

Über den Nährwert der Eiweißkörper des Blutes.

Von

Dr. T. Imabuchi aus Fukuoka (Japan).

(Aus der chemischen Abteilung des pathologischen Instituts der Universität Berlin.)

(Der Redaktion zugegangen am 23. November 1909.)

Über die Ausnutzung der Eiweißkörper des Blutes beim Hunde, wenn dieselben dem Tiere nach vorherigem Auskoagulieren in Form eines trockenen Pulvers gegeben werden, liegen Ausnutzungsversuche von E. Salkowski¹⁾ vor, welche eine Ausnutzung bis 95,5% in einem Versuche ergeben haben. Bilanzversuche mit diesem Präparate liegen noch nicht vor. Auf Veranlassung von Prof. E. Salkowski habe ich einen solchen angestellt.

Das Fütterungsmaterial wurde nach folgendem Verfahren dargestellt:

Möglichst frisches defibriertes Rinderblut wurde in 3—4 faches Volumen siedendes Wasser in einer großen Porzellanschale allmählich eingegossen, dann auf freiem Feuer unter starkem Umrühren zum wallenden Sieden erhitzt und durch äußerst vorsichtigen Zusatz von verdünnter Essigsäure dafür gesorgt, daß die Reaktion neutral oder ganz schwach sauer war. Die Koagulation ging immer schnell vor sich. Das Koagulum wurde nach einigem Abkühlen durch ein Leinwandtuch abkolliert, mit heißem Wasser wiederholt nachgewaschen, gut abgepreßt und dann auf dem Wasserbade getrocknet. Das in dieser Weise behandelte Blutkoagulum wurde beim Trocknen so hart, daß es kaum möglich war, dasselbe mit den mir zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln in ein ganz feines Pulver

¹⁾ Biochem. Zeitschrift, Bd. XIX, S. 83.

umzuwandeln. Ich mußte mich daher mit einem Pulver von einem solchen Grade der Feinheit begnügen, daß es durch Verdauungssalzsäure in einigen Stunden vollständig aufgelöst wurde.

Die N-Bestimmung des Blutkoagulums ergab ein Mittel von 3 Analysen nach Kjeldahl 14,594%. Der Versuch ist an einem Hunde in Stickstoffgleichgewicht angestellt. Es war eine Hündin von 11,71 kg Anfangsgewicht, welche von einem früheren Versuche her mit einer aus 300 g Pferdefleisch und 50 g Speck bestehenden Nahrung sich nahezu im Stickstoffgleichgewicht befand. Der Fütterungsversuch zerfällt in eine Vorperiode (1) von 5 Tagen, in welcher der Hund die aus 300 g Pferdefleisch und 50 g Speck mit Wasser unter Zusatz von 1 g Kochsalz gekochte Nahrung erhielt; eine Haupt- oder Versuchsperiode von 10 tägiger Dauer, in welcher das Fleisch durch Blutkoagula ersetzt werden sollte, und eine Nachperiode von 5 Tagen, bei derselben Ernährung wie in der Vorperiode.

Was die Abgrenzung des Kotes in jeder Periode betrifft, auf die natürlich sehr viel ankommt, so wurde am Anfang jeder Periode nach dem Vorgang von Cremer der Nahrung etwa 10 g Kieselgur zugesetzt und dadurch eine ziemlich scharfe Abgrenzung erzielt.

Am Schlusse des Versuches erhielt das Tier reichliches kieselgurhaltiges Futter, durch das noch viel Versuchskost herausbefördert wurde, dessen Vernachlässigung selbstverständlich grobe Fehler verursacht haben würde.

In der Vor- und Nachperiode hatte die Nahrung folgende Zusammensetzung pro Tag:

300 g Pferdefleisch	à 3,363%	N = 10,089 g N
50 » Speck	» 0,243% »	= 0,122 » »

Zusammen 10,211 g N

In der Versuchsperiode sollte nun der Stickstoffgehalt der Extraktivstoffe durch Liebigschen Fleischextrakt ersetzt werden und der Stickstoffgehalt des Eiweißkörpers durch Blutkoagulum. Von 300 g Fleisch, welches der Hund in der

Vorperiode täglich erhielt, rechnete ich $1/20 = 0,5045$ g als Extraktiv-N. Die Nahrung sollte demnach folgendermaßen zusammengesetzt werden:

65,7 g Blutkoagulum	à 14,594% N = 9,588 g N
28,5 ccm 20% Fleischextraktlösung	» 1,762% » = 0,502 »
50 g Speck	» 0,243% » = 0,122 »

Zusammen 10,212 g N

Aber große, nicht zu überwindende Schwierigkeiten stellten sich der Ausführung der Versuche entgegen. Bei den Vorversuchen nahm das Tier die Nahrung nur widerwillig auf, verweigerte nach einigen Tagen die Nahrungsaufnahme ganz oder nahm nur einen Teil auf; es erbrach dieselbe und verzehrte das Erbrochene nicht wieder. Dazu bestand auch Diarrhöe. Ich sah mich deshalb gezwungen, einen Teil des Stickstoffes in Form von Fleisch zu geben. So wurde an den ersten beiden Tagen das Futter wie folgt zusammengesetzt:

57,65 g Blutkoagula	à 14,594% N = 8,413 g N
50 » Fleisch	» 3,363% » = 1,681 »
50 » Speck	» 0,243% » = 0,122 »

Zusammen 10,216 g N

Um eventuelle Diarrhöe zu verhüten, wurde dem Futter 3 g Tannin zugesetzt. Am zweiten Tage erfolgte die Nahrungsaufnahme wieder zögernd und unregelmäßig. Deshalb wurde in den übrigen Versuchstagen (8 Tage) die Zusammensetzung des Futters folgendermaßen geändert:

46,1 g Blutkoagula	à 14,594% N = 6,727 g N
100 » Fleisch	» 3,363% » = 3,363 »
50 » Speck	» 0,243% » = 0,122 »

Zusammen 10,212 g N

In der Hauptperiode war der Kot schwarz und geformt, die Entleerungen erfolgten fast jeden Tag. Sonst zeigte der Hund an allen Tagen völliges Wohlbefinden; Verdauungsstörungen (Erbrechen und Diarrhöe) traten nicht auf, mit anderen Worten: Das Blutkoagulum wurde gut vertragen. Über die Einnahme

und Ausgabe des Stickstoffes im ganzen Verlauf des Versuches geben die folgenden Tabellen Auskunft:

Vorperiode.

Datum	Körpergewicht in kg	N in der Nahrung in g	Harn-		Kot-	
			Menge in ccm	N-Gehalt in g	Menge in g	N-Gehalt in g
5. VII. 09	11,71	—	—	—	—	—
6. >	11,69	10,211	262	8,064	32,8 (mit Kieselgur)	1,537
7. >	11,77	10,211	325	8,943	—	—
8. >	11,78	10,211	425	9,523	—	—
9. >	11,87	10,211	280	10,016	—	—
10. >	11,86	10,211	395	9,937	19,1	1,390
Im ganzen		51,055	—	46,483	—	2,927

Hauptperiode.

Datum	Körpergewicht in kg	N in der Nahrung in g	Harn-		Kot-	
			Menge in ccm	N-Gehalt in g	Menge in g	N-Gehalt in g
11. VII. 09	11,88	10,216	210	10,248	—	—
12. >	11,94	10,216	255	8,747	15,3 (m. Kieselg.)	0,824
13. >	11,89	10,212	220	8,551	14,1	1,026
14. >	11,89	10,212	185	8,69	25,1	2,240
15. >	11,98	10,212	192	8,327	—	—
16. >	11,92	10,212	178	8,820	37,3	3,353
17. >	11,90	10,212	190	9,262	12,0	1,118
18. >	11,90	10,212	195	9,565	16,5	1,576
19. >	11,91	10,212	205	10,030	—	—
20. >	11,84	10,212	210	10,112	39,7	3,576
Im ganzen		102,128	—	92,359	—	13,713

Nachperiode.

Datum	Körpergewicht in kg	N in der Nahrung in g	Harn-		Kot-	
			Menge in ccm	N-Gehalt in g	Menge in g	N-Gehalt in g
21. VII. 09	11,84	10,211	215	9,626	23,25 (mit Kieselgur)	0,662
22. „	11,91	10,211	272	8,879	—	—
23. „	11,90	10,211	295	8,791	—	—
24. „	11,95	10,211	233	9,686	14,8	1,135
25.	12,00	10,211	300	9,437	—	—
26.	12,06	—	—	—	18,8	1,246
Im ganzen		51,055	—	46,419	—	3,043

Bezüglich der Ausnutzung des Stickstoffes in den einzelnen Perioden ergibt sich folgendes: In der Vorperiode sind aufgenommen 51,055 g N, durch die Faeces ausgeschieden 2,927 g N, somit resorbiert 48,128 g N = 94,27% des aufgenommenen Stickstoffes.

In der Nachperiode sind eingeführt 51,055 g N, durch den Darm ausgestoßen 3,043 g N, also resorbiert 48,012 g N = 94,04% . .

In der Haupt- oder Versuchsperiode sind aufgenommen 102,128 g N, durch den Darm ausgeschieden 13,713 g N, somit resorbiert 88,415 g = 86,57% des eingeführten Stickstoffes.

Zieht man in Betracht, daß die Nahrung den Stickstoff einerseits in Form von Fleisch, andererseits zu einem kleinen Teil in Form von Speck enthielt, das Pferdefleisch aber von dem Hunde zu ca. 94% ausgenutzt wurde, wie die Vor- und Nachperiode zeigen, so kann man die Ausnutzung des Blutkoagulums kaum als gut bezeichnen.

Von resorbierten 88,415 g N stammen 28,457 g aus dem Fleische (unter der Annahme berechnet, daß der Stickstoff aus den verfütterten 900 g Fleisch wie in der Vorperiode und Nachperiode zu 94% ausgenutzt ist), wobei der aus dem Speck resorbierte Stickstoff unberücksichtigt gelassen ist. 88,415 — 28,451 = 59,964 g Stickstoff stammt aus dem Blutkoagulums. Von 70,642 g sind also nur 59,964 g = 84,89%

resorbiert. Die N-Ausscheidung durch den Harn zeigte in der Hauptperiode ein deutliches Absinken, besonders an den ersten Versuchstagen, was auf die schlechte Resorption der Nahrung hinweist.

Hinsichtlich des Bestehens von Stickstoffgleichgewicht ergibt sich folgendes:

In der Vorperiode sind resorbiert 48,128 g N, durch den Harn ausgeschieden 46,483 g, es bestand also nahezu N-Gleichgewicht; aber nicht vollständig, die Ausscheidung war um 1,645 g niedriger als die N-Einnahme. In Einklang damit steht das Steigen des Körpergewichts, wiewohl dasselbe weit größer ist, als dem zurückgehaltenen Stickstoff entspricht: diesem würde nur ca. 48,9 g Muskelfleisch entsprechen.

In der Versuchsperiode sind resorbiert 88,415 g N, im Harn ausgeschieden 92,359 g. Es bestand also kein Stickstoffgleichgewicht. Der Körper verlor 3,3 g N, entsprechend ca. 117 g Fleisch, das resorbierte Eiweiß reichte zur Erhaltung des N-Gleichgewichtes nicht aus. Der Gewichtsverlust war weit geringer, nämlich $11,880 \text{ kg} - 11,840 \text{ kg} = 40 \text{ g}$, im Einklang mit der allgemein gemachten Beobachtung, daß bei ungenügender Eiweißzufuhr zunächst Wasser zurückgehalten wird, der Gewichtsverlust dementsprechend nicht so groß ist, wie er nach dem Verluste an Muskel- oder Organsubstanz sein sollte.

In der Nachperiode sind resorbiert 48,012 g N, durch den Harn ausgeschieden 46,419 g. Es bestand also nicht völlig Gleichgewicht, vielmehr wurden 1,593 g N zurückbehalten. Damit ist der in der Hauptperiode stattgehabte N-Verlust zwar nicht vollständig gedeckt, das Körpergewicht ist aber von 11,84 kg auf 12,06 kg, also um 220 g, gestiegen.

Im vorliegenden Falle ist es also nicht gelungen, durch Verfütterung der Eiweißkörper des Blutes, selbst nicht durch Zugabe von Fleisch, Stickstoffgleichgewicht zu erzielen. Zweifellos liegt das nur daran, daß die Quantität des resorbierten Eiweißes nicht ausreichend war. Die Ausnutzung war erheblich schlechter als in den Versuchen von E. Salkowski. Die Ursache davon ist darin zu suchen, daß das Koagulum nicht

fein genug gepulvert war. Außerdem kommt aber wohl noch die Individualität des Tieres in Betracht. Mein Hund resorbierte vom N des Fleisches nur 94%, während normalerweise ca. 97% resorbiert werden.

Von großem Interesse erschien nun auch die Feststellung des Kreatinins im Harn.

Als Verfahren der Kreatininbestimmung wählte ich die von Salkowski¹⁾ modifizierte Methode von Neubauer.

Hierzu bemerke ich noch, daß es zweckmäßig ist, das Kölbchen, das die Mischung des eingedampften Harns mit Alkohol enthält, öfters gelinde aufzustoßen, um die eingeschlossene Luft zum Aufsteigen zu bringen. Die im weiteren Verlaufe des Verfahrens ausgeschiedenen Krystalle von Kreatininchlorzink bringt man auf ein kleines, aschefreies, trockenes Filter, indem man zum Aufbringen immer wieder das zuerst erhaltene Filtrat braucht. Ist alles Kreatininchlorzink auf das Filter gespült, so wäscht man, sobald die Mutterlauge vollständig abgelaufen ist, solange mit kleinen Mengen Alkohol nach, bis dieser farblos abläuft. Das erhaltene Kreatininchlorzink kann vom Kochsalz schwer befreit werden. Deshalb habe ich nach dem Vorgang von Gregor²⁾ den Stickstoffgehalt im Kreatininchlorzink nach Kjeldahl bestimmt, indem ich das Filter direkt in den Oxydationskolben brachte.

100 Teile Stickstoff entsprechen 269 Teilen Kreatinin. Die Mengen des Kreatinins im Harn während des Versuches sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt.

Aus diesen Tabellen ist ersichtlich, daß die Menge des Kreatinins in der Vor- und Nachperiode im Durchschnitt täglich 1,054 resp. 0,927 g beträgt, während sie in der Hauptperiode nur 0,515 g erreicht, trotzdem die Eiweißmenge in der Nahrung gleich bleibt. Auf 100 g pro Tag verfüttertes Fleisch kommen in der Vorperiode 0,352 g Kreatinin, in der Nachperiode 0,309, im Mittel also 0,331 g pro Tag. Da in der Hauptperiode die

¹⁾ Practicum der physiol. u. pathol. Chemie, 3. Aufl., S. 170 u. 259.

²⁾ Diese Zeitschrift, Bd. XXXI, S. 98.

Vorperiode.

Datum	Fleisch in der Nahrung in g	Harn		Kreatiningehalt in g
		Menge in ccm	Spez. Gewicht	
6. VII. 09	300	262	1036	1,1825
7. »	300	325	1035	1,0196
8. »	300	425	1026	1,0131
9. »	300	286	1037	1,3350
10. »	300	395	1033	0,7334
Zusammen	1500	—	—	5,2836

Hauptperiode.

Datum	Fleisch in der Nahrung in g	Harn		Kreatiningehalt in g
		Menge in ccm	Spez. Gewicht	
11. VII. 09	50	210	1040	0,5621
12. »	50	255	1029	0,5734
13. »	100	220	1035	0,3681
14. »	100	185	1040	0,5310
15. »	100	192	1040	0,3954
16. »	100	178	1041	0,5969
17. »	100	190	1043	0,6280
18. »	100	195	1042	0,5225
19. »	100	205	1044	0,4802
20. »	100	210	1045	0,4915
Zusammen	900	—	—	5,1491

Nachperiode.

Datum	Fleisch in der Nahrung in g	Harn		Kreatiningehalt in g
		Menge in ccm	Spez. Gewicht	
21. VII. 09	300	215	1045	0,9246
22. »	300	272	1037	0,9208
23. »	300	295	1035	0,7438
24. »	300	233	1045	1,0686
25. »	300	300	1035	0,9782
Zusammen	1500	—	—	4,6360

Kreatininausscheidung 0,515 g beträgt, so geht daraus hervor, daß das Kreatinin nicht alles vom Kreatingehalt des Fleisches herrührt, welches beim Hunde nach den Untersuchungen von Voit¹⁾ und Rubner²⁾ als Kreatinin im Harn erscheint, sondern daß außerdem die Eiweißzersetzung an sich bzw. die Zersetzung des Körpereiwisses Kreatinin liefert, in Übereinstimmung mit der Anschauung von Folin.³⁾ Dies geht auch aus früheren Beobachtungen Rubners⁴⁾ hervor, der bei einem mit ausgelaugtem, also kreatininfreiem, Fleisch gefütterten Hunde noch 0,105 g Kreatinin pro Tag fand, während derselbe Hund im Hunger 0,220 g ausschied. Die Tatsache, daß die Ausscheidung im Hunger größer war als bei Fütterung mit Eiweiß, zeigt, daß der Hund im Hunger kreatinreiches Gewebe, also besonders Muskelfleisch zersetzte, während der Umfang dieses Zerfalls bei einer eiweißhaltigen Nahrung eingeschränkt war.

¹⁾ Zeitschrift f. Biologie, Bd. IV, S. 111.

²⁾ Zeitschrift f. Biologie, Bd. XX, S. 265.

³⁾ Malys Jahresber. f. Tierchemie, Bd. XXXVI, S. 341.

⁴⁾ Zitiert nach Hupperts Harnanalyse. 10. Aufl., S. 387.