

Zum Chemismus der Verdauung im tierischen Körper.

II. Mitteilung.

Eiweißverdauung im Magendarmkanal.

Von

E. S. London und A. Th. Sulima.

(Aus der Abteilung für allgemeine Pathologie des K. Instituts für experimentelle Medizin zu St. Petersburg.)

(Der Redaktion zugegangen am 1. September 1905.)

I. Methodik.

Die vorliegenden Untersuchungen, welche 54 Versuche umfassen, sind an 6 Fistelhunden ausgeführt und zwar an einem Magenfistelhund (Woltschok), einem Pylorusfistelhund (Banzaj),¹⁾ zwei Duodenalfistelhunden (Milton²⁾ und Rjabtschik),³⁾ einem Jejunumfistelhund (Lew),⁴⁾ und einem Ileumfistelhund (Bjelka).⁵⁾ Außerdem sind einige Hilfsversuche an Speichel-, Pankreas- und Gallenfistelhunden und oesophagotomierten Hunden gemacht worden, wobei wir die Liebenswürdigkeit von A. P. Sokoloff in Anspruch genommen haben.

Als Versuchsnahrung bedienten wir uns des Eiweißes hart gekochter Eier, welches den Hunden in einer Menge von 200 g in möglichst großen Stücken gegeben wurde. Außerdem sind einige Versuche mit rohem Eiereiweiß (200 g) angestellt.

Die Versuchsanordnung war dieselbe, welche in der I. Mitteilung genauer beschrieben worden ist.

Das aufgenommene Verdauungsmaterial, mit Wasser verdünnt, wurde vermitteltst einer meistens titrierten Natrium-

¹⁾ Die Fistel befindet sich 1—1½ cm weit vom Pylorus.

²⁾ » » » » 15 » » » »

³⁾ » » » » 25 » » » »

⁴⁾ » » » » 1 m » » » »

⁵⁾ » » » » 2—3 cm vor dem Coecum.

carbonat(oder hydrat-)lösung oder bei alkalischer Reaktion mit einer titrierten Schwefelsäurelösung genau neutralisiert und von den isolierbaren unverdauten Eiweißstückchen befreit, mit viel Wasser verdünnt, bis zum Sieden erhitzt, dann mit Essigsäure schwach angesäuert, wieder erhitzt und noch heiß filtriert. Die unverdauten Eiweißstückchen, der durchgewaschene Filtrerrückstand, sowie einige Probestückchen aus dem Nahrungseiweiße wurden eingetrocknet.

Das Filtrat wurde eingedampft bis zu einem Volumen von 400 ccm und in zwei gleiche Portionen geteilt. Aus einem Teile wurden nach der Ammoniumsulfatmethode Albumosen und Peptone mit den Restkörpern getrennt und eingetrocknet. Die zweite Portion wurde in gleiche Teile eingeteilt, von welchen der eine zur Bestimmung der Trockensubstanz, der zweite zur Bestimmung des gesamten Stickstoffs diente, der dritte wurde mit dem gleichen Volumen gesättigter Zinksulfatlösung (primäre Albumosen), der vierte mit 73% (Deuteroalbumosen A), der fünfte mit 83% (Deuteroalbumosen B) derselben ausgefällt, und der sechste mit gepulvertem Zinksulfat (Deuteroalbumosen C und Gesamtalbumosen) gesättigt. Der Zinksulfatniederschlag der letzten Portion (Gesamtalbumosen) wurde abgesaugt, mit Schwefelsäure angesäuert und mit Phosphorwolframsäure zwecks Bestimmung der Peptone und der Endkörper ausgefällt. In der letzten Zeit benutzten wir zu demselben Zwecke einen besonderen (siebenten) Teil der Flüssigkeit (der Albumosenwert wurde subtrahiert). In den Albumosenniederschlägen, Phosphorwolframsäureniederschlag und Phosphorwolframsäurefiltrat wurde der Stickstoff nach Kjeldahl bestimmt.

Die Quantitäten der einzelnen Abbauprodukte wurden folgenderweise ermittelt: man subtrahiert von dem Stickstoffgehalte des betreffenden Niederschlages den des vorhergehenden.

In den Trockensubstanzen wurde der Aschegehalt bestimmt und subtrahiert, so daß sich die betreffenden Zahlen in den Tabellen und im Texte auf die aschefreie Trockensubstanzen beziehen.

Übrigens ist die Analyse nicht in allen Versuchen mit der eben angegebenen Vollständigkeit ausgeführt worden.

II. Berechnung der einzelnen Bestandteile der Verdauungsprodukte.

Die bei unserem Versuchsverfahren aufgenommenen Verdauungsprodukte enthalten außer dem Nahrungsreste und den Abbauprodukten noch verschiedene Verdauungssäfte: Speichel, Magensaft mit Schleim, Pankreassaft und Galle. Selbstverständlich wäre es wünschenswert, in den einzelnen Versuchen die Bestandteile dieser Sekrete, wenn auch nur annähernd, abzuschätzen zu können.

Wir gründeten die Abschätzung des Gehaltes der einzelnen Säfte auf folgenden Erwägungen.

Die Acidität der Verdauungsprodukte wird einerseits durch die Salzsäure des Magensaftes und andererseits durch die Peptone bedingt. Ist die Menge der letzteren bekannt, so läßt sich die Quantität des Magensaftes, dessen Salzsäure nicht neutralisiert ist, leicht berechnen. Der Magensaft enthält bei Eiweißnahrung 0,6% Salzsäure. 1 g Pepton aus unseren Analyseprodukten wird, wie sich erwiesen hat, durch 6,8 ccm $n/10$ -NaOH neutralisiert.

Es muß aber in Betracht gezogen werden, daß ein Teil der Säuren durch die Alkalien des Speichels und des Eiereiweißes neutralisiert wird. Wir gaben einem oesophagotomierten Hunde 200 g Eiereiweiß und gewannen sie aus der Oesophagusöffnung wieder mit 3 g Speichel vermengt. Von den 200 g haben wir später 130 g zu einem Brei zerrieben (wie es bei unserem Versuchsverfahren im Magen beim Pylorusfistelhund geschieht) und mit den übrigen 70 g in 110 g Magensaft auf 2 Stunden im Brutofen bei 37° C. digeriert. Nachfolgende Titration bewies, daß dabei 99 g Magensaft neutralisiert werden.

Ein weiterer Teil des Magensaftes wird bei einigen von unseren Versuchen durch Pankreassaft und Galle neutralisiert.

Aus Versuchen an Gallen- und Pankreasfistelhunden ersahen wir, daß die Einführung von 200 g gekochtem Eiereiweiß eine 5—6stündige Sekretion von 74 g Galle und 166 g Pankreassaft hervorruft. Wir mischten 37 Teile Galle mit 83 Teilen Pankreassaft und neutralisierten die Mischung mit Magensaft, wozu 74 Teile des letzteren erforderlich waren. Es folgt daraus, daß der neutralisierte Teil des Magensaftes sich zum neutralen

Gemisch der Säfte wie 37 : 97 verhält und sich aus der Gesamtmenge berechnen läßt; die Gesamtmenge des Pankreassaftes und der Galle entspricht $\frac{60}{97}$ der neutralen Mischung.

Ebenso wie den Magensaftgehalt kann man auch den Gehalt des Pankreassaftes und den der Galle berechnen und zwar kommt dann auf die Rechnung des Pankreassaftes $\frac{83}{194}$ und auf die Rechnung der Galle $\frac{37}{194}$ der Gesamtmenge.

Was endlich den Darmsaft anbetrifft, so kann er wegen der unbedeutenden Quantität vernachlässigt werden.

Zur Erläuterung des Gesagten genüge es, einige Beispiele aus unseren Versuchsserien anzuführen.

Versuch am Magenfistelhund (Tabelle A) Nr. 2.

Zum Neutralisieren waren 68 ccm $\frac{1}{10}$ -n-NaOH erforderlich. Die geringe Acidität 0,15 der Peptone kann natürlich vernachlässigt werden, so daß die ganze Alkalienmenge zur Neutralisation der freien $\left(\frac{36,4 \times 68}{10}\right) = 0,248$ g Salzsäure, welche $(0,248 : 0,006) = 41,4$ ccm Magensaft entsprechen, aufgebraucht worden ist. Die im Magen gefundenen 113 g intakten Eiweißes vermochten dem oben gesagten nach ca. $(0,495 \times 113) = 55,6$ ccm Magensaft zu maskieren. Der Totalgehalt an Magensaft beträgt also 97 ccm.

Versuch am Pylorusfistelhund (Tabelle B) Nr. 29.

Das Gesamtgewicht der gewonnenen Produkte ist 640 g. Die Gesamttrockensubstanzen (7,54 [isolierbare Eiweißbröckel] + 10,30 [Filterrückstand] + 13,61 [Abbauprodukte]) beträgt = 31,45 g und übertrifft also weit die der Nahrung $(31,45 - 25,92) = 5,53$. Angenommen, daß die 200 g Eiereiweiß, welche der Hund bekommen hat, sich in dem gewonnenen Gemenge befinden, läßt sich schließen, daß wir darin 440 g Sekretionsprodukte haben.

Zum Neutralisieren der Gesamtmenge wurden 295 ccm $\frac{n}{10}$ -NaOH verbraucht. Diese Zahl stellt die Endsumme der gegenseitigen Wirkung der sich in den Verdauungsprodukten befindenden Säuren und Alkalien dar. Als Säuren wirken hier die Peptone und der Magensaft, als Alkalien das Eiereiweiß, der Speichel, die Galle und der Pankreassaft. Wir fanden, daß 1 g der von unseren Hunden gewonnenen Peptone 6,8 $\frac{n}{10}$ -NaOH zur Neutralisation brauchen. Da die angegebenen Verdauungsprodukte (Tabelle B XIV¹⁾/6²⁾) 8,93 g Peptone enthielten, so brauchte man zur Neutralisation derselben $(8,93 \times 6,8) = 61$ ccm $\frac{n}{10}$ -NaOH. Die übrigen $(295 - 61) = 234$ ccm dienten zum Neutralisieren der freien Salzsäure, welche in 140 g Magensaft enthalten waren. Außer diesen 140 g mußten sich in unseren

¹⁾ Die vertikale Kolumne.

²⁾ Die horizontale Kolumne.

Verdauungsprodukten noch 99 g Magensaft befinden, die durch die Alkalien des Eiereiweißes maskiert waren. Es bleibt also für das neutrale Gemisch $(440 - 140 - 99) = 201$ g, darunter $\left(\frac{201 \cdot 37}{97}\right) = 77$ g Magensaft. $\left(\frac{201 \cdot 83}{194}\right) = 85$ g Pankreassaft und $\left(\frac{201 \cdot 37}{194}\right) = 39$ g Galle.

Die angeführte Ausrechnung zeigt also, daß die 440 g Sekretionsprodukte aus $(140 + 99 + 77) = 316$ g Magensaft, 85 g Pankreassaft und 39 g Galle bestanden.

Auf Grund unserer eigenen Untersuchungen und der von anderen Autoren ist es gestattet, anzunehmen, daß bei Fütterung mit koaguliertem Eiereiweiß die Trockensubstanz des Speichels im Mittel 1,2%, die des Magensaftes 0,5, des Pankreassaftes 2,5, der Galle 2,0% beträgt. 316 g Magensaft, 85 g Pankreassaft und 39 g Galle enthalten also 4,49 g Trockensubstanz. Außerdem haben wir uns überzeugt, daß im nüchteren Magen sich immer Schleim befindet, dessen Trockensubstanz gewöhnlich 0,4 g beträgt. Fügt man die Trockensubstanz des Speichels, welche man auf 0,1 g abschätzen kann, hinzu, so bekommen wir in der Endsumme 4,99 g. Es bleibt noch $(5,53 - 4,99) = 0,54$ g Trockensubstanz übrig, deren Herkunft in zufälligen Ingredienzien, wie z. B. Epithelzellen, Haaren usw., zu suchen ist.¹⁾

Die beigemengten 5,53 g Substanz sind nicht gleichmäßig in unseren Analyseprodukten verteilt. Wir fanden, daß das oben erwähnte neutrale Säftegemisch (37 g Galle, 83 g Pankreassaft und 74 g Magensaft) nach der Ansäuerung mit Essigsäure und dem Erhitzen einen Niederschlag von 1,34 g Substanz bildet. In unserem Falle ist folglich der Niederschlag 1,40 g, welche mit den 0,5 g Schleim-Speichelsubstanz, 0,16 g Magensaftsubstanz,²⁾ 0,54 g zufällig beigemischter Substanz (zusammen 2,60 g) einen Zusatz zu dem unverdauten Eiweißbodensatz bilden. Der letzte enthält also $(10,30 - 2,60) = 7,70$ g. Die übrigen $(5,53 - 2,60) = 2,93$ gehen in das Filtrat und dadurch in die Fraktion der Abbauprodukte über. Subtrahieren wir diese Beimengung zur Hälfte von den Albumosen (4,68 g) und Pep-

¹⁾ Im Mittel beträgt die Beimengungssubstanz ca. 1 g und wir benutzten diesen Wert zur Ausrechnung der Bestandteile bei den Darmfistelhunden.

²⁾ Wir fanden, daß neutralisierter, dann mit Essigsäure angesäuerter und aufgekochter Magensaft 0,05% Filtrerrückstand liefern.

tonen (8,93 g), erhalten wir die Werte der reinen Produkte, 3,22 g Albumosen und 7,46 g Peptone und Restkörper. Die Albumosen sind zweifellos von einer geringen Quantität von Ovomuroid begleitet, welches, wie bekannt, durch Sättigung mit Ammonsulfat ausfällt.

Das Filtrat des angesäuerten und erhitzten Säftegemisches (194 g) enthält 160 mg Stickstoff, wie sich aus unserer speziellen Analyse ergeben hat. Im Versuche Nr. 29 enthielt das Gemisch 201 g und daher ist es anzunehmen, daß in das Filtrat 166 mg übergegangen sind.

Der Hund bekam 3,655 g Stickstoff. Wiedergefunden sind: im unverdauten Eiweißreste 2,149 g und in den Abbauprodukten des verdauten Eiweißes 1,698 g, nach Subtraktion der 166 mg — 1,532 g zusammen gewonnen ($2,149 + 1,532$) = 3,681 : Differenz zwischen dem gegebenen und wiedergewonnenen Stickstoff ($3,655 - 3,681$) = — 0,026 g. Dieser Überschuß (+ 0,026) muß als Konsequenz der unvermeidlichen Berechnungsfehler betrachtet werden. In den Tabellen sind die betreffenden Werte mit subtrahierten Beimengungen angegeben.

Bei der Berechnung der einzelnen Bestandteile der Verdauungsprodukte, welche wir bei Milton (Duodenalfistelhund) gewannen, benutzten wir ganz dieselbe Methode wie beim Pylorusfistelhund. Daß diese Methode befriedigende Resultate liefert, läßt sich an Milton am besten beweisen. Wie aus der Tabelle C (VII—VIII/4) ersichtlich ist, schied Milton im Mittel 141 g Pankreassaft und 64 g Galle aus. In zwei Versuchen, welche wir an Pankreas- und Gallenfistelhunden ausführten, erhielten wir bei einer Gabe von 200 g hart gekochtem Eiereiweiß 166—168 g Pankreassaft und 68—74 g Galle. Im Versuche Nr. 33 bei Milton sind die betreffenden Werte (169 g Pankreassaft und 76 g Galle) identisch.

Bei unserem zweiten Duodenalfistelhund (Rjabtschik), bei dem die Kanüle um 10 cm weiter vom Pylorus angelegt worden war, mußte im Duodenum und in dem betreffenden Jejunumabschnitte ein Teil der Verdauungsflüssigkeit resorbiert werden. Bei unserem Jejunumfistelhund (Le w) erwies sich immer die gesamte Verdauungsflüssigkeit neutral, so daß wir annehmen

dürfen, daß bei ihm die frei gebliebene Säuremenge durch den der Fistel vorgelagerten Jejunumabschnitt resorbiert wurde. Wir sind also gezwungen, die beigemengten Pankreas- und Gallensubstanzen bei beiden eben erwähnten Hunden nach den bei Milton erhaltenen Mittelwerten (141 g Pankreassaft und 64 g Galle) abzuschätzen.

Ebenfalls nehmen wir für die Magensaftmenge bei Lew den bei Milton erhaltenen Mittelwert (294 g) an. Bei Rjabtschik wird die Magensaftmenge aus den Werten der Gesamtmenge der aufgenommenen Produkte und den der Gesamtsubstanz des Pankreassaftes und der Galle berechnet.

Was endlich den Ileumfistelhund (Bjelka) anbetrifft, so lassen wir die Berechnungsart an geeigneter Stelle folgen.

III. Die Resultate unserer Untersuchungen.

Unsere 54 Versuchsprotokolle und die hier beigegebenen 6 Tabellen, in denen die Resultate der chemischen Analyse der aufgenommenen Verdauungsprodukte dargestellt sind, geben uns über den Verlauf der Verdauung des Eiereiweißes folgende Kenntnisse.

1. Gekochtes Eiereiweiß.

1—1½ Minuten nach der Nahrungseinnahme entleert der Magen beim Pylorusfistelhunde eine geringe Menge schwach alkalischer Flüssigkeit, welche aus Speichel und Schleim besteht. Nach Verlauf von ca. 4 Minuten ergießt sich aus dem Magen eine säuerliche Flüssigkeit. Von diesem Moment an beginnt eine regelmäßige je 10—12 (selten 8—15) Sekunden sich wiederholende Pyloruseröffnung, wobei jedesmal 1—2 ccm einer leicht getrübbten Flüssigkeit mit ganz kleinen Eiweißstückchen ausgeschieden wird. So vergehen ca. 20 Minuten, bis sich die ersten isolierbaren Eiweißstückchen zeigen. Der Magen bedarf offenbar 20 Minuten, um die zu großen Eiereiweißstücke für den Darm in geeigneter Weise zu verarbeiten. Mit dem Erscheinen der feineren Eiweißstückchen endet die erste Periode der Magenverdauung.

In der zweiten Periode folgen die Pylorusschüsse anfangs in denselben Abständen, wie früher; nur ist die sich ergießende

	I Ver- suchs- num- mer	II Ver- suchs- dauer in Stun- den	III Sub- stanz der Nahrung g	IV Stick- stoff g	Mageninhalt. Substanz des Eiweißes						
					unverdaut gebliebenen				verdauten		
					isolierbare Stückchen g	Bodensatz und Acid- albumin g	im ganzen g	Stick- stoff im ganzen g	Albu- mosen g	Pep- tone g	im ganzen g
1	1	1	25,72	3,627	15,28	2,14	17,42	2,456	—	—	—
2	2	1	24,75	3,430	13,83	1,35	15,18	2,140	0,97	0,15	1,12
3	3	1	26,89	3,731	15,96	1,55	15,51	2,469	—	—	—
4	4	2	25,14	3,544	4,84	1,35	6,19	0,872	0,47	0,86	1,13
5	5	2	25,92	3,655	10,25	1,07	11,32	1,596	—	—	—
6	6	2	25,53	3,560	2,70	0,30	3,00	0,423	—	—	—
7	7	3	25,34	3,573	4,35	1,45	5,80	0,818	0,47	0,35	0,82
8	8	3	25,72	3,627	3,96	0,68	4,64	0,654	—	—	—
9	9	3	25,92	3,655	5,42	0,87	6,29	0,887	—	—	—
10	10	3	25,37	3,577	4,45	0,68	5,13	0,723	—	—	—
11	11	4	25,14	3,545	1,76	0,76	2,52	0,355	0,76	0,11	0,87
12	12	4	25,34	3,553	5,32	0,73	6,05	0,853	—	—	—
13	13	4	26,30	3,708	3,30	1,27	4,57	0,564	—	—	—
14	14	4	25,92	3,655	3,50	0,77	4,27	0,602	—	—	—
15	15	4	26,30	3,708	4,64	0,68	5,32	0,750	—	—	—
16	16	4	24,75	3,490	0,30	0,68	0,98	0,138	—	—	—
17	17	5	25,14	3,544	2,04	1,55	5,59	0,506	0,176	0,77	1,52
18	18	5	25,92	3,655	1,99	0,50	2,49	0,301	—	—	—
19	19	6	25,37	3,577	1,45	1,68	3,13	0,440	0,56	0,54	1,10
20	20	6	25,34	3,553	0,48	0,10	0,58	0,082	—	—	—
21	21	6	25,36	3,576	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00
22	Mittel- werte für ein- zelne Stun- den	1	25,75	3,631	15,02	1,68	16,70	2,355	0,97	0,15	1,12
23		2	25,33	3,572	5,93	0,91	6,84	0,964	0,47	0,86	1,13
24		3	25,59	3,608	4,55	0,92	5,47	0,771	0,47	0,35	0,82
25		4	25,63	3,614	3,02	0,82	3,84	0,541	0,76	0,11	0,87
26		5	25,53	3,600	2,04	1,03	3,07	0,433	0,76	0,76	1,52
27		6	25,36	3,576	0,64	0,59	1,23	0,173	0,56	0,59	1,10

belle A.
 fistelhund (Woltschok).

Proto und Hetero g	N in den								Der Teil des Ei- weißes, welcher den Magen ver- lassen hat in %		Magen- saft in ccm
	Albumosen			gesamten Albumosen g	Peptonen und basi- schen Pro- dukten g	Rest- kör- pern g	im ganzen g	in Sub- stanz	in N		
	A g	B g	C g								
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	30,00	—	97,00	
0,038	0,026	0,040	0,029	0,133	0,031	0,021	0,185	—	30	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	71,00	—	—	
0,027	0,025	0,042	0,035	0,129	0,053	0,030	0,212	—	51	—	
0,027	0,011	0,017	0,012	0,107	0,042	0,023	0,172	—	80	87,50	
—	—	—	—	—	—	—	—	74,00	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0,045	0,085	0,074	0,032	0,236	0,124	0,058	0,418	—	65	94,00	
0,024	0,041	0,043	0,024	0,132	0,114	0,038	0,284	—	72	82,50	
—	—	—	—	—	—	—	—	86,00	—	—	
0,028	0,011	0,027	0,062	0,128	0,085	0,029	0,242	—	69	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	74,20	
0,023	0,118	0,029	0,036	0,152	0,025	0,020	0,197	—	78	53,50	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81,00	
0,00	0,00	Spuren	0,015	0,015	0,011	0,010	0,036	—	92	8,50	
—	—	—	—	—	—	—	—	80,00	—	68,75	
0,022	0,017	0,22	0,042	0,005	0,001	0,028	0,094	—	90	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	83,00	—	—	
0,00	0,00	0,00	0,012	0,012	0,20	0,032	0,032	—	97	—	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	100	100	—	
0,038	0,026	0,040	0,029	0,133	0,031	0,021	0,185	30	30	97,00	
0,022	0,018	0,050	0,024	0,118	0,048	0,027	0,193	71	65	87,50	
0,035	0,063	0,054	0,028	0,184	0,129	0,048	0,361	74	69	88,25	
0,017	0,043	0,017	0,038	0,098	0,040	0,030	0,168	84	80	54,30	
0,022	0,017	0,022	0,042	0,005	0,061	0,028	0,094	80	90	68,75	
0,000	0,000	0,000	0,012	0,012	0,0	20	0,032	92	99	—	
								96			

Ta-
versuche am Pylorusfistel-

I	II	III	IV	V				VIII	IX				XII				
				Ver-	Ver-	Sub-	Stick-		Aufgenommene					Substanz			Stick-
									suchs-	suchs-	stanz	stoff		Verdauungsprodukte			
num-	dauer	der	Nahrung	Ge-	Ma-	Pan-	Galle	Isolier-	Boden-	im	im						
mer		g	g	samt-	gen-	reas-						g	Stück-	satz	ganzen	ganzen	
				menge	saft	saft		chen	g	g	g	g					
1	22	455	26,60	3,751	501	—	—	—	7,06	—	—	—					
2	23	455	25,72	3,627	527	—	—	—	6,67	—	—	—					
3	24	505	25,14	3,545	637	—	—	—	6,58	—	—	—					
4	25	510	26,69	3,763	641	—	—	—	8,12	—	—	—					
5	26	540	26,88	3,850	623	—	—	—	8,32	—	—	—					
6	27	530	25,92	3,655	653	327	88	38	9,29	7,46	16,75	2,360					
7	28	530	25,72	3,627	588	290	68	30	10,39	5,23	15,62	2,202					
8	29	500	25,92	3,655	640	316	85	39	7,54	7,70	12,24	2,149					
9	30	515	25,34	3,573	631	303	89	39	7,16	7,74	14,90	2,101					
10	31	530	25,54	3,601	650	318	91	41	8,20	8,53	16,73	2,352					
11	32	545	26,30	3,710	640	308	91	41	8,00	8,41	16,41	2,314					
12	Mittelwerte ¹⁾		25,79	3,637	634	310	85	38	8,43	7,35	15,92	2,247					
13	in Prozenten		—	—	—	—	—	—	33	28	62	62					

¹⁾ Die Mittelwerte sind von den Versuchen 27—32 abgeleitet.

²⁾ In den Versuchen 22—26 sind die Werte ohne Beimengungssubtraktion

belle B.
hund (Banzaj).

XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV	
Substanz des verdauten Eiweißes			Stickstoff in den									Wieder- gefunden er Nah- rungs- stick- stoff	Differenz zwischen dem gegebenen und dem wieder- ge- fundenen Stick- stoffe
Albu- mosen	Pep- tone und Rest- körper	im ganzen	Albumosen						Pep- tonen und basi- schen Pro- dukten	Rest- kör- pern	Ges- amten Ab- bau- produkten		
			Proto und Hetero	Deutero			im gan- zen						
g	g	g	g	A	B	C	g	g	g	g	g	g	
5,92 ²⁾	5,60	11,52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
5,08	8,35	13,43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
5,54	7,39	12,93	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	0,092	0,147	0,078	0,217	0,534	0,791	0,373	1,698	—	—	
4,03	5,14	9,17	0,093	0,145	0,098	0,191	0,527	0,820	0,120	1,295	3,655	0	
4,23	5,87	10,10	0,089	0,112	0,101	0,202	0,505	0,805	0,296	1,476	3,678	+ 0,051	
3,22	7,46	10,68	0,092	0,146	0,099	0,227	0,563	0,818	0,301	1,532	3,681	+ 0,026	
3,80	6,64	10,44	0,082	0,135	0,083	0,160	0,533	0,800	0,293	1,456	3,557	- 0,014	
4,77	4,04	8,81	0,098	0,121	0,095	0,115	0,430	0,890	0,173	1,167	3,519	- 0,082	
4,94	6,19	9,89	0,116	0,184	0,081	0,154	0,535	0,972	0,128	1,510	3,824	+ 0,114	
3,96	5,89	0,85	0,095	0,141	0,090	0,181	0,518	0,842	0,241	1,406	3,652	+ 0,016	
15	23	38	3	5	3	6	20	23	8	38,6	100,6	0,6	

angegeben.

trübe Flüssigkeit mit Eiweißstückchen vermenget, deren Volumen nach 45—50 Minuten vom Anfange des Versuches merklich zunimmt, doch sind die ausgeschiedenen Stückchen 5—6mal kleiner als die gegebenen.

Der zweiten Periode, welche ungefähr $1\frac{1}{4}$ Stunde dauert, folgt die dritte Periode, welche sich dadurch unterscheidet, daß die Pylorusschüsse ärmer und schwächer sind und sich mit immer sich verlängernden Abständen absondern; anstatt 10—12 Sekunden dauern jetzt die Pyloruspausen 15—30 Sekunden, dann mehrere (2—11) Minuten, bis die Magenentleerung völlig sistiert. Die Dauer der dritten Periode schwankt zwischen $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden. Die Dauer der ganzen Verdauungsperiode beträgt $3—3\frac{1}{2}$ Stunden.

Im Verlaufe des Versuches finden — augenscheinlich unter dem Einfluß antiperistaltischer Darmbewegungen — Galle und Pankreassaftentleerungen statt, welche ebenfalls einer gewissen Regelmäßigkeit unterliegen. Während der ersten Periode bleiben diese Entleerungen völlig aus. Sie erscheinen gewöhnlich zuerst einige Minuten nach dem Beginn der zweiten Periode und nochmals am Ende der zweiten Periode. Während der dritten Periode erscheinen sie ebenfalls 2—3mal und zwar am reichlichsten nach der Sistierung der Magenentleerungen.

Verfolgen wir am Pylorusfistelhund die Magenentleerung stundenweise, so überzeugen wir uns, daß sie mit jeder Stunde abnimmt. So fanden wir z. B. in einem Versuche die betreffenden Zahlgrößen: 325 — 184 — 40 — 13 — 2 g.

Aus dieser Zahlenreihe ersieht man, daß die Hauptmenge — ca. 87% — der Verdauungsprodukte den Magen binnen der ersten zwei Verdauungsstunden verlassen. Dieser Befund stimmt mit den Ergebnissen der Versuche am Magenfistelhund überein. In der Tat ersehen wir aus der Tabelle A (XX—XXI/23), daß im Verlaufe der ersten zwei Verdauungsstunden 68% der Nahrungssubstanz aus dem Magen entfernt wurden; dabei ist es auch ersichtlich, daß auf die zweite Stunde ein größerer Wert fällt (38%), als auf die erste (30%). Dasselbe Verhältniss bewährt sich an dem Pylorusfistelhund; nur ist die gesamte Pylorus-

entleerung in der ersten Stunde größer wegen der reichlicheren Magensaftausscheidung. Die reichlichere Absonderung des Magensaftes in der ersten Verdauungsstunde bestätigen auch die Befunde am Magenfistelhund. So wurde am Ende der ersten Verdauungsstunde 97,0 g Magensaft gefunden, während in den übrigen Verdauungsperioden nur kleinere Werte 54,30—88,25 g) sich auffinden ließen.

Obleich die eben erwähnten Resultate der Versuche am Magen- und Pylorusfistelhund sich im allgemeinen decken, darf man doch bei ihnen nicht in jeder Hinsicht Übereinstimmung erwarten. Einerseits muß die Motilität des Magens beim Magenfistelhund gewissermaßen durch die in der Fistelgegend entstandenen Adhäsionen zwischen dem Magen und der Bauchwand beeinträchtigt sein; dadurch erklärt sich, daß wir nach der dritten, vierten, fünften und sechsten Versuchsstunde Eiweißreste finden, welche nur ganz langsam abnehmen (4,93 — 4,55 — 3,02 — 2,04 — 0,97). Andererseits aber muß beim Pylorusfistelhund wegen der teilweisen Ausschaltung des sogenannten Darmreflexes die Magentätigkeit gleichfalls beeinflusst sein; dadurch geschieht es, daß die Verdauungsprodukte den Magen rascher verlassen als normal, was daraus zu schließen ist, daß, wie wir weiter sehen werden, bei den Duodenalfistelhunden der Mageninhalt langsamer in das Duodenum übergeht.

Wie dem auch sei, sind die Abweichungen von der Norm in den Versuchsergebnissen bei den Magen- und Pylorusfistelhunden nur quantitativer, nicht aber qualitativer Art, und wir glauben in unseren hierher gehörigen Resultaten im allgemeinen ein wahres Spiegelbild der normalen Verhältnisse annehmen zu dürfen.

Die Tabelle A (X und XVII/2.—3) zeigt, daß schon am Ende der ersten Verdauungsstunde im Magen Peptone vorhanden sind. Aus den Kolumnen XI und XIX (Tabelle A) ist ersichtlich, daß während der ganzen Verdauungszeit eine gewissermaßen beständige Quantität von Abbauprodukten (Substanz: 1,12 — 1,13 — 0,82 — 0,87 — 1,52 — 1,10) sich im Magen befindet, unabhängig von dem vorhandenen Speisereste.

Ta-
Versuche an den

I	II	III	IV	V				VIII	IX				XII
				Aufgenommene Verdauungsprodukte					Substanz des unverdaut gebliebenen Eiweißes				
Ver- suchs- num- mer	Ver- suchs- dauer	Sub- stanz der Nahrung	Stick- stoff g	Ge- sam- menge g	Magen- saft g	Pan- kreas- saft g	Galle g	Isolier- bare Stück- chen g	Boden- satz g	im ganzen g	im ganzen g	Stick- stoff g	
													a) Mil-
1	33	600	25,90	3,652	711	298	169	76	4,5	1,3	5,8	0,832	
2	34	525	25,97	3,662	641	289	103	48	4,1	3,3	7,4	1,043	
3	35	640	25,92	3,655	721	296	152	68	5,0	3,4	8,3	1,170	
4	Mittel- werte		25,95	3,656	681	294	141	64	4,5	2,7	7,2	1,019	
5	in Prozenten		—	—	—	—	—	—	17	10	28	28	
b) Rjabt-													
6	36	540	25,22	3,556	538	—	—	—	4,45	4,60	10,05	1,276	
7	37	510	25,22	3,556	570	—	—	—	4,64	7,60	11,24	1,726	
8	38	510	26,69	3,753	569	—	—	—	4,16	8,60	12,76	1,799	
9	39	630	25,53	3,599	596	242	141	64	4,45	4,30	8,75	1,234	
10	40	520	25,72	3,627	590	238	141	64	4,15	6,30	10,45	1,473	
11	41	540	26,88	3,790	530	176	141	64	3,58	9,30	12,88	1,816	
12	42	530	25,55	3,607	560	206	141	64	6,38	4,40	10,78	1,520	
13	Mittel- werte		25,92	3,656	569	216	141	64	4,64	6,08	10,72	1,510	
14	in Prozenten		—	—	—	—	—	—	18	23	41	41	

belle C.

Duodenalfistelhunden.

XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV	
Substanz des verdauten Eiweißes			Stickstoff in den									Wieder- gefun- dener Nahr- ungs- stick- stoff	Differenz zwischen dem gegebenen und dem wieder- ge- fundenen Stick- stoffe
Albu- mosen	Pep- tone und Rest- körper	im ganzen	Albumosen						Pep- tonen und basi- schen Pro- dukten	Rest- kör- pern	ge- sam- ten Ab- bau- pro- dukten		
			Proto und Hetero	Deutero			gesam- ten Albu- mosen						
g	g	g	g	A	B	C	g	g	g	g	g	g	
3,80	14,20	18,00	—	—	—	—	0,609	0,365	2,091	2,638	3,470	— 0,182	
3,58	13,56	17,14	0,081	0,064	0,165	0,180	0,490	0,302	2,008	2,596	3,639	— 0,023	
4,09	12,30	16,40	0,069	0,076	0,194	0,163	0,502	0,360	1,754	2,463	3,633	— 0,022	
3,8	13,40	17,20	0,075	0,070	0,180	0,172	0,534	0,342	1,984	2,564	3,581	— 0,079	
15	52	66	2	2	5	5	15	9	54	70	98	— 2	

ton

schik

—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,23	7,68	9,91	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,81	6,13	8,94	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,19	6,83	10,02	0,086	0,030	0,049	0,153	0,319	0,616	0,934	1,869	2,862	— 0,737
2,60	6,33	8,93	0,079	0,031	0,050	0,139	0,299	0,572	0,767	1,638	2,860	— 0,767
2,53	7,81	10,34	0,100	0,027	0,041	0,123	0,292	0,634	0,912	1,838	3,404	— 0,386
2,65	6,04	8,69	0,115	0,024	0,050	0,117	0,308	0,617	0,818	1,785	3,058	— 0,549
2,64	6,77	9,50	0,095	0,146	0,048	0,133	0,305	0,610	0,858	1,533	3,046	— 0,610
11	26	37	3	4	1	4	8	17	24	42	83	17 (22)

Diese Tatsache führt uns zum Schluß, daß der Verdauungsprozeß im Magen während der ganzen Verdauungszeit eine mehr oder weniger gleichmäßige Intensität besitzt. Die mechanischen Vorgänge scheinen unter anderem auch dahin zu wirken, daß der chemische Prozeß im Magen in gleichmäßigem Gang erhalten wird.

Von den 200 g Eiereiweißstücken wurde bei unserem Pylorusfistelhund nur $\frac{1}{3}$ (33⁰/₁₀₀; vergl. Tab. B IX/12 und III/13) nicht fein zerrieben. Man kann also sagen, daß das Zerreibungsvermögen des Hundemagens bei unserer Versuchsanordnung $\frac{2}{3}$ beträgt.

In lösliche Substanzen wird von der Nahrung 38⁰/₁₀₀ (Tab. B XV und XXIII/13) übergeführt. Die Verdauungsleistung des Magens bei unserer Versuchsanordnung kann also als $\frac{2}{5}$ bezeichnet werden.

Was die verschiedenen Arten der Abbauprodukte anbetrifft, so waren im Mageninhalt meistens Albumosen enthalten (Tab. A, IX/22—27, XVI/22—27), ohne daß aber von den Albumosenarten irgend eine über die übrigen bedeutend prävalierte.

In den Magenentleerungen aber prävalierten beim Pylorusfistelhund die Peptone (Tab. B, XIV und XIII/13 und XXI und XX/13). Es läßt sich daraus folgern, daß die Albumosen im Magen länger zurückgehalten werden, so daß sie möglichst in Peptone verwandelt werden.

Die Vergleichung der Mengen der aus der Pyloruskanüle wieder erhaltenen Nahrungssubstanz (XI/13 und XV/13) resp. Nahrungsstickstoff (XXIV/13) mit dem vom Hunde eingenommenen (III—IV/13) beweist, daß die Eiweißresorption im Magen bei Eiereiweißfütterung gleich Null ist (Tab. B, XXV/13). Der Überschuß von 0,6⁰/₁₀₀ liegt in den Grenzen der unvermeidlichen Berechnungsfehler.

Der Ausfluß des Magensaftes aus dem Magen beträgt beim Pylorusfistelhund 310 g und wir glauben annehmen zu dürfen, daß diese Menge das ganze Sekretionsquantum des Magens ausmacht.

Es war von vornherein anzunehmen, daß die mechanischen und chemischen Verhältnisse sich ganz anders darstellten, wenn die Fistel zwischen dem Duodenum und dem Jejunum angelegt wäre. Erstens würde die Verdauungsdauer im Magen länger und die Pylorusschüsse seltener sein als bei der Pylorusfistel, infolge der sogenannten duodenalen Reflexwirkung. Zweitens würde die Totalmenge der Verdauungsprodukte zunehmen, infolge des Zuflusses des ganzen Quantum von Galle und Pankreassaft, oder abnehmen, falls im Duodenum die Säftezufuhr durch die Resorption übertroffen wird. Außerdem waren Unterschiede in den quantitativen Verhältnissen der Abbauprodukte zu erwarten.

Im allgemeinen haben sich unsere Erwartungen in den Versuchen an zwei Duodenalfistelhunden, Milton und Rjabtschik, erfüllt.

Die Versuchsergebnisse bei beiden Hunden stimmen überein. Was aber die Einzelheiten anbetrifft, so mußten sie Unterschiede darstellen, weil beim ersteren die Kanüle ca. 15 cm, beim letzteren aber ca. 25 cm weit vom Pylorus angelegt worden war. In der Tat waren die gesamten Verdauungsprodukte bei Milton um 7% mehr, bei Rjabtschik aber um 10% weniger als beim Pylorusfistelhund, wodurch sich beim letzteren die Resorptionserscheinungen bestimmter äußerten.

Die 3 Verdauungsperioden, welche wir beim Pylorusfistelhund unterscheiden konnten, ließen sich auch bei den Duodenalfistelhunden konstatieren. Nur sind bei den letzteren die Perioden länger, und zwar dauert bei Milton die erste Periode ca. 35 Minuten (anstatt 20 Minuten), die zweite 2½ Stunden (anstatt 1 Stunde) und die dritte ca. 2 Stunden (1½—2 Stunden) — im ganzen ca. 5½ Stunden.

Der erste Magenschuß erscheint bei den Duodenalfistelhunden 5—6 Minuten nach der Fütterung. Bis zu diesem Zeitpunkt entleert sich aus der Kanüle klare alkalisch reagierende gelbliche Flüssigkeit (Pankreassaft mit Galle). Nach dem ersten Magenschuß folgen die weiteren in Abständen von 10—35, mitunter aber auch 60 Sekunden (beim Pylorusfistelhund 10—12 Sekunden). Die Abstände zwischen den Schüssen, welche immer

trüber werden, sind nicht regelmäßig, wie es beim Pylorusfistelhund gewöhnlich der Fall ist.

Wir entnehmen als Beispiel aus einem Protokolle (Milton, Nr. 32) folgenden Auszug: «10 Minuten nach der Fütterung folgen die Magenentleerungen in Abständen von Sekunden: 25 — 70 — 15 — 10 — 25 — 10 — 25 — 40 — 15 — 15 — 10 — 15 — 15 — 35 — 60 — 10 — 50 — 10.»

Der Eintritt der zweiten Periode zeichnet sich ebenso wie beim Pylorusfistelhund durch Beimengung von leicht sichtbaren Eiweißstückchen aus. Die letzteren sind weniger voluminös als beim Pylorusfistelhund, was augenscheinlich sich dadurch erklärt, daß sie längere Zeit den mechanischen und chemischen Einwirkungen unterlagen. Die Magenschüsse folgen in denselben Abständen (ebenso wie beim Pylorusfistelhund) und mit derselben Unregelmäßigkeit wie in der ersten Periode.

Während der dritten Periode werden die Entleerungen immer sparsamer und erscheinen viel seltener (die Abstände dauern selten mehr als 5 Minuten), als in den beiden ersten Perioden.

Galle und Pankreassaft fließen aus der Kanüle entweder als Beimengungen zu den Magenentleerungen, oder unabhängig von denselben in der Zwischenzeit von 2 Pylorusschüssen. Im letzteren Falle strömen sie mit denselben Intervallen wie der Magensaft, und zwar sind die Intervalle in der zweiten Periode kürzer und in der dritten länger.

Mitunter ließ es sich beobachten, daß der Gallenausscheidung eine verlängerte Pyloruspause vorhergeht.

Als Beispiel ziehen wir aus dem oben erwähnten Protokolle (Milton, Nr. 32) 2 Notizen: 1. «Am Anfange der zweiten Periode kommen die Magenentleerungen in Intervallen: 12'' — 30'' — 60'' — 11'' — 12'' — 40'' — 18'' — 22'' — 11'' — 50'' — 8'' — 13'' — 17'' — 10'' — 11'' — 11'' — 14'' — 30'' — 70'' — 40'' — 12'' — 9'' — 60'' — 15'' — 14'' — 40'' — 22'' — 25'', dann folgen reichlichere Gallenbeimengungen in Intervallen: 15'' — 30'' — 14'' — 24'' — 30'' — 15'' — 15'' — 25'' — 29'' — 60''.» 2. Am Anfange der dritten Periode Magensaftentleerungen in Intervallen: 5'40'' — 3'30'' — 2'30''; dann kommen wieder Gallenbeimengungen in Intervallen: 3'50'' — 1'30''; wieder Magenentleerungen: 20'' — 2'' — 4'30'' und wieder reichlichere Gallenbeimengungen: 1' — 5' usw.»

Verfolgten wir die Gesamtentleerungen stundenweise, so bekamen wir eine ganz andere Zahlenreihe als beim Pylorus-

fistelhunde. So erhielten wir in einem Versuche bei Milton (Nr. 33) folgende Zahlenreihe: 192 — 219 — 145 — 75 — 49 — 31 g. Diese Zahlenreihe unterscheidet sich von derjenigen, welche wir für den Pylorusfistelhund angeführt haben (325 — 184 — 40 — 13 — 2 g), augenscheinlich dadurch, daß in der letzteren die Werte mehr nach links, d. h. zu den früheren Verdauungsstunden gerückt sind. Das hängt von den beschleunigten Pylorusöffnungen infolge der Unvollkommenheit des Duodenalreflexes ab, und wir glauben die mechanischen Vorgänge, die sich betreffs der Magenentleerung an den Duodenalfistelhunden konstatieren lassen, als der Wirklichkeit entsprechend ansehen zu dürfen.

Die gröberen Eiweißstückchen erwiesen sich bei den Duodenalfistelhunden, wie schon erwähnt, ein wenig kleiner als beim Pylorusfistelhund und machten nicht $\frac{1}{3}$ der Nahrungsgabe, wie beim letzteren, sondern ungefähr $\frac{1}{6}$ (17—18 $\%$; vgl. Tab. C, IX/5 und 14), also zweimal weniger aus. Man könnte denken, daß dieser quantitative Unterschied der unmittelbaren Wirkung des Duodenum zuzuschreiben ist. In der Tat wird er aber durch das längere Verweilen der Stückchen im Magen bedingt. Einen zwingenden Beweis dafür bringen unsere Versuche am Jejunumfistelhund, aus denen hervorgeht, daß die gröberen Eiweißstückchen im Darm nur langsam abnehmen, indem dieselben im Jejunum fast dasselbe Mengenverhältnis (15 $\%$, Tab. D, VII/5) wie im Duodenum aufweisen (17—18 $\%$, vergl. Tab. C, IX/5).

Durch Subtraktion des Wertes der unverdauten Substanz (bei Milton 28 $\%$ und bei Rjabtschik 41 $\%$ ¹⁾) von dem der gegebenen Substanz erfahren wir, daß die Hunde 72 $\%$ resp. 59 $\%$ in Lösung gebracht haben. Die gemeinschaftliche Arbeit des Magens und des Duodenum übertrifft also die des isolierten Magens ebenfalls um ungefähr das Doppelte.

An einem Hunde mit einer Pylorusfistel und einer Duodenumfistel wird es möglich sein, den Verdauungswert des Duodenum allein und dadurch den des Magens allein zu bestimmen. Vorläufig aber müssen wir uns mit dem Schlusse begnügen, daß

¹⁾ Dieser Wert scheint zu groß zu sein; das läßt sich aber vielleicht dadurch erklären, daß Rjabtschik rüdig war.

Ta-
 Versuche am Jejunum-

I	II	III	IV	V		VI	VII				VIII	IX	X	XI			XII	XIII
				Sub-	Stick-		Auf-		Substanz					Stick-	Substanz			
Ver-	Ver-	Sub-	Stick-	Auf-		Säfte-	des unverdaut geblie-				Im	Im	Albu-	Pep-	Im	des ver-	des ver-	des ver-
				stanz	stoff		genommene	Verdauungs-	benen Eiweißes	Sub-								
num-	suchs-	stanz	stoff	Ge-	Säfte-	Isolier-	Boden-	Im	Im	Albu-	Pep-	Im	des ver-	des ver-	des ver-	des ver-	des ver-	des ver-
mer	dauer	der	Nahrung	Ge-	menge	Stück-	satz	ganzen	ganzen	mosen	tone	ganzen	des ver-	des ver-	des ver-	des ver-	des ver-	des ver-
		g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
1	43	6 ²⁰	26,0	3,666	318,0	—	3,6	5,4	9,0	1,269	4,0	6,3	10,3					
2	44	6 ²⁰	26,3	3,708	305,0	—	4,2	4,0	8,2	1,156	5,0	7,4	12,4					
3	45	6 ⁴⁰	25,53	3,599	244,0	—	4,3	2,9	7,2	1,015	3,9	8,3	12,2					
4	Mittelwerte		25,94	3,657	282,0	—	4,0	4,1	8,1	1,147	4,3	7,3	11,6					
5	in Prozenten		—	—	—	—	15,0	16,0	31,0	31,0	17,0	28,0	45,0					

die wirklichen eiweißlösenden Wirkungswerte des Magens bei einer Gabe von 200 g gekochten Eiereiweißes zwischen 38% (wie beim Pylorusfistelhund) und 72% (wie beim Duodenalfistelhund Milton) liegt.

Die verschiedenen Abbauprodukte ordnen sich bei Milton absteigend in folgender Reihe: Restkörper (54%), Albumosen (15%), Peptone und basische Produkte (9%). Es folgt daraus, daß im Duodenum ein rascher Abbau der Peptone stattfindet. Im initialen Abschnitte des Jejunums aber beginnt eine Resorption der Endprodukte und deshalb erhalten wir bei Rjabtschik eine verminderte Quantität von Endprodukten (24% anstatt 54%); außerdem läßt sich ein Fortschreiten im Abbau der Albumosen konstatieren, weshalb der Albumosenwert (8%) durch den Peptonwert (17%) übertroffen wird.

Hinsichtlich der Mengen der verschiedenen Albumosen läßt sich nichts Besonderes bemerken.

belle D.
fistelhund (Lew).

Proto und Hetero g	Stickstoff in den							Wieder- ge- fundener Nahrungs- stickstoff g	Differenz zwischen dem ge- gebenen und wiederge- fundenen Stickstoff g
	Albumosen			Ge- samt- albu- mosen g	Peptonen und basischen Produkten g	Rest- körpern g	Im ganzen g		
	Deutero								
	A	B	C						
XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII
0,056	0,118	0,058	0,131	0,363	0,218	1,209	1,498	2,767	0,899
0,067	0,109	0,077	0,165	0,419	0,376	1,337	1,840	2,996	0,712
0,093	0,138	0,062	0,114	0,406	0,298	1,495	1,907	2,992	0,677
0,072	0,122	0,066	0,137	0,396	0,297	1,347	1,748	2,893	0,763
2,0	3,0	2,0	4,0	11,0	7,0	36,0	47,0	79,0	21,0

Von dem gegebenen Eiereiweiße wird im Duodenum nur ein ganz geringes Quantum (2%) resorbiert; dagegen wird im initialen Abschnitte des Jejunums nach dem Stickstoff berechnet 17%, nach der Substanz — was weniger genau ist — 22% (Tab. C, vergl. XXV — III — XI — XV/14) resorbiert.

Beim Jejunumfistelhund (die Kanüle wurde ungefähr einen Meter weit vom Pylorus angelegt) ließen sich ebenfalls drei Perioden beobachten. Die erste Periode dauert ca. 1/2 Stunde. Gleich nach der Fütterung fing aus der Kanüle sich eine klare gelbliche, schwach alkalische Flüssigkeit mit seltenen Pausen zu ergießen an.

Der Anfang der zweiten Periode, welche 2 1/2 Stunden dauert,

läßt sich dadurch bemerken, daß die Entleerungen immer trüber werden und daß bald gröbere Eiweißstückchen sich sehen lassen. Die Entleerungen sind im allgemeinen dichter als bei den Pylorus- und Duodenalfistelhunden und sehen gallertartig aus. Die Pausen sind unregelmäßig und dauern bis 3 Minuten.

Während der dritten Periode werden die Entleerungen sparsamer und durch immer sich verlängernde Abstände getrennt.

Wie schon oben erwähnt wurde, wird im Jejunum säurehaltige Flüssigkeit resorbiert. Die Resorption findet während der ganzen Verdauungszeit statt, wie aus der Zusammenstellung der Werte der einstündigen Entleerungen beim Duodenal- und Jejunumfistelhunde ersichtlich ist. Beim letzteren (Versuch Nr. 43) folgende Werte: 117 — 101 — 83 — 14 — 3 — 0 g (beim ersteren, wie erwähnt: 192 — 219 — 145 — 49 — 31 g).

Die geringe Abnahme (15% anstatt 17—18% bei den Duodenalfistelhunden) der Eiweißstückchenmenge weist darauf hin, daß dieselben im Darm nur langsam gelöst werden, was zweifellos mit dem geringen Zerreibungsvermögen des Darmes im Zusammenhange steht. Die jedoch stattgefundenen Verminderung des unverdauten Nahrungsrestes (31% anstatt 28—41%) bei den Duodenalfistelhunden läßt sich durch die Verdauung des Breies (16% anstatt 10—23%) erklären.

Das Verhältnis zwischen den einzelnen Abbauprodukten des Eiweißes ähnelt hier demjenigen im Duodenum und zwar ordnen sie sich folgenderweise: Restkörper (36%), Albumosen (11%), Peptone und basische Körper (7%).

Bis zu der Jejunumfistelstelle wurden bei unserem Jejunumfistelhund von der Nahrung nach N berechnet 21% und nach dem Substanzgewicht — was weniger genau ist — 24% resorbiert.

Die Resorption der Abbauprodukte ist also bei Lew nicht sehr viel weiter (um 3%) fortgeschritten, als bei Rjabtschik entgegen der reichlichen Wasser- und Säureresorption. Wie weit hier die individuellen Unterschiede Ausdruck gefunden haben, das hoffen wir an einem Hunde mit mehreren Fisteln entscheiden zu können.

Tabelle E.

Versuche am Ileumfistelhund.

I Ver- suchs- num- mer	II Ver- suchs- dauer in Stun- den	III Sub- stanz- stoff der Nahrung g	IV Stick- stoff g	V Ge- samt- menge g	VI Zur Neu- tralisation ver- brauchte $n_{10}\text{-H}_2\text{SO}_4$ g	Wiedergewonnene Verdauungsprodukte				XI Ge- samt- sub- stanz g	XII im Phosphor- wolfram- säure- nieder- schlag g	XIII Stickstoff im Phosphor- wolfram- säure- filtrate g	XIV im ganzen g	XV Differenz zwischen dem Ver- dauungs- zusatz und der ge- wonnenen Substanz g
						VII Isolier- bare Stück- chen g	VIII Filter- rück- stand g	IX Im ganzen g	X Sub- stanz des Filt- rates g					
1	10	25,14	3,585	78,0	81,2	—	2,2	2,2	5,1	7,0	123,4	355,0	479,0	— 0,28
2	10	25,72	3,627	52,0	62,0	—	2,3	2,3	5,5	7,3	220,0	272,0	492,0	+ 0,02
3	10	25,61	3,763	59,0	55,7	—	2,2	2,2	4,7	6,9	193,0	296,0	489,0	— 0,38
4	10	25,52	3,598	44,5	51,8	0,3	1,9	2,2	4,2	6,4	281,6	176,8	458,4	— 0,88
5	Mittel- werte	25,49	3,643	60,1	62,7	0,3	2,1	2,15	4,9	6,9	204,5	274,9	479,6	— 0,38

Auch beim Ileumfistelhund lassen sich zwei Perioden unterscheiden. Während der ersten Periode, welche 3—4 Stunden dauert, entleeren sich aus der Kanüle nur wenige farblose oder braungefärbte Tropfen.

Die zweite Periode, welche ungefähr 6 Stunden dauert, charakterisiert sich dadurch, daß braune gallertartige Entleerungen aus der Kanüle abfließen. Die letzteren erscheinen unregelmäßig in Abständen von 1—13 und mehr Minuten.

In den aus der Ileumkanüle gewonnenen Verdauungsprodukten lassen sich nur einzelne ganz kleine unverdaute Eiweißstückchen auffinden. In einem Versuche (Nr. 46) wurden die letzten sorgfältig aufgesammelt und getrocknet. Wir erhielten dabei 0,3 g Substanz. Von dem gegebenen koagulierten Eiweiße sind also 99,7% gelöst worden. Da die Biuretreaktion in allen Versuchen fast ganz versagte, ist anzunehmen, daß die gelöste Substanz bis zu den Endprodukten verarbeitet wurde. Ob die ganze Menge der Abbauprodukte durch den Darm resorbiert wurde, können wir nicht feststellen. Daß aber der Darm ein der eingeführten Substanz entsprechendes Quantum resorbiert hat, darüber ist kein Zweifel. In der Tat wissen wir, daß zu dem gegebenen Eiereiweiße (200 g) im Duodenum ca. 7 g Substanz mit den Verdauungssäften hinzugefügt wird. Die beim Ileumfistelhund gewonnenen Produkte enthalten (Tabelle E, VI/5) beinahe dieselbe Substanzmenge (im Mittel 6,3 g).

Die gelösten Substanzen sind teilweise mit Phosphorwolframsäure fällbar, teilweise nicht. Die nähere Natur dieser Substanzen bleibt noch uns zu bestimmen.

2. Rohes Eiereiweiß.

Die 8 Versuche an denselben Fistelhunden mit rohem Eiereiweiß gaben ganz andere Resultate, als mit hart gekochtem.

Beim Pylorusfistelhund beginnen die Entleerungen fast gleich nach dem letzten Schluck. In Abständen von 4—5 Sekunden folgen reichliche Schüsse, wobei sich aus der Kanüle klare, stark alkalisch reagierende Flüssigkeit (Eierklar) ergießt.

So stellt sich die erste Periode dar, welche 17—20 Minuten dauert. Die zweite Periode gibt sich durch die saure Reaktion und das trübe Aussehen der Entleerungen zu erkennen. Die Pyloruschüsse werden seltener (Pausen von 1—3 Minuten) und spärlicher. Während dieser zwei Perioden erscheint nie Galle. Die letztere zeigt sich nur in der dritten Periode, deren Anfang gegen das Ende der ersten Versuchsstunde eintritt, um nach 15—20 Minuten den Verdauungsprozeß im Magen abzuschließen. Während der dritten Periode wechseln sich Pylorusschüsse mit Galle- resp. Pankreassaftentleerungen ab. Die ganze Verdauungszeit gleicht $1\frac{1}{4}$ Stunde.

Beim Magenfistelhund läßt sich nach einer halben Stunde nur ein ganz geringer Nahrungsrest auffinden. Es fallen also die Ergebnisse am Magen- und Pylorusfistelhund ganz gut zusammen.

In den Entleerungen (375 g) vom Pylorusfistelhund findet man 88% des gegebenen koagulierbaren Eiweißes. Die löslichen Substanzen enthalten Albumosen und Peptone.

Da die aus der Fistel entleerte Masse die eingegebene Gesamtsubstanz um 4 g übersteigt, drängt sich der Schluß auf, daß auch vom rohen Eiereiweiß durch den Magen nichts resorbiert wird.

Beim Duodenalfistelhund (Milton) sind ebenso wie in den Versuchen mit gekochtem Eiereiweiß die Pylorusschüsse länger und unregelmäßiger als beim Pylorusfistelhund, und zwar schwanken sie in der ersten Periode, welche ca. 7 Minuten dauert, zwischen 5—15 Sekunden, und in der zweiten Periode, welche ungefähr eine Stunde dauert, zwischen 9"—4'30". Die dritte Periode dauert etwa 20 Minuten. Galle und Pankreassaft begleiten die Entleerungen während der ganzen Versuchszeit.

Die ganze Verdauungszeit ist nicht länger als $1\frac{1}{2}$ Stunde, so daß wir schließen dürfen, daß beim Eierklar die Rückwirkung des Duodenums auf die Magenverdauung ganz gering ist.

In den 313 g Entleerungen lassen sich auffinden 87% des gegebenen koagulierbaren Eiweißes. Die Abbauprodukte enthalten Albumosen, Peptone und Endprodukte.

Da die beim Duodenalfistelhund gewonnene Gesamtsubstanz 3,0 g weniger beträgt als beim Pylorusfistelhund, so dürfen wir schließen, daß von den Abbauprodukten ein ganz merklicher Teil im Duodenum resorbiert wurde.

Beim Jejunumfistelhund zeigten die Entleerungen denselben Verlauf (die Dauer ist ca. 1 $\frac{1}{4}$ Stunde) wie beim Duodenalfistelhund (Milton), wodurch unter anderem die schwache Rückwirkung des Darms auf den Magen beim Eierklar noch sicherer festgestellt wird.

In den (230 g) Entleerungen findet man etwa 8% weniger koagulierbares Eiweiß als beim Duodenalfistelhund.

Der Abbau ist ebenfalls weiter fortgeschritten, aber doch prävalieren bei ihm noch nicht die Endprodukte.

Die Resorption macht ebenfalls 4% mehr aus als beim Duodenalfistelhund.

Beim Ileumfistelhund ließen sich zwei Perioden unterscheiden. In der ersten Periode, welche gegen 1 Stunde 10 Minuten dauerte, erschienen aus der Kanüle einzelne braun-gefärbte Tropfen. Während der zweiten Periode, welche 3—3 $\frac{1}{2}$ Stunden dauerte, wurden aus der Kanüle gelbe gallertartige, schaumige Entleerungen ausgeschieden.

In den (66 g) Entleerungen wurden noch ca. 73% des gegebenen koagulierbaren Eiweißes aufgefunden.

Unter den Abbauprodukten prävalieren die Endprodukte.

Durch den ganzen Darm vom Pylorus bis zum Coecum wurden nur ca. 12% der Nahrungssubstanz resorbiert.

So weit sind die Ergebnisse unserer bisherigen allgemein analytischen Untersuchungen des Verdauungsschemismus im tierischen Körper bei Eiereiweißfütterung.

Versuche mit Kohlehydrat- (Brot) und Fettfütterung (Milch) sind in unserem Laboratorium noch im Gange, und wir hoffen, daß die an diesen Versuchen beteiligten Personen dieselben in kurzem zum Abschlusse bringen.

Demnächst beabsichtigen wir, eine genauere Analyse der einzelnen Abbauprodukte, welche bei unseren Fistelhunden entleert wurden, auszuführen.

Außerdem haben wir die Absicht, die Verdauungsweise des Fleisches zu untersuchen. Gelegentlich der Publikation der letzteren Versuche werden wir eingehender die betreffende Literatur und hauptsächlich den soeben erschienenen Aufsatz von Herrn Ludwig Tobler (Über die Eiweißverdauung im Magen, Diese Zeitschrift, 1905, Bd. XLV, Heft 3 und 4) besprechen.
