gereicht wird, offenbar zum Stickstoffersatz ganz wohl brauchbar.

Der zweite Versuch bestätigt die Resultate des ersten. Auch dieses Tier war mit abiureten Verdauungsprodukten leicht zu ernähren; die Ausnutzung war eine vorzügliche und die Verwertung zum Eiweißersatz eine absolut

vollwertige. Wiederum war das Eialbumin das beste Präparat. Im übrigen geht aus diesem Versuche hervor, daß es außerordentlich lange fortgesetzter Versuche bedarf, um zu beweisenden Resultaten zu kommen. Trotzdem wir vor Beginn des Versuches das Tier längere Zeit hungern ließen und dann eine größere Periode durchführten, in der nur Fett und Kohlenhydrate verfüttert wurden, verging eine lange Zeit, bis der Hund sich auch tatsächlich mit dem so ermittelten Hungerstickstoffwerte (derselbe war etwas niedriger wie die während des Versuches verabreichte Stickstoffmenge), ohne in Unterbilanz zu geraten, ernähren ließ. Dabei war es einerlei, ob Hundefleisch oder Pferdefleisch gereicht wurde. Nur ganz allmählich reduzierte das Tier seinen Stickstoffbedarf. Auch in der Periode mit positiver Stickstoffbilanz ist die Verfütterung von Hunde- oder Pferdefleisch ohne größere Differenzen; man darf daher wohl beide als gleichwertig ansehen.

Wir führen die Versuche weiter und werden später nochmals darauf zurückkommen.