

Zum Chemismus der Verdauung im tierischen Körper.

VI. Mitteilung.

Eiweiß- und Kohlehydratverdauung im Magendarmkanal.

Von

E. S. London und W. W. Polowzowa.

Mit vier Tafeln und fünf Figuren im Text.

(Aus dem pathologischen Laboratorium des Kaiserl. Instituts für experimentelle Medizin zu St. Petersburg.)

(Der Redaktion zugegangen am 1. Oktober 1906.)

I. Methodik.

Der Zweck unserer Untersuchungen war, eine genaue, auf unbestreitbaren experimentellen Tatsachen begründete Schilderung der Eiweiß- und Kohlehydratverdauung im tierischen Körper zu geben. Wir bedienten uns dazu der Verdauungsfistelhunde, welche nach der Fistellage in folgende Kategorien eingeteilt werden können:

1 Magenfistelhund (Woltschok), bei dem die Fistel an der großen Magenkurvatur angelegt ist;

3 Pylorusfistelhunde, von denen bei einem (Banzaï) die Fistelöffnung etwa 2 cm weit vom Pylorus entfernt liegt, bei 2 anderen dagegen (Zigan und Tschudnoï) dieselbe in der unmittelbaren Nähe des Pylorus sich befindet;

1 Duodenalfistelhund (Rjabschik), mit der Fistel am distalen Ende des Duodenums;

1 Jejunumfistelhund (Lew), bei dem die Fistel sich 1 m weit vom Pylorus entfernt findet;

1 Ileumfistelhund (Starik), mit der Fistel gerade in der Mitte des Darmes, und

2 Ileocoecalfistelhunde, von denen einer (Bjelka) die Fistel nächst der Ileocoecalclappe, der andere (Kurnossaja) etwa eine Handbreit davon entfernt am Ileum hat.

Damit die Verdauung auf möglichst natürlichem Wege vor sich gehen könne, d. h. damit die genannten Stoffe — Eiweiß und Kohlehydrate — in einer den Hunden wohl bekannten und leicht verdaulichen Form gereicht seien, wählten wir als Versuchsnahrung einfaches Weißbrot, welches die Hunde bekanntlich sehr gern fressen.

Der Versuchsgang gestaltete sich in der Regel folgendermaßen: Nach 24—36stündigem Fasten wird der Hund ins Gestell getan; die Fistel wird geöffnet und gereinigt, unter die Fistelöffnung stellt man einen großen Eimer voll Eis und darauf eine Porzellanschale von bekanntem Gewicht mit gewogenen Eisstücken. Diese Maßregeln müssen vorgenommen werden, damit die Wirkung der Verdauungssäfte möglichst gehemmt sei. Nach diesen Vorbereitungen werden dem Hunde 200 g Brot verabreicht, und nun fängt die Ausscheidung des Speisebreies an; die in allen Details, was Zeit, Aussehen, Konsistenz, Reaktion usw. anbetrifft, genau protokolliert wird. Weiter unten wollen wir eine Reihe von Versuchsprotokollen samt Ausscheidungskurven angeben. Nach jeder Stunde wird der ausgeschiedene Speisebrei gewogen: nachdem die Ausscheidung sistiert hat, wird noch eine Weile gewartet (etwa $\frac{1}{2}$ —1 Stunde) und dann der Versuch abgeschlossen. Der gesamte Speisebrei wird gewogen, auf seine Reaktion geprüft und mit $\frac{1}{10}$ -Normalnatronlauge resp. -Schwefelsäure genau neutralisiert. Dann wird er unter Zusatz von Essigsäure gekocht und filtriert; damit die Filtration schnell vor sich gehe, ist es vorteilhaft, dieselbe im Brutschrank bei 40° C. vorzunehmen, sonst dauert es 5—7 Tage, bis der ganze Speisebrei filtriert ist. Von diesem Zeitpunkt an haben wir es mit dem Filtrat und Filterrückstand zu tun, welche getrennt auf ihre Bestandteile untersucht werden.

Das Filtrat, welches verdaute Nährstoffe — Eiweiß und Kohlehydrate — enthält, wird einer genauen quantitativen Analyse unterworfen. Es wird bis zu einem bestimmten Volumen eingedampft und in gleiche Teile geteilt, von denen einer zur Bestimmung der Trockensubstanz (Eintrocknen bis zum konstanten Gewicht) samt Salzen (Verbrennen im Platintiegel), ein anderer zur Bestimmung des Gesamtstickstoffs nach Kjeld-

dahl verwendet werden: die dritte Portion wird zur Bestimmung des Albumosegehaltes mit gepulvertem Zinksulfat gesättigt und die vierte mit Phosphorwolframsäure bis zur vollkommenen Fällung versetzt; dann werden beide letztgenannten Portionen filtriert und im Filtrerrückstand der Stickstoffgehalt nach Kjeldahl bestimmt. Den Albumosenwert, in Gramm Stickstoff ausgedrückt, erhalten wir direkt durch Verbrennen des Filtrerrückstandes nach Kjeldahl; durch Subtraktion dieses Wertes von dem Stickstoffgehalt des Phosphorwolframsäureniederschlages bekommen wir den Stickstoffgehalt der Peptonefraktion, und die Subtraktion des Stickstoffgehaltes des letztgenannten Niederschlages von dem Gesamtstickstoff des Filtrates ergibt uns die Stickstoffmenge, welche den weiteren Abbauprodukten, den sog. Restkörpern, zugehört. Unter Restkörpern verstehen wir nicht nur die verschiedenen Aminosäuren, wie Tyrosin, Leucin, Alanin, Asparaginsäure und Glutaminsäure, welche nach den Untersuchungen von Abderhalden-Kautzsch-London¹⁾ sich während der Darmverdauung bilden; sondern es müssen auch kompliziertere phosphorwolframsäurelösliche Peptide hinzugerechnet werden.

Zur Bestimmung des Zuckergehaltes bedienen wir uns der gewichtsanalytischen Methode von Allihn. Den Dextrin-gehalt des Filtrates bestimmten wir auf saccharimetrischem Wege, indem wir die Dextrine durch Hydralisieren mit verdünnter Salzsäure in Zucker überführten und diesen nach Allihn bestimmten; die Dextrinmenge erhält man dabei durch Multiplizieren des erhaltenen Wertes mit 0,9.

Der Filtrerrückstand wird in toto getrocknet und seine Trockensubstanz direkt bestimmt. Ein Teil davon wird fein gepulvert und in drei Portionen geteilt, von denen eine zur Bestimmung des Stickstoffgehaltes nach Kjeldahl, die zweite zur Bestimmung der Salze und die dritte zur Stärkebestimmung verbraucht werden. Die betreffende Portion wird zuerst im Soxhlet'schen Dampftopf bei 3—4 Atmosphären 3—4 Stunden lang erhitzt, wobei die Stärke in Dextrine verwandelt wird.

¹⁾ Diese Zeitschrift, Bd. XLVIII, Heft 6, S. 549.

dann letztere in Zucker umgewandelt und dieser nach Allihn bestimmt.

Selbstverständlich machten wir in jedem einzelnen Versuch eine Kontrollanalyse des als Versuchsnahrung dienenden Weißbrot, wobei Trockensubstanz, Stickstoff, Dextrin, Zuckerstärke, Fett, Salze und Rohfasern bestimmt wurden.

II. Berechnung der Verdauungssäfte.

Da der in oben beschriebener Weise aufgenommene Speisebrei außer den unverdauten Nahrungsresten und verdauten, aus der Nahrung stammenden Nährstoffen noch eine beträchtliche Menge Verdauungssäfte: Magensaft, Galle, Pankreassaft, Darmsaft, Speichel und Schleim zu enthalten pflegt, so ist es äußerst wichtig, sowohl ihre Menge, wie auch ihren Gehalt an Stickstoff genau zu kennen, um über die Verdauung und Resorption der mit der Nahrung eingeführten Stoffe richtige Schlüsse ziehen zu können. Mittels einer Reihe von Hilfsversuchen an Pankreas- und Gallenfistelhunden von Pawlow, wie auch an unserem Magenfistelhund, gelang es uns, diese Aufgabe annähernd zu lösen.

Zur Bestimmung der Magensaftmenge¹⁾ bedienten wir uns folgenden Verfahrens: Wir gaben unserem Magenfistelhund (Woltschok) die üblichen 200 g Brot bei offener Fistel und ließen den ganzen Mageninhalt, anstatt durch den Pylorus, durch die Fistelöffnung heraustreten. Die Schale befand sich auf einem warmen Wasserbade. Da der Speisebrei auf diesem Wege nur etwa 1 bis 1¹/₂ Stunden im Magen verweilt, während er sonst denselben erst nach 4—5 Stunden zu verlassen pflegt (Pylorus- und Duodenalfistelhund), so stellten wir die Schale mit dem Speisebrei bei 38—40° C. auf 3 Stunden in den Brutschrank, um den natürlichen Verhältnissen möglichst nahe zu kommen. Nach 3 Stunden wurde der Speisebrei herausgenommen und mit $\frac{1}{5}$ Normal-NaOH-Lösung genau titriert. Aus der verbrauchten Alkalimenge wurde der Säuregehalt berechnet und dann diejenige Menge Magensaft bestimmt, welche

¹⁾ Die Versuche mit den Säftfistelhunden sind von Dr. A. Sokoloff angestellt worden, wofür wir ihm unseren innigsten Dank hier aussprechen.

der gefundenen Acidität entsprechen muß. Um unseren Auseinandersetzungen mehr Klarheit zu geben, wollen wir an dieser Stelle einen derartigen Versuch näher besprechen.

Es wurden dem Magentistelhund (Woltshok) 200 g Brot gegeben. Der Speisebrei schied sich durch die offene Fistel in eine auf dem 40° C. warmen Wasserbade stehende Porzellschale langsam aus. Damit nicht etwa der größte Teil durch den Pylorus entweiche, beschleunigten wir die Ausscheidung dadurch, daß wir die in der Fistelröhre steckenden Brotklumpen mit der Pinzette herauszogen. Nach 1½ Stunden wurde die Magenentleerung vollendet, die Magensaftsekretion dauerte noch ungefähr 1 Stunde lang, dann hörte jede Ausscheidung auf. Die Schale mit dem Speisebrei wurde gewogen und in den Brutschrank auf 3 Stunden gestellt; dann genau titriert, wobei 444,6 cem n_{10} -NaOH zur Neutralisation verbraucht wurden; es war also der Aciditätsgrad des Speisebreies in diesem Fall gleich 444,6 cem n_{10} -HCl. Ein Kubikzentimeter n_{10} -Salzsäure enthält 0,00365 g HCl. 444,6 werden also $0,00365 \cdot 444,6$ g enthalten = 1,623 g HCl. Der bei Brotnahrung sich absondernde Magensaft besitzt eine Acidität von 0,5° HCl; wenn also 0,5 g HCl = 100 g Magensaft entsprechen, so werden 1,623 g HCl = 324,6 reinen, nicht neutralisierten Magensaft ausmachen.

$$x : 100 = 1,623 : 0,5; \quad x = \frac{100 \cdot 1,623}{0,5} = 324,6 \text{ g.}$$

Nach unseren Berechnungen sollte also der Speisebrei 324,6 g reinen Magensaft enthalten. Wenn wir aber von dem Gesamtgewicht 551 g die der Nahrung (Brot) zukommenden 200 g abziehen, so erhalten wir 351 g — ein Gewicht, welches das von uns theoretisch berechnete um 26,4 g übertrifft, welche den dem Speisebrei beigemengten Speichel und Schleim zugerechnet werden müssen. Die Speichelmenge, die der Hund beim Kauen von 200 g Brot abzusondern pflegt, beträgt ca. 20 g, was wir durch folgenden Versuch feststellten: Wir ließen einen oesophagotomierten Hund 200 g Brot fressen, sammelten das durch die Oesophagusfistel herausfallende Brot in eine gewogene Schale und wogen dann dieselbe samt ihrem Inhalt nochmals; die Gewichts-differenz des Inhaltes (Brot) ergab die Menge aus-

geschiedenen Speichels gleich 20 g. Dagegen haben wir keine sicheren Angaben über die bei der Verdauung sich absondernde Schleimmenge: wir konnten nur feststellen, daß der nüchterne Magen etwa 15—20 g dicklichen Schleims von 1,9% Trockensubstanz zu enthalten pflegt. Ziehen wir beide Zahlen von der Gesamtsäftmenge ab, so erhalten wir das Gewicht reinen Magensaftes gleich 311 g. Die Differenz von 13,6 g ($324,6 - 311 = 13,6$) kann eben darauf beruhen, daß die während der Magenverdauung abgesonderte Schleimmenge in dem gegebenen Fall reichlicher war, was allerdings gut möglich ist, und nicht 20 g, sondern vielleicht 30 g betrug: die übrigen 3,6 g können in einem Rechnungsfehler ihre Erklärung finden. Wir wollen die Magensaftmenge rund 315 g setzen.

Auf diese Weise gelang es uns, aus dem Gesamtgewicht des Speisebreies und dessen Aciditätsgrad den Gehalt an reinem Magensaft genau zu bestimmen. Diese Coincidenz zwischen der direkt bestimmten und theoretisch abgeleiteten Magensaftmenge kann unter anderem als ein Beweis dafür dienen, daß die Acidität des Speisebreies nicht durch die mit dem Brot eingeführte Säure vermehrt wird.

Damit uns diese komplizierten Berechnungen bei Bestimmung der Magensaftmenge in unseren übrigen Versuchen erspart blieben, bestimmten wir diejenige Menge Magensaft, welche durch 1 ccm $\frac{1}{10}$ -Norm.-NaOH-Lösung neutralisiert wird: wenn 444,6 ccm $\frac{1}{10}$ -Norm.-NaOH zur Neutralisation von 315 ccm Magensaft dienen, so werden durch 1 ccm $\frac{315}{444,6} = 0,71$ g Magensaft neutralisiert: wir brauchen also, um nach dem Aciditätsgrad des Speisebreies allein die Menge reinen, nicht neutralisierten Magensaftes zu bestimmen, die Zahl Kubikzentimeter des zur Neutralisation verbrauchten $\frac{1}{10}$ -Norm.-NaOH mit einer Konstanten 0,71 zu multiplizieren.

Wie gesagt, suchten wir bei diesen Hilfsversuchen denjenigen Verhältnissen möglichst nahe zu kommen, wie sie sich bei den Versuchen an Pylorusfistelhunden in der Regel gestalten. Einen Beweis dafür, daß dieses Ziel von uns wirklich erreicht wurde, gibt uns ein Vergleich der Analysenresultate bei beiden

genannten Hunden. Aus der Tabelle B ersehen wir, daß beim Magenfistelhund (Woltschok) im eben besprochenen Versuche 14,16% der Trockensubstanz durch den Pylorus entleert worden sind. Wir nehmen zum Vergleich einen Pylorusfistelhund, Namens Tschudnoi, bei dem, infolge einer eingetretenen Abnormität in der Fistellage, ebenfalls ein Teil des Speisebreies der Untersuchung entzogen wurde. Die Gesamttrockensubstanz bei Tschudnoi beträgt 83,69%, bei Woltschok 85,84%; der Gesamtstickstoff bei Tschudnoi ist gleich 100,69%, bei Woltschok = 101,6%, Gesamtkohlehydrate bei Tschudnoi = 81,22%, bei Woltschok = 81,18%; ähnliche Analogie finden wir beim Vergleich des Prozentgehaltes des Speisebreies beider Hunde an Zucker, Dextrin, Stärke, Albumosen, Peptonen und Restkörpern. Wir überzeugen uns aus diesem Vergleich, daß die Analysenresultate unsere theoretischen Erwägungen vollkommen bestätigen.

Bei den meisten unserer Hunde aber reicht dieses Verfahren der Magensaftbestimmung nicht aus, indem bei ihnen ein Teil des Magensaftes durch Galle und Pankreassaft neutralisiert wird. Zur Bestimmung der zwei letzteren Verdauungssäfte bedienten wir uns einiger Säftelistelhunde (Gallen- und Pankreasfistelhund). Auf 200 g Weißbrot wurden während 6—7 Stunden 117 ccm Galle und 129 ccm Pankreassaft ausgeschieden. Wir bestimmten darin Trockensubstanz, Stickstoff und Asche und erhielten dabei folgende Zahlen:

	Galle	Pankreassaft
Trockensubstanz	4,10 %	2,67 %
Aschefreie Trockensubstanz	3,45 %	1,95 %
Stickstoff	0,165 %	0,340 %
Salze	0,651 %	0,724 %
Alkaleszenz	12,5% n ₁₀ -NaOH.	116,6% n ₁₀ -NaOH.

Wir mischten äquivalente Mengen Galle (73 g) und Pankreassaft (80 g) und neutralisierten das Gemisch mit Magensaft, wozu 65 ccm verbraucht wurden: die genannten Stoffe

verhalten sich im Gemisch, wie 73 : 80 : 65 oder wie 0,34 : 0,36 : 0,30. Das Säftegemisch wurde unter Zusatz von Essigsäure zum Sieden gebracht, durch ein gewogenes Filter filtriert und sowohl das Filtrat wie der Filtrerrückstand auf ihre Bestandteile quantitativ untersucht: im Filtrat wurden Trockensubstanz, Gesamtstickstoff und Salze bestimmt, sowie der Stickstoffgehalt des Zinksulfatniederschlages, Phosphorwolframsäureniederschlages und Phosphorwolframsäurefiltrates, im Filtrerrückstand Trockensubstanz und Stickstoff bestimmt. Wir erhielten dabei folgende Zahlen in Gramm ausgedrückt:

	Trockensubstanz	Stickstoff	Zinksulfatniederschlag	Phosphorwolframsäureniederschlag	Phosphorwolframsäurefiltrat	Salze
Filtrat	2.5044	0.1512	0.0605	0.0319	0.0588	1.2854
Filtrerrückstand .	1.3765	0.1856	—	—	—	—

Aus dieser Tabelle ersehen wir, daß die Trockensubstanz des Filtrates sich zu derjenigen des Filtrerrückstandes wie 2.5044 : 1.3765 = 0,65 : 0,35 verhält: der Stickstoff des Filtrates beträgt 6,04% der Trockensubstanz, der Zinksulfatniederschlag macht 40% , der Phosphorwolframsäureniederschlag 21% und das Phosphorwolframsäurefiltrat 39% des Gesamtstickstoffs aus: der Filtrerrückstandstickstoff beträgt 13,5% der Trockensubstanz. Mit Hilfe dieser Angaben war es uns leicht, in jedem einzelnen Versuch sowohl die Menge, wie die Zusammensetzung der im Speisebrei enthaltenen Verdauungssäfte mit annähernder Genauigkeit abzuschätzen. Nachdem wir nach der oben beschriebenen Methode die Menge nicht neutralisierten Magensaftes bestimmt und von der Gesamtmenge der Verdauungssäfte subtrahiert haben, erhalten wir ein Gemisch von Verdauungssäften, worin Galle, Pankreassaft und Magensaft im Verhältnis wie 0,34 : 0,36 : 0,30 enthalten sind. Durch Multiplikation der Gesamtmenge des Gemisches mit diesen Zahlen erhalten wir die tatsächlichen Mengen Galle, Pankreassaft und neutralisierten Magensaft. Da die Zusammensetzung dieser Verdauungssäfte

schon bekannt ist, so ist es leicht, sowohl die Trockensubstanz, wie den Stickstoffgehalt derselben auszurechnen und zu bestimmen, wieviel davon dem Filtrat und dem Filtrerrückstand angehören. Durch Subtraktion dieser Zahlen von den entsprechenden Werten unserer Versuchstabellen erhalten wir die wahren Mengen verdauter und unverdauter Nährstoffe, die mit der Nahrung eingeführt wurden.

Nehmen wir als Beispiel unseren Duodenalfistelhund Rjabtschik (Versuch IX):

Der Versuch dauerte 5 Stunden. Es wurden im ganzen 691 g Speisebrei ausgeschieden, dessen Acidität 147,9 ccm n_{10} -HCl betrug: durch Multiplikation von 147,9 mit der Konstanten 0,71 erhalten wir die Menge nicht neutralisierten Magensaftes gleich 105 g. Die Gesamtmenge der Verdauungssäfte ist gleich $691 - 200$ (Brot) = 491 g, worin 20 g Speichel, ungefähr 20 g Schleim und 105 g nicht neutralisierten Magensaftes: das reine Gemisch aus Galle, Pankreassaft und Magensaft beträgt demnach $491 - 145 = 346$ g, wobei die genannten Säfte in oben angezeigten Proportionen sich befinden. Durch successive Multiplikation der Gesamtmenge (346) mit 0,34, 0,36 und 0,30 erhalten wir die Menge Galle = 117,64 g, Pankreassaft = 124,56 g und Magensaft = 104,0, was mit den 105 g nicht neutralisierten Magensaftes 209 g ausmacht. Zugunsten der Richtigkeit der von uns gebrauchten Methode der Berechnung der Verdauungssäfte im Speisebrei spricht die Tatsache, daß unsere Zahlen mit denjenigen an Säftefistelhunden experimentell festgestellten Säftemengen vollkommen übereinstimmen.

Wir haben also im gegebenen Fall 177,64 g Galle, 124,56 g Pankreassaft und 209 g Magensaft; außerdem noch 20 g Speichel und 20 g Schleim. Wir berechnen zunächst deren Trockensubstanz: die Galle enthält 4,06 g (3,45%), der Pankreassaft 2,43 g (1,95%), der Magensaft 1,05 g (0,5%), der Speichel 0,24 g (1,2%) und der Schleim 0,38 g (1,9%) Trockensubstanz, im ganzen 8,16 g, wovon 5,27 g (0,65) dem Filtrat und 2,89 g (0,35 g) dem Filtrerrückstand zuteil kommen. Das Filtrat hat folgende Zusammensetzung:

Trockensubstanz = 5,27 g,

Gesamtstickstoff = 0,3122 g (6% der Trockensubstanz),
Zinksulfatniederschlag = 0,1265 g (40% des Gesamtstickstoffs),

Phosphorwolframsäureniederschlag = 0,0664 g (21% des Gesamtstickstoffs),

Phosphorwolframsäurefiltrat = 0,1233 g (39% des Gesamtstickstoffs).

Im Filtrerrückstand haben wir 2,89 g Trockensubstanz (0,35), worin 0,3902 g Stickstoff (13,5% der Trockensubstanz).

Beifolgende Tabelle ergibt alle diese Werte für sämtliche Versuche am Duodenalfistelhund und an 3 Pylorusfistelhunden; für den Jejunum- und Ileumfistelhund bedienen wir uns der für den Duodenalfistelhund erhaltenen Zahlen, in der Voraussetzung, daß dieselben den wahren Verhältnissen entsprechen. Wir halten uns zu dieser Annahme berechtigt, denn erstens stimmen die von uns für Rjabtschik (Duodenalfistelhund) bestimmten Werte mit den von den Säftelistelhunden auf 200 g Brot während der ganzen Verdauungsperiode abgesonderten Mengen Galle und Pankreassaft vollkommen überein; außerdem wissen wir aus den in unserem Laboratorium an denselben Hunden ausgeführten Untersuchungen von Levites¹⁾ über Fettverdauung, daß in den oberen Darmabschnitten überhaupt keine merkliche Resorption von Verdauungssäften stattfindet. Für die Coecumfistelhunde (Bjelka und Kurnossaja) aber haben wir unsere Berechnungen in der Richtung modifiziert, daß wir nur die Hälfte der bei Rjabtschik bestimmten Säftemenge, d. h. deren Trockensubstanz und Stickstoff, annahmen. Wir stützten uns dabei auf die Angaben von Levites, welcher durch seine eben erwähnten Untersuchungen über Fettverdauung an denselben Hunden die Tatsache festgestellt hatte, daß beim Coecumfistelhund eine Säfteresorption von ca. 50% zu konstatieren ist.

Nach diesen einleitenden Betrachtungen wollen wir zur Besprechung des Chemismus der Eiweiß- und Kohlehydratverdauung im Magen übergehen.

¹⁾ Diese Zeitschrift, Bd. XLIX, Heft 2.

Tabelle der abgenommenen Verdauungssäfte.

1 Ver- suchs- num- mer	2 Magensaft Menge			5 Trocken- substanz	7 Galle		8 Pankreas- saft		10 Speichel	
	3 nicht- neu- trali- sierter	4 neu- trali- sierter	6 Gesamt- menge		8 Menge	9 Trocken- substanz	8 Menge	9 Trocken- substanz	10 Menge	11 Trocken- substanz
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Pylorusfistel										
1 VII	250	36	286	1.43	40.8	1.41	43.2	0.84	20.0	0.24
2 VIII	318	26	344	1.72	29.6	1.02	31.3	0.62	20.0	0.24
3 XVII	145	72	217	1.08	81.6	2.82	88.4	1.72	20.0	0.24
4 XXIII	160	79	239	1.19	89.4	3.09	94.7	1.85	20.0	0.24
5 XXVII	422	28	450	2.25	31.6	1.09	33.5	0.64	20.0	0.24
6 Im Mittel	254	48	307	1.53	54.6	1.89	58.2	1.13	20.0	0.24
Duodenalfistel										
7 IX	105	104	209	1.05	117.6	4.06	124.6	2.34	20.0	0.24
8 XV	15	136	151	0.68	151.3	5.22	160.2	3.10	20.0	0.24
9 XXXI	55	113	168	0.84	128.6	4.44	136.1	2.65	20.0	0.24
10 Im Mittel	58.3	118	176	0.86	132.0	4.57	140.3	2.70	20.0	0.24
Säftesammler										
11 —	—	—	140	0.70	117.0	4.0	129.0	2.53	20.0	0.24
Coecumfistel										
12 —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle der abgenommenen Verdauungssäfte.

12 Schleim	13 Trocken- substanz	14 Trocken- substanz	15 Stick- stoff	16 Säftegemisch Filtrat			19 Filter- rückstand		20 Gesamt- menge der Ver- dauungs- säfte
				ZnSO ₄ - nieder- schlag	Ph.-Wolfr.- S.-Nieder- schlag	Phosphor- wolfram- säure- filtrat	Trocken- substanz	Stick- stoff	
g	g	g	g	g	g	g	g	g	
a) Kanari.									
200	0.38	2.78	0.1679	0.0672	0.0353	0.0654	1.52	0.2052	408
200	0.38	2.49	0.1496	0.0598	0.0314	0.0583	1.37	0.1840	445
b) Ischudnoi.									
200	0.38	4.03	0.2720	0.0968	0.0508	0.0944	2.21	0.2984	425
c) Zebra.									
200	0.38	4.36	0.2715	0.1806	0.0670	0.0959	2.39	0.3224	463
200	0.38	3.0	0.1800	0.0720	0.0378	0.0702	1.60	0.2158	355
200	0.38	3.33	0.2022	0.0953	0.0445	0.0768	1.82	0.2452	459
d) Kijtschik.									
200	0.38	5.75	0.3162	0.1256	0.0664	0.1242	2.89	0.3902	491
200	0.38	6.22	0.3732	0.1493	0.0784	0.1455	3.40	0.4590	500
200	0.38	5.56	0.3336	0.1334	0.0701	0.1301	2.99	0.4037	473
200	0.38	5.84	0.3410	0.1361	0.0716	0.1333	3.09	0.4176	488
e) Kaka.									
—	—	4.81	0.2886	0.1154	0.0606	0.1126	2.37	0.3200	406
—	—	2.94	0.1705	—	—	—	1.55	0.2088	—

III. Magenverdauung.

Zur Untersuchung der Eiweiß- und Kohlehydratverdauung im Magen sind von uns 14 Versuche an 4 Fistelhunden angestellt worden: 9 am Magenfistelhund (Woltschok) und 5 an Pylorusfistelhunden (Banzaï, Zigan, Tschudnoï). Die Versuche am Magenfistelhund gestalteten sich folgendermaßen: nach 24 stündigem Hungern wurde der Hund in der üblichen Weise ins Gestell getan, die Fistel geöffnet, gereinigt und wieder geschlossen: dann wurden dem Hunde 200 g Brot verabreicht. Nach einem bestimmten Zeitraum (nach 1 oder 2, 3, 4, 5, 6 Stunden) wurde der Mageninhalt durch die Fistel entleert und der Magen mit einem abgemessenen Quantum lauwarmen Wassers mehrmals ausgespült, um alle an der Magenschleimhaut haftenden Brotreste aus dem Magen zu entfernen. Das Gesamtgewicht minus Wasser ergibt das Gewicht des Speisebreies. Dann wurde derselbe neutralisiert und in oben beschriebener Weise weiter verarbeitet. Die Versuche an Pylorusfistelhunden gestalteten sich nach dem im ersten Kapitel ausführlich geschilderten Verfahren.

Die Magenentleerung erfolgt bei Pylorusfistelhunden in folgender Weise: 1—2 Minuten nach der Nahrungseinnahme entleeren sich durch die offene Fistelröhre einige Tropfen alkalischer, aus Schleim und Speichel bestehender Flüssigkeit, der unter Umständen etwas Galle beigemischt ist. Nach 3—8 Minuten ergießt sich in mehreren Portionen klare, dünne Flüssigkeit von saurer Reaktion, anscheinend aus reinem Magensaft bestehend: nach 8—12 Minuten bemerkt man die ersten Brotbeimengungen, welche der entleerten Masse ein trübes Aussehen verleihen: dann folgen größere Portionen Speisebrei in Form weißlicher, griesbreiartiger Masse, in der hier und da größere Brotklumpen sich befinden. Die Pylorusschüsse erfolgen in ziemlich regelmäßigen Zeitabschnitten, die zwischen 10 und 40 Sekunden variieren: jede Pylorusöffnung wird von einem gut hörbaren Geräusch begleitet, welches beim Durchpressen des Speisebreies durch den Pylorus entsteht und als Pylorusgeräusch bezeichnet werden kann: von Zeit zu Zeit, besonders in der

letzten Versuchsperiode bemerkt man größere oder kleinere Gallenbeimengungen zum Speisebrei. Nach 1—1½ Stunden ändert sich der Charakter der Magenentleerung nach zwei Richtungen: erstens werden die Pylorusschüsse weniger regelmäßig: nach mehreren häufigen Schüssen folgen 3—4 durch größere Pausen von einander getrennte Pylorusschüsse, dann werden sie wieder häufiger usw., zweitens ändert sich das Aussehen der entleerten Masse, indem sie viel dicker und gleichmäßiger wird und keine Brotklumpen mehr enthält. Am Ende des Versuchs folgen die Pylorusschüsse nach längeren Pausen von 1—2 Minuten, bis sie endlich ganz aufhören: ganz zuletzt ergießen sich noch einige Portionen Verdauungssäfte.

Zur besseren Erläuterung dieses Entleerungsmechanismus wollen wir ein genaues Versuchsprotokoll anführen, wie sie bei jedem Versuche aufgenommen wurden.

Versuch IV. (Banzaï) 1. VIII. 05.

Um 9^h 12^m bekommt der Hund 200 g Weißbrot. Nach einer kurzen Weile fließen einige Tropfen gallenhaltiger Flüssigkeit aus der Fistelöffnung heraus: nach 7 Minuten entleert sich stark saure klare, dünne Flüssigkeit, gleich danach folgen noch mehrere Portionen Magensaft ohne Brotbeimengungen in Intervallen von 50, 45, 67, 15, 32, 10, 25, 20 und 30 Sekunden. 9^h 24^m (nach 12^m) kommen die ersten Brotspure zum Vorschein, zuerst als spärliche, im Magensaft schwimmende Klümpchen, dann aber eng mit dem Magensaft vermischt, was dem Speisebrei sein charakteristisches griesbreiartiges Aussehen verleiht. Die vom Pylorusgeräusch begleiteten Pylorusöffnungen erfolgen nach 30, 22, 18, 30, 12, 23, 8, 37, 30, 24, 31, 25, 35, 10, 25, 25, 45, 25, 20, 25, 10, 20, 20, 25, 25, 15, 30, 15, 25, 10, 15, 25, 20, 15, 20, 20, 22, 18, 10, 45, 20, 10, 30, 15, 15, 10, 20, 20, 45, 15, 40 Sekunden: die bei jeder Pylorusöffnung entleerte Menge beträgt etwa 3—5 g. 9^h 44^m ergießen sich einige Tropfen gallenhaltiger Flüssigkeit: die Pylorusschüsse folgen nach 40, 15, 40, 20, 20, 10, 45, 10, 25, 15, 45, 25, 15 Sek., 1^m 15^u, 40, 15, 35, 40, 10, 20, 25, 20, 10, 12, 13,

20, 25, 20, 20, 25, 20, 25, 30, 10, 10, 15, 15, 25, 15, 12, 17, 11, 14, 15, 20, 15, 15, 30, 45, 15, 20, 12, 18, 15, 35, 48, 15, 14, 11, 25, 13, 22, 20, 15, 27, 27, 20, 12, 17, 20 Sekunden. Am Ende der ersten Stunde und am Anfang der zweiten findet reichliche Gallenbeimengung statt, die während 15^m ununterbrochen fort dauert (10^h 9^m bis 10^h 24^m). 10^h 24^m: Pylorusdrüse nach 15, 12, 33, 15, 10, 20, 20, 20, 25, 10, 18, 32, 15, 16, 14, 23, 22, 18, 25, 20, 8, 12, 20, 25, 16, 18, 12, 25, 15, 8, 22, 25, 25, 35, 5, 25, 10, 12 Sek. 10^h 33^m Pylorusschüsse nach 15, 10, 22, 8, 9, 23, 12, 35, 25, 12, 20, 25, 21, 19, 20, 25, 15, 25 Sek.; neue Gallenbeimengung während 4^m. 10^h 56^m Pylorusschüsse nach 10, 25, 15, 18, 12, 15, 12, 17, 30, 15, 10, 12, 12, 20, 10, 10, 12, 12, 38, 30, 10, 23, 40, 6, 19, 15, 20, 15, 8, 12, 8, 17, 30, 25, 25, 45, 15, 6, 24, 20, 10, 18, 6, 18, 10, 12, 13, 10, 10, 20, 19, 17, 12, 13, 10, 5, 15, 20, 12, 15, 22, 10, 8, 25, 10, 15, 10, 12, 13, 12, 8, 10, 15, 30, 12, 8, 25, 12, 8, 30, 15 Sek., 1^m 50^{''}, 25, 10, 25, 15, 10, 20, 12, 38, 22, 13, 8, 13, 10, 10, 14, 26, 8, 7, 15, 10, 20, 10, 18, 12, 15, 10, 12, 48, 15, 25, 50 Sek. Langdauernde Ausscheidung gallenhaltiger Flüssigkeit während 20 Minuten.

11^h 25^m Pause von 4—5 Minuten. 11^h 30^m Pylorusschuß, dann wiederum große Pause. 11^h 34^m Pylorusschuß von geringem Brotgehalt: gleich danach mehrere Schüsse dünner gallenhaltiger Flüssigkeit ohne Brotbeimengung in Intervallen von 15, 25, 25, 35, 25, 35 Sek. Pause von 2^m 10^{''}: 11^h 45^m Pylorusschüsse seltener geworden: die Zwischenpausen dauern 1^m 15^{''}, 4^m, 2^m 50^{''}, 1^m 10^{''}, 30, 50, 15, 20, 15, 10, 10, 18, 12, 35, 10, 23, 10, 35, 35, 35 Sek., 1^m 55^{''}, 1^m 30^{''}: die dabei entleerte Masse enthält wenig Brot, dagegen aber ziemlich reichlich Galle. Pause von 11^m, in der einige Tropfen saurer gallenhaltiger Flüssigkeit entleert werden. 12^h 18^m Pylorusschüsse nach 40, 15, 10, 15, 20, 8, 27, 15, 30, 10 Sek., reichlicher Brotgehalt, geringe Gallenbeimengung. 12^h 25^m Pylorusschüsse nach 20, 18, 12, 20, 8, 12, 20, 12, 10, 10, 8, 12, 10, 12, 15, 10, 13, 15, 20, 30, 25, 15, 25, 20, 20 Sek. 12^h 40^m Pylorusschüsse nach 1^m 5^{''}, 1^m 10^{''}, 1^m 10^{''}, 15, 30, 35, 5, 23, 18 Sek.,

1^m 5^u, 40, 20, 25 Sek., 1^m, 15^u, 1^m 20^u, 10, 30 Sek., 1^m 10^u; es werden dabei reichliche Mengen Speisebrei (5—10 g) entleert.

12^h 54^m erfolgt der letzte charakteristische Pylorusschuß, nach einigen Minuten fließen einige Tropfen Säfte heraus, dann hört jede Ausscheidung auf. Der Sicherheit wegen wird der Hund noch ungefähr eine Stunde lang im Gestell stehen gelassen, dann wird der Versuch abgeschlossen um 1^h 54^m. Der Versuch dauerte also 4^h 42^m, während die Magenentleerung 3^h 42^m in Anspruch nahm.

Die beiliegende Kurve I ergibt den Mechanismus der Magenentleerung: die Abszisse dient zur Bezeichnung der Versuchsdauer, während die Ordinate die Kontraktionstätigkeit des Pylorusmuskels zwischen je zwei Pylorusöffnungen anzeigt. Da wir aber nicht imstande sind, dieselbe direkt zu bestimmen, und da die Kontraktionsenergie der Kontraktionszeit proportional sein muß, so halten wir es für möglich, dieselbe in Sekundenzahl auszudrücken, welche jeder Kontraktion, d. h. jeder Pause zwischen je zwei Pylorusschüssen entspricht. Diese Kurve ergibt folgendes: die Pylorustätigkeit ist während der zwei ersten Stunden ziemlich regelmäßig, indem die Pylorusöffnungen in Zeitintervallen von 10—30—40 Sekunden erfolgen. Während der 3. Stunde dagegen wird diese Regelmäßigkeit dadurch gestört, daß die Pylorusöffnungen auf einmal seltener werden, dann wieder schnell nach einander folgen und zuletzt wieder durch längere Pausen getrennt werden. In der 4. Stunde erfolgen sie anfangs in kleineren Intervallen von 10—15 Sekunden, dann aber nach 1—1½ Minuten, bis sie vollkommen sistieren.

Fig. 2 zeigt uns das Volumen der Magenentleerung in einzelnen Stunden, wie es beim Pylorusfistelhund durch stundenweises Wägen des Speisebreies bestimmt wurde: in der ersten Stunde steigt das Volumen rasch an bis 170 g = 30%, in der zweiten Stunde vermehrt es sich noch bis 220 g = 38%; dann fällt die Kurve in der dritten Stunde rasch herab (38 g = 6,6%), um in der vierten Stunde sich wieder bis 147 g (= 25,4%) zu erheben. Das Maximum der Entleerung fällt also auf die zwei ersten Stunden, während dieselbe in der 3. Stunde stark herabgesetzt ist und in der 4. Stunde wieder reichlicher wird.

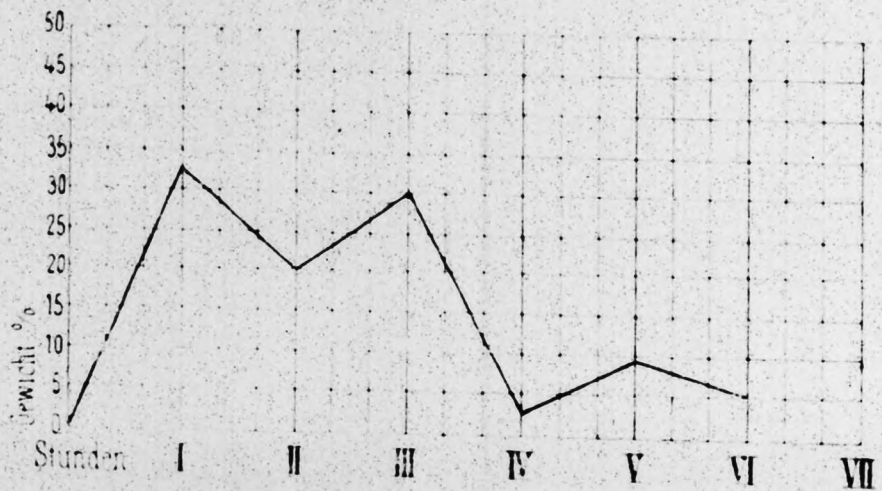


Fig. 1.

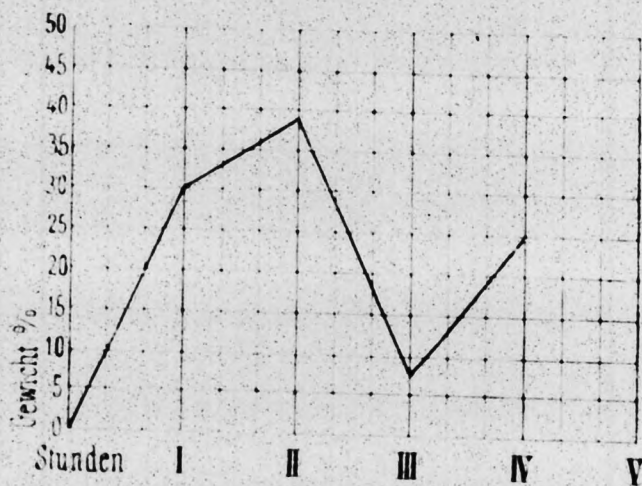


Fig. 2.

Analoge Verhältnisse finden wir auch beim Magenfistelhund (Woltshok) Fig. 1: in der 1. Stunde entleert der Magen 32,6% seines Inhaltes (nach der Trockensubstanz berechnet), in der 2. Stunde 17,9%, in der 3. 29,5%, in der 4.

1,87%, in der 5. 6,66% und in der 6. 4,21%. Auch hier fällt das Entleerungsmaximum auf die (3) ersten Stunden, während dieselbe in den folgenden Stunden rasch abnimmt. Die auf den ersten Blick auffallende Tatsache, daß beim Magenfistelhund die Magenentleerung viel langsamer erfolgt, als beim Pylorusfistelhund, so daß der Magen nach Verlauf von 6 Stunden noch etwa 5% Speisebrei enthält, findet darin ihre Erklärung, daß der Magen durch etwaige Verwachsungen seiner Wand mit der Bauchwand in seinen Bewegungen beträchtliche Störungen erfährt: andererseits darf aber die Dauer der Magenentleerung bei Pylorusfistelhunden ebenfalls nicht als ganz normal betrachtet werden: vielmehr entleert sich der Magen viel rasch, was dadurch bedingt wird, daß infolge teilweiser Ausschaltung des sogen. Darmreflexes die Magentätigkeit im entgegengesetzten Sinne beeinflußt wird. Letztere Erklärung wird dadurch bestätigt, daß beim Duodenalfistelhund, bei dem die Darmrückwirkung

gewissermaßen erhalten bleibt, die Magenentleerung langsamer erfolgt, als beim Pylorusfistelhund, doch rascher, als beim Magenfistelhund.

Wir wollen jetzt zur Besprechung des Chemismus der Magenverdauung übergehen.

Die beifolgenden Tabellen A und B ergeben die Resultate unserer 14 Versuche an 1 Magenfistelhund und 3 Pylorusfistelhunden. Die Tabelle B besteht aus zwei Abteilungen: in der Abteilung I sind die rohen, durch direkte Untersuchung erhaltenen Zahlen wiedergegeben, während die Abteilung II dieselben Resultate nach Subtraktion der Verdauungssäfte erweist. In unseren Schlußfolgerungen betreffs Verdauung und Resorption des Brotes stützten wir uns naturgemäß auf die Angaben der II. Abteilung. Wir machen darauf aufmerksam, daß in der Tabelle B II je zwei Zahlen für verschiedene Stickstoffwerte angegeben sind. Es hat darin seine Erklärung, daß wir nach Subtraktion der Verdauungssäfte doch noch eine Vermehrung des Stickstoffgehaltes im Speisebrei gegenüber dem Nahrungstickstoff konstatieren konnten, welche darauf hinweist, daß wir bei der Berechnung der Verdauungssäfte deren Stickstoffgehalt als zu gering geschätzt hatten. Dieser Stickstoffzuwachs muß dem Filtrerrückstand zugerechnet werden, indem dessen Stickstoffgehalt verhältnismäßig zu groß erscheint. (Vgl. mit Woltschok.) Wir haben es für zweckmäßig gehalten, beide Zahlen in unseren Tabellen anzugeben, indem wir die in beschriebener Weise korrigierten Werte in Klammern neben den direkt bestimmten gesetzt haben. Wir halten uns in den weiteren Auseinandersetzungen auf die korrigierten Stickstoffwerte.

Während der ganzen isolierten Magenverdauung werden im Mittel 32,44% der mit der Nahrung eingeführten Trockensubstanz in den löslichen Zustand übergeführt, wobei aber nicht alle Nahrungsbestandteile in gleichem Maße verdaut werden: während die Eiweißsubstanzen rasche Umwandlung in Albumosen, Peptone und Restkörper erleiden, so daß am Ende der Magenverdauung die Menge verdauter Stickstoffsubstanzen 67,61% des mit der Nahrung eingeführten Stickstoffs beträgt, bleibt die

Kohlehydratverdauung im Verlaufe der ganzen Verdauungsperiode verhältnismäßig weit zurück: am Ende der Magenverdauung findet man im Filtrat nur 25,98% Kohlehydrate in Form von Dextrin und Zucker. Die Eiweißverdauung geschieht also im Magen mehr als doppelt so rasch, wie die Kohlehydratverdauung. Von den verschiedenen Eiweißabbauprodukten sind die Albumosen während der ganzen Verdauungsperiode am reichlichsten vorhanden = 39,95% des Nahrungstickstoffs: dann folgen die Peptone = 14,81% und die Restkörper (phosphorwolframsäurelösliche Peptide) = 15,29%. Von den Verdauungsprodukten der Kohlehydrate sind im Filtrat in großer Menge Dextrine vorhanden, während der Zucker einen nur geringen Teil derselben ausmacht, so daß am Ende der Verdauung von den 25,98% verdauter Kohlehydrate 21,41% den Dextrinen und nur 4,57% dem Zucker angehören. Dementsprechend ändert auch der Filterrückstand seine Zusammensetzung, indem sein Gehalt an Stickstoffsubstanzen geringer wird, als im Brot, während sein Stärkegehalt verhältnismäßig zunimmt: auf 64,90% Trockensubstanz kommen 31,23% Eiweiß und 71,34% Stärke.

Alle diese Angaben beziehen sich nur auf zwei unserer Pylorusfistelhunde — Banzai und Zigan, während die Versuchsergebnisse vom dritten Hund (Tschudnoi) nicht als Beispiel normaler Verhältnisse dienen können, denn bei ihm ging ein Teil des Speisebreies infolge einer Divertikelbildung an Stelle der Fistelöffnung für uns verloren. Wir werden später darauf näher eingehen.

Wir wollen jetzt die Magenverdauung stundenweise verfolgen, wie sie beim Magenfistelhund untersucht wurde. Tabelle A gibt uns darüber folgenden Aufschluß. In der ersten Verdauungsstunde werden aus dem Magen 32,56% der Nahrungstrockensubstanz nach dem Darm entfernt: in dem am Ende der ersten Stunde im Magen sich findenden Speisebrei sind 17,89% der Nahrungstrockensubstanz in Lösung übergegangen, während 49,55% unverdaut geblieben sind. Von den Stickstoffsubstanzen der Nahrung sind 34,91% unverdaut geblieben, 21,37% aus dem Magen entfernt und 43,72% verdaut, wobei 33,31% Albumosen, 0,31% Peptone und 10,1% Restkörper sich ge-

Tabelle A.
Versuche am Magenfistelhund (Woltschok)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29			
Ver- suchs- nummer	Ver- suchs- dauer Std.	Trocken- substanz g	Nahrung 200 g Brot							Gesamt- gewicht des Speise- breies g	Acidität in cem HCl n 10 cem	Unverdauter Filter- rückstand			Verdaute Nährstoffe						Gesamt- trocken- substanz des Speise- breies g	Differenz zwischen gegebenem u. gefundenem Trocken- substanz g	Gesamt- stickstoff des Speise- breies g	Differenz zwischen gegebenem u. gefundenem N g	Gesamt- kohle- hydrate des Speise- breies g	Differenz zwischen gegebenem u. gefundenem Kohle- hydraten g	Verdaute Stickstoff des gegebenen N				
			Stick- stoff g	Zucker g	Dex- trin g	Stärke g	Fett g	Salze g	Roh- faser g		Trocken- sub- stanz g	Stick- stoff g	Stärke g	Trocken- sub- stanz g	Zucker g	Dex- trin g	Gesamt- stick- stoff g	Albu- mosen g	Pep- tonen g	Rest- kör- pern g											
1 XXII	1	108,7	2,6897	1,0109	3,0651	85,24	0,6848	1,4633	0,4348	239	130	52,93	0,9390	47,06	19,18	2,55	5,61	1,1760	0,8960	0,0840	0,1960	72,11	—	35,13	2,1150	—	0,5747	61,07	—	38,05	43,72
2 V	2	110,7	2,9235	1,0306	3,0720	85,37	0,7200	1,7704	0,4427	130	243	39,50	0,5923	35,80	—	0,18	7,09	0,8288	0,6880	0,0925	0,0483	—	—	1,4211	—	1,5024	47,84	—	51,17	28,35	
3 XXX	2	110,9	2,9073	1,7887	3,0651	84,07	0,7691	2,2989	0,4437	—	161	39,21	0,3567	36,97	14,70	0,95	4,69	0,9464	0,3584	0,1256	0,1624	53,91	—	54,72	1,3031	—	1,6012	47,25	—	51,36	32,53
4 III	2	110,7	2,9235	1,0306	3,0720	85,37	0,7200	1,7704	0,4427	125	150	7,08	0,1385	6,25	—	0,76	10,30	1,2432	0,9240	0,2016	0,1176	—	—	1,3757	—	1,5478	18,38	—	80,92	42,51	
5 VI	3	110,7	2,9235	1,0306	3,0720	85,37	0,7200	1,7704	0,4427	29	128	14,55	0,1980	13,31	7,25	2,82	—	0,5180	0,2188	0,1512	0,1480	21,80	—	87,10	0,7160	—	2,2075	17,61	—	81,69	17,72
6 X	4	110,9	3,0032	0,7550	3,0468	84,67	0,7690	2,0752	0,4438	—	114	9,83	0,2309	8,39	11,64	0,57	9,29	0,3284	0,2688	0,0024	0,0372	19,73	—	89,07	0,5593	—	2,4439	20,22	—	78,41	10,93
7 XXXIV	5	113,4	2,8293	0,6249	3,0270	88,82	0,7144	2,0796	0,4536	—	104	11,97	0,1502	10,13	4,15	0,29	2,44	0,2324	0,1344	0,0952	0,0028	16,12	—	95,18	0,3826	—	2,4467	14,26	—	88,08	8,14
8 XXXVI	5	114,5	3,0028	1,0650	3,1700	89,46	0,6255	1,8320	0,4575	—	48	4,80	0,0364	4,57	2,52	0,22	—	0,1450	0,0588	0,0140	0,0722	7,32	—	106,54	0,1814	—	2,8578	—	—	—	5,82
9 XXXVIII	6	109,9	2,4827	1,2525	2,6027	85,32	0,6926	1,6380	0,4398	—	28	2,74	0,0702	2,30	4,04	0,51	0,30	0,1960	0,0560	0,0672	0,0728	6,78	—	101,52	0,2662	—	2,2165	3,42	—	94,38	7,89
10	1	108,7	2,6897	1,0109	3,0651	85,24	0,6848	1,4633	0,4348	239	130	52,93	0,9390	47,06	19,18	2,55	5,61	1,1760	0,8960	0,0840	0,1960	72,11	—	35,13	2,1150	—	0,5747	61,07	—	38,05	43,72
												49,55	34,91	52,76	17,89	2,56	6,29	43,72	33,31	0,31	10,10	67,44	—	32,56	78,63	—	21,37	62,0	—	37,74	43,92
11	2	110,8	2,9181	1,2833	3,0697	84,94	0,7364	1,9466	0,4430	127	187	28,60	0,3625	26,34	14,70	0,63	7,69	1,0661	0,6555	0,2399	0,1094	53,91	—	54,72	1,3666	—	1,5520	37,82	—	61,05	34,47
												24,4	12,42	29,56	13,54	0,63	8,26	34,48	22,46	8,22	3,80	49,5	—	50,5	46,90	—	53,10	38,81	—	61,19	34,47
12	3	110,7	2,9235	1,0306	3,0720	85,37	0,7200	1,7704	0,4427	29	128	14,55	0,1980	13,31	7,25	2,82	—	0,5180	0,2188	0,1512	0,1480	21,80	—	87,10	0,7160	—	2,2075	17,61	—	81,69	17,72
												13,36	6,77	14,89	6,66	2,84	—	17,72	7,48	5,17	5,07	20,0	—	80,0	24,49	—	75,51	17,73	—	82,27	17,72
13	4	110,9	3,0032	0,7550	3,0468	84,67	0,7690	2,0752	0,4438	—	114	9,83	0,2309	8,39	11,64	0,57	9,29	0,3284	0,2688	0,0024	0,0372	19,73	—	89,07	0,5593	—	2,4439	20,22	—	78,41	10,93
												9,03	7,68	9,45	10,7	0,58	10,47	10,93	8,92	0,74	1,27	18,13	—	81,87	18,61	—	81,39	20,5	—	79,5	10,93
14	5	113,9	2,916	0,8449	3,0657	89,14	0,6699	1,9558	0,4555	—	76	8,38	0,0933	7,35	3,34	0,26	2,44	0,1887	0,0966	0,0546	0,0375	11,72	—	100,88	0,2820	—	2,6522	14,26	—	88,08	6,98
												7,49	3,2	8,9	2,98	0,25	2,64	6,47	3,31	1,87	1,29	10,47	—	89,53	9,67	—	90,33	11,79	—	88,24	6,98
15	6	109,9	2,4827	1,2525	2,6027	85,32	0,6926	1,6380	0,4398	—	28	2,74	0,0702	2,30	4,04	0,51	0,30	0,1960	0,0560	0,0672	0,0728	6,78	—	101,52	0,2662	—	2,2165	3,42	—	94,38	7,89
												2,53	2,83	2,58	3,73	0,52	0,34	7,89	2,29	2,71	2,89	6,26	—	93,74	10,72	—	89,28	3,44	—	96,56	7,89

bildet haben. Von den Kohlehydraten der Nahrung sind 37,74% nach dem Darm befördert, 52,76% unverdaut geblieben und 8,85% in Dextrin und Zucker umgewandelt worden, wobei 2,56% Zucker und 6,29% Dextrine entstanden sind.

In der zweiten Verdauungsstunde werden aus dem Magen 50,5% der Trockensubstanz entfernt, 26,4% bleiben unverdaut und 13,54% gehen in Lösung über. Die aus dem Magen entwichene Stickstoffmenge ist gleich 34,48%, und die in Lösung übergegangene gleich 34,48%, wovon 22,46% den Albumosen, 8,22% den Peptonen und 3,80% den Restkörpern zuteil kommen. Von den Kohlehydraten werden 61,19% weiter befördert, 29,56% bleiben unverdaut und 8,89% werden verdaut, wovon der Zucker 0,63% und die Dextrine 8,26% betragen.

In der dritten Stunde ist die Menge der aus dem Magen entfernten Trockensubstanz = 80,0%, unverdaute Trockensubstanzmenge = 13,36% und verdaute = 6,66%. Die entfernte Stickstoffmenge beträgt 75,57%, unverdaute 6,77% und verdaute = 17,72%, wovon 7,48% die Albumosen, 5,17% die Peptone und 5,07% die Restkörper ausmachen. Die aus dem Magen entleerte Kohlehydratmenge beträgt 82,27%, unverdaute 14,89% und verdaute 2,84%.

In der 4. und 5. Stunde erhält sich der allgemeine Charakter der Verdauung, was aus der Tabelle A zu ersehen ist.

In der 6. Stunde werden aus dem Magen 93,74% Trockensubstanz weiter befördert, 2,53% bleiben unverdaut und 3,73% gehen in Lösung über: vom Nahrungsstickstoff werden 89,28% entfernt, 2,83% sind unverdaut und 7,89% verdaut, wovon 2,29% Albumosen, 2,71% Peptone und 2,89% Restkörper sich bilden: von den Kohlehydraten entleert der Magen 96,56%, 2,58% bleiben unverdaut und 0,86% werden verdaut, wobei auf 0,52% Zucker 0,34% Dextrine kommen.

Wir sehen also, daß die Magenverdauung während der ganzen Verdauungszeit mit einer gewissen Regelmäßigkeit geschieht: die aus dem Magen stundenweise entfernten Nährstoffe, sowie entsprechende Mengen verdauter Nährstoffe bilden unter einander Zahlenreihen, die folgendermaßen gestaltet sind:

Tabelle I.
Versuche an Meerschweinchen.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ver- suchs- num- mer	Ver- suchs- dauer Std.	Trocken- sub- stanz g	Stick- stoff g	Nahrung 200 g Brot				Roh- faser g	Ge- samt- ge- wicht des Speise- breies g	Ac- ti- vität in cm n ₁₀	Unverdaute Filterrückstand Trocken- sub- stanz g	Stick- stoff g	Stick- stoff g	Stick- stoff g
				Zucker g	Dex- trin g	Stärke g	Fett g							
1 XXVII	5	109.9	2.4827	1.2525	2.6027	87.81	0.6728	1.6380	0.4398	755.594	99.10	1.8181	87.81	87.81
2 XXIII	3½	111.9	2.9531	1.8392	0.9674	87.28	0.7047	2.1623	0.4474	663.225	77.74	1.5166	87.28	87.28
3 im Mittel		110.9	2.7179	1.5459	1.7851	87.55	0.6880	1.9002	0.4436	709.410	88.42	1.6397	87.55	87.55
4 in %		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81.12	60.15	87.55
5 VIII	3½	107.3	2.9383	0.6240	2.3706	82.62	0.6762	1.5260	0.4294	645.448	56.85	1.4020	82.62	82.62
6 VII	3½	106.8	3.0045	0.7394	3.4920	80.32	0.6728	1.7088	0.4272	608.352	54.60	1.4117	80.32	80.32
7 im Mittel		107.1	2.9714	0.6817	2.9313	81.47	0.6745	1.6174	0.4283	626.400	55.73	1.4081	81.47	81.47
8 in %		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	52.85	47.33	81.47
9		Mittelwerte sämtlicher Versuche in %										66.99	51.77	81.47
10 XVII	6	106.3	2.8063	0.4876	1.8712	84.03	0.6797	0.6932	0.4252	625.204	69.88	1.9137	84.03	84.03
11 in %		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	66.35	69.27	84.03

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Verdaute Nährstoffe						Ge- samt- trocken- sub- stanz des Speise- breies g	Differenz zwischen gegebenen und ge- fundener Trocken- substanz g	Ge- samt- stick- stoff des Speise- breies g	Differenz zwischen gegebenem und ge- fundenen N g	Ge- samt- kohle- hydrate des Speise- breies g	Differenz zwischen gegebenen und ge- fundenen Kohle- hydraten g
Stickstoff in			Albu- mosen g	Pep- tonen g	Rest- kör- pern g						
—	7.63	1.2600				0.8400	0.1792	0.2408	117.48	+ 9.18	3.0781
2.32	17.19	2.2064	0.9409	0.8288	0.4360	113.70	+ 4.0	3.6580	+ 0.7043	97.31	- 2.88
2.32	12.41	1.7332	0.8904	0.5040	0.3384	115.59	+ 6.59	3.3681	+ 0.6502	101.08	+ 0.03
2.20	13.69	63.75	32.76	18.54	12.45	106.05	+ 6.05	123.9	+ 23.9	100.02	+ 0.02
3.25	26.37	2.6964	1.2208	0.5152	0.9604	106.39	+ 0.93	4.0984	+ 1.1601	88.03	- 7.02
11.82	23.19	2.4080	1.6072	0.3248	0.4760	104.88	- 1.30	3.8221	- 0.8176	90.06	- 3.80
7.54	24.76	2.5522	1.4140	0.4200	0.7182	105.64	- 0.19	3.9604	- 0.9889	89.05	- 5.41
7.98	29.12	85.90	48.0	14.0	23.9	99.80	- 0.14	133.29	+ 33.29	94.27	- 5.73
4.57	21.41	74.83	40.38	16.27	18.18	103.10	+ 3.10	128.26	+ 28.26	97.29	- 2.77
1.36	11.61	1.4213	0.3136	0.6664	0.4413	94.30	- 11.04	3.3652	+ 0.6589	78.14	- 18.06
1.4	13.41	50.65	11.18	23.74	15.74	84.44	- 10.56	119.92	+ 19.92	81.22	- 18.78

Tab. II.

Versuche an Pylorusfistel

1	2	3	4	Unverdauter Filterrückstand			Verdaute Nährstoffe						
				Trocken- substanz	Stickstoff	Stärke	Trocken- substanz	Zucker	Dex- trin	Ge- samt- stick- stoff	Albu- mosen	Pep- tonen	Stickstoff
Ver- suchs- num- mer	Ver- suchs- dauer Std.	Ge- samt- gewicht des Speise- breies g	Acidi- tät in ccm HCl n ₁₀	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
1 XXVII	5	755	594	97.5	1,6023 (1,4027)	87.83	14.38	—	7.63	1,0800	0,7680	0,1414	
2 XXIII	3 1/2	663	225	75.34	1,1292 (1,0182)	67.84	31,60	2,32	17,19	1,9349	0,8322	0,7618	
3	im Mittel	709	410	86,43	1,3658 (1,2205)	77,61	22,99	2,32	12,41	1,5080	0,8001	0,4516	
4	in %	—	—	79,29	50,25 (44,52)	85,53	20,09	2,20	13,69	55,48	29,44	16,61	
5 VIII	3 1/2	645	448	53,48	1,1280 (0,3015)	49,93	45,54	3,25	26,37	2,5468	1,2208	0,4838	
6 VII	3 1/2	608	352	53,11	1,2089 (0,7644)	47,23	49,01	11,82	23,19	2,2401	1,5400	0,2895	
7	im Mittel	626	400	53,30	1,2135 (0,5330)	48,58	47,28	7,54	24,76	2,3935	1,3804	0,3867	
8	in %	—	—	50,52	40,84 (17,94)	57,15	44,79	7,98	29,12	80,62	46,46	13,01	
9	Mittelwerte sämtlicher Versuche in %	668	405	64,90	45,55 (31,23)	71,34	32,44	4,57	21,41	68,05	37,95	14,81	
10 XVII	6	625	204	67,77	1,6455	57,49	20,29	1,36	11,61	1,1793	0,2168	0,6150	
11	in %	—	—	64,33	58,65	66,4	19,36	1,41	13,41	42,04	7,73	21,94	
12 XXXIII	3 1/2	625	336	77,44	1,7217	64,24	13,64	0,83	6,31	1,0416	0,4032	0,5208	
13	in %	—	—	72,86	63,3	73,08	12,87	0,92	7,18	38,3	14,82	19,15	

d) Hilfsversuch an

Subtraktion der Verdauungssäfte.

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Differenz zwischen gegebenem und gefundenem Trocken- substanz	Gesamt- stickstoff des Speise- breies	Differenz zwischen gegebenem und gefundenem Stickstoff	Gesamt- kohle- hydrate des Speise- breies	Differenz zwischen gegebenen und gefundenen Kohle- hydraten	Ver- dauter Stick- stoff in % des ge- gebenen Stick- stoffs	Ver- daute Kohle- hy- drate in % der ge- gebenen Kohle- hy- drate	Diffe- renz zwischen ver- daulichem Stick- stoff und ver- daulichem Kohle- hydra- ten	Resor- bierter Kohle- hy- drate in % der ge- gebenen Kohle- hy- drate	Resor- bierter Stick- stoff in % des ge- gebenen Stick- stoffs	Diffe- renz zwischen resor- biertem Stick- stoff und Kohle- hydra- ten	
g	g	g	g	g	%	%	%	%	%	%	
11,88	+ 3,58	2,6823 (2,4827)	+ 0,1996 (0)	104,85	+ 2,91	43,66	7,48	< N 36,18	0	0	< KH 0
10,95	- 2,57	3,0641 (2,9531)	+ 0,1110 (0)	97,31	- 2,88	65,54	21,50	44,04	2,88	0	2,88
10,42	- 0,42	2,8732 (2,7179)	+ 0,1553 (0)	101,08	+ 0,03	54,6	14,49	40,11	1,44	0	1,44
10,32	- 0,32	105,71 (100,0)	+ 5,71 (0)	100,02	+ 0,02	—	—	—	—	—	—
9,02	- 6,80	3,7648 (2,9383)	+ 0,8265 (0)	88,03	- 7,02	86,60	34,46	< N 52,14	7,20	0	< KH 7,20
10,42	- 2,97	3,4490 (3,8045)	+ 0,4445 (0)	90,06	- 3,80	74,56	37,59	36,97	4,15	0	4,15
10,57	- 4,89	3,6069 (2,9714)	+ 0,6350 (0)	89,05	- 5,41	80,62	36,03	44,36	5,73	0	5,73
10,37	- 4,63	121,42 (100,0)	+ 21,42 (0)	94,27	- 5,73	—	—	—	—	—	—
17,5	- 2,15	113,57 (100,0)	+ 13,37 (0)	97,74	- 2,77	67,61	25,98	42,34	3,59	0	3,59
18,06	- 17,28	2,8248	+ 0,0195	78,14	- 18,06	< N 42,03	14,41	27,62	18,06	0	< KH 18,06
16,00	- 16,31	100,69	+ 0,69	81,22	- 18,78	—	—	—	—	—	—
15,08	- 15,08	2,7633	+ 0,0437	79,23	- 18,44	< N 38,3	8,10	30,20	18,72	0	< KH 18,72
14,16	- 14,16	101,6	+ 1,6	81,18	- 18,72	—	—	—	—	—	—

Stunden	Trockensubstanz		Stickstoff		Kohlehydrate	
	aus dem Magen entfernt	Verdaut	aus dem Magen entfernt	Verdaut	aus dem Magen entfernt	Verdaut
I	1.0	4.7	1.0	5.54	1.0	12.91
II	1.55	3.6	2.48	4.37	1.62	13.87
III	2.46	1.8	3.53	2.24	2.18	3.3
IV	2.51	2.9	3.80	1.39	2.11	12.85
V	2.75	0.8	4.22	0.9	2.34	3.4
VI	2.88	1.0	4.18	1.0	2.56	1.0

d. h. während die aus dem Magen im Verlaufe der Verdauung kommenden Substanzen in Form einer aufsteigenden Reihe angeordnet werden können, bilden die verdauten Nährstoffmengen eine absteigende Reihe. Aus den Tabellen A und B sehen wir, daß der im Magen sich befindende Speisebrei während der ganzen Verdauungszeit (also sowohl beim Magen- wie beim Pylorusfistelhund) ungefähr die gleiche Zusammensetzung besitzt: das Verhältnis zwischen den verdauten und unverdauten Nährstoffen kann man beim Magenfistelhund gleich 1:2.5 setzen: die Schwankungen in den einzelnen Verdauungsstunden sind so unbedeutend, daß sie auf die Endresultate gar keinen Einfluß haben. Ganz analoge Verhältnisse finden wir bei Pylorusfistelhunden, bei denen sich die verdauten Stoffe zu den unverdauten im Verhältnis wie 1:2,4 befinden. Auch im Verhalten verschiedener Nährstoffe zu einander bemerkt man die gleiche Gesetzmäßigkeit: beim Magenfistelhund verhält sich die Stickstoffmenge zu der Kohlehydratmenge im Mittel wie 5:1: bei Pylorusfistelhunden wie 3:1. Wir können also sagen, daß die Verdauungsfähigkeit des Magens während der ganzen Verdauungszeit eine annähernd gleichmäßige Intensität besitzt.

Es bleibt uns noch folgende Frage zu beantworten: wie ist die Zusammensetzung des aus dem Magen nach dem Darm beförderten Speisebreies? mit anderen Worten, verläßt das Brot den Magen mit allen seinen Bestandteilen gleichmäßig, oder werden einige Nährstoffe schneller aus dem Magen entfernt.

während die anderen länger darin verbleiben? Die vorletzte Rubrik (34) der Tabelle A gibt uns darüber folgenden Aufschluß: die Nährstoffe verlassen den Magen nicht alle in gleichem Maße; vielmehr übertrifft im allgemeinen die Menge der aus dem Magen entfernten Kohlehydrate diejenige der Stickstoffsubstanzen: in der 1. Stunde um 16,37%, in der 2. um 8,72%, in der 3. um 6,76% und in der 6. um 7,26%; in der 4. Stunde prävalieren Stickstoffsubstanzen (um 2,98%) und in der 5. sind beide Größen einander gleich (Differenz von 0,4%). Wir sehen nun, daß der Magen keineswegs indifferent zu den verschiedenartigen Nahrungsstoffen bleibt, daß er im Gegenteil dieselben zu sortieren pflegt, indem er die einen schneller weiter befördert, die anderen aber länger in seinem Inneren behält. Möglicherweise hängt diese Sortierungstätigkeit des Magens mit der ungleichen Verdauungsintensität für verschiedene Stoffe zusammen, indem der Magen diejenigen Stoffe länger behält, welche er in größerem Maße zu verdauen pflegt — Eiweißsubstanzen —, während er sich von den im geringeren Grade der Verdauung unterliegenden Kohlehydraten schneller zu befreien sucht. Wir halten es aber für verfrüht, infolge ungenügender Beobachtungszahlen irgend welche bestimmteren Schlüsse daraus ziehen zu wollen.

Die Resorptionsverhältnisse im Magen gestalten sich, wie aus der Tabelle B ersichtlich, folgendermaßen:

Bei einem Pylorusfistelhund (Zigan) fand in einem Versuch gar keine Resorption statt, in einem anderen dagegen war im Anfangsteil des Duodenums ein geringes Defizit von 2,57% Trockensubstanz zu konstatieren; beim zweiten Hunde (Banzai) fanden wir im Anfangsteil des Duodenums eine Abnahme der Nährstoffe gleich 4,63%; endlich, beim dritten Hund (Tschudnoi), von dem weiter oben die Rede war, erwies sich ein Defizit an Trockensubstanz gleich 16,36%. Aus diesem Mißverhältnis zwischen den Versuchsergebnissen von beiden ersteren und dem letztgenannten Hunde haben wir den Schluß gezogen, daß bei diesem irgend eine Abnormität der Fistellage eingetreten sein mußte, wodurch das Vorbeigleiten eines Teils der Nahrung neben der Fistel ermöglicht wurde, so daß nicht

die gesamte Speisebreimenge aus der Fistelöffnung herausgetreten war. Und in der Tat wurde unsere Voraussetzung durch den Sektionsbefund vollkommen bestätigt, indem wir uns dabei überzeugten, daß die Fistelröhre sich unter Bildung eines Divertikels vom Darm entfernt hatte, was infolge starker Verengerung des Fistellumens ein teilweises Vorbeigleiten des Speisebreies ermöglichte. Dieser Fall kann unter anderem als ein Beweis dafür dienen, wie wichtig es ist, die Fistelröhre von richtiger Größe, d. h. mit einem nicht zu engen Lumen (ca. 2,5 cm Durchmesser) anzulegen. Wir legen an unseren Pylorusfistelhunden die Fistel derart an, daß der Pyloruswulst in der Tiefe der Fistelröhre sichtbar ist, um jede Pylorusöffnung kontrollieren zu können.

Die von uns im Anfangsteil des Duodenum konstatierte Resorption des Speisebreies geschieht nicht in gleichem Maße in allen seinen Bestandteilen: wie aus Tabelle B II ersichtlich, ist die Eiweißresorption im Magen gleich Null: vielmehr finden wir eine Stickstoffvermehrung gegenüber der eingeführten Stickstoffmenge, was durch einen unvermeidlichen Rechnungsfehler bei Bestimmung der Stäfftemenge gut erklärbar ist. Dagegen finden wir in den meisten Versuchen einen Mangel an Kohlehydraten, der im Mittel 2,77% beträgt und der mangelnden Trockensubstanzmenge vollkommen entspricht. Auf Grund dieser Angaben können wir den Schluß ziehen, daß von dem aus dem Anfangsteil des Duodenum ausgeschiedenen Speisebrei ein geringer Teil von 2,15% als resorbiert erscheint. Wir sagen absichtlich «aus dem Anfangsteil des Duodenum» und nicht «aus dem Magen», indem wir annehmen, daß diese Resorption nicht im Magen selbst, sondern in demjenigen Abschnitt des Zwölffingerdarmes stattfindet, welcher zwischen dem Pylorus und der Fistelöffnung gelegen ist. Wir stützen uns dabei auf folgende Erwägungen:

Durch unsere Untersuchungen am Duodenalfistelhund haben wir mit Sicherheit festgestellt, daß am Ende des Duodenum eine beträchtliche Resorption von 17,45% Trockensubstanz überhaupt stattgefunden hat; es ist deshalb nicht unwahrscheinlich, daß auch im Anfangsteil desselben eine geringe Resorption zustande kommen

könnte, und der von uns konstatierte Resorptionsgrad von 2,15% (gleich 2,24 g Trockensubstanz) im Laufe von 3—4 Stunden, also etwa 0,56—0,75 g pro Stunde, kann mit vollem Recht als sehr gering geschätzt werden. Hätte die Resorption im Magen selbst stattgefunden, so würde bei der großen resorbierenden Oberfläche desselben der Resorptionsgrad sicher viel größer sein. Andererseits werden wir durch folgenden Umstand zu demselben Schluß gezwungen: wie gesagt, ist es uns gelungen, die Tatsache festzustellen, daß im Magen absolut keine Eiweißresorption stattfindet; wenn wir aber überhaupt eine Resorption im Magen zulassen, so scheint es kaum möglich, irgend eine befriedigende Erklärung für diese auffallende Auswahl der zu resorbierenden Nährstoffe zu finden, umso mehr, da wir außerdem gut wissen, daß im Darm, diesem Resorptionsorgan par excellence, eine derartige Auswahl keineswegs stattfindet. Endlich glauben wir für unsere Behauptung in folgender Erwägung eine Stütze zu finden: im Magen sind die Verdauungsdrüsen (Pepsin- und Salzsäure sezernierende Drüsen) in der Schleimhaut selbst eingelagert, während die Darmschleimhaut frei von Verdauungsdrüsen ist: letztere sind in Form von besonderen Sekretionsorganen — Leber und Pankreas — gesondert von der Darmschleimhaut gelagert und ergießen ihre Sekrete ins Darmlumen durch besondere Ausführungswege. Wir glauben diesen scharfen Unterschied in der Anatomie der Magen- und Darmschleimhaut dadurch erklären zu können, daß beiden Schleimhautarten verschiedenartige Funktionen anheimfallen: während die Darmschleimhaut für die Resorptionstätigkeit bestimmt ist, wozu sie sich ausgezeichnet eignet, scheint die Aufgabe der Magenschleimhaut vielmehr der Sekretion allein zu dienen. Um unseren theoretischen Erwägungen eine experimentelle Grundlage zu schaffen, haben wir noch zwei weitere Versuche angestellt an einem dritten Hunde (Kliküscha), bei dem die Fistel in der unmittelbaren Nähe des Pylorus angelegt wurde. Infolgedessen war bei diesem Hunde jede, wenn auch geringe Resorption im Duodenum vollkommen ausgeschlossen, sodaß, wenn bei ihm überhaupt eine Resorption zu konstatieren wäre, dieselbe unbestreitbar dem Magen zugerechnet werden müßte. Unserem

Zweck entsprechend unterließen wir jede genaue Analyse des Speisebreies, um alle eventuellen Fehlerquellen bei Bestimmung der Trockensubstanz auszuschließen, und verfahren folgendermaßen: nachdem der Speisebrei gewogen und neutralisiert wurde, trockneten wir denselben in toto zuerst auf dem Wasserbade, dann im Brutschrank bei 110° C bis zum konstanten Gewicht ein und bestimmten auf diese Weise seine Gesamttrockensubstanz; zu gleicher Zeit bestimmten wir die Trockensubstanz des gegebenen Brotes. Nach Subtraktion der berechneten Verdauungssäfte verglichen wir die eingeführte Menge Trockensubstanz mit der erhaltenen und bekamen folgende Resultate:

Kliküscha.

	Trockensubstanz		Differenz
	Brot	Speisebrei	
	g	g	g
1.	40,35	40,98	+ 0,63
2.	37,15	37,28	+ 0,13
Im Mittel	38,75	39,13	+ 0,38

Diese Tabelle gibt uns einen glänzenden Beweis dafür, daß im Magen selbst keine Resorption von Eiweiß und Kohlehydraten stattfindet; die Menge der mit dem Speisebrei entleerten Trockensubstanz nach Subtraktion der Verdauungssäfte ist derjenigen der eingeführten Nahrung gleich; der unbedeutende Zuwachs von 0,38% muß in einem unvermeidlichen Rechnungsfehler bei Bestimmung der Verdauungssäfte seine Ursache haben. Auf Grund aller dieser Auseinandersetzungen samt experimentellen Tatsachen glauben wir mit Bestimmtheit bewiesen zu haben, daß unter normalen Verhältnissen beim Hunde keine Resorption der genannten Nährstoffe im Magen stattfindet, daß dementsprechend die bei einigen Pylorusfistelhunden von uns konstatierte geringe Resorption von 2,16% im Anfangsteil des Duodenums zustande kommt. Indem wir das behaupten, wollen wir keineswegs die Resorptionsfähigkeit der Magenschleimhaut überhaupt verneinen. Wir geben zu, daß bei gewissen ab-

normen Verhältnissen, wenn die Speise gar zu lange im Magen verweilt, wie es z. B. bei pathologischen oder experimentell hervorgerufenen Stenosen oder Verschuß des Pylorus der Fall ist, die Magenschleimhaut, wie auch jede beliebige Schleimhaut imstande ist, gelöste Stoffe zu resorbieren; wir wollen aber den Punkt hervorheben, daß unter normalen Verhältnissen, wie sie im tierischen Körper gegeben sind, die Tatsache als Regel gelten muß, daß im Magen keine Resorption von Eiweiß und Kohlehydraten stattfindet.

Bevor wir dieses Kapitel abschließen, möchten wir noch mit wenigen Worten die Magensaftabsonderung bei Brotverdauung berühren. Aus der Tabelle der aufgenommenen Verdauungssäfte ersehen wir, daß die Menge auf 200 g Brot abgesonderten Magensaftes bei Pylorusfistelhunden zwischen 217 ccm und 450 ccm variiert, im Mittel also 307 ccm. ausmacht, dabei sind am Ende der einzelnen Verdauungsstunden folgende Magensaftmengen im Magen vorgefunden worden (Woltschok): in der 1. Stunde 104 ccm, in der 2. 131.0 ccm, in der 3. 91 ccm, in der 4. 81 ccm, in der 5. 54 ccm und in der 6. 20 ccm Magensaft. Die in den einzelnen Stunden im Magen aufgefundenen Mengen Magensaft halten mit den darin sich befindenden Nahrungsmengen gleichen Schritt und bilden, wie diese letzteren, eine gegen das Versuchsende deszendierende Zahlenreihe:

$$104 : 131 : 91 : 81 : 54 : 20$$

$$5 : 6.5 : 4.6 : 4.05 : 2.7 : 1.0.$$

Außerdem haben wir eine strenge Abhängigkeit der abgesonderten Magensaftmengen von den Quantitäten der eingeführten Nahrung konstatieren können. Die oben angeführten Magensaftmengen beziehen sich auf die Versuche mit den drei ersten Pylorushunden, wobei jedesmal dem Hunde 200 g Brot von 106—112 g Trockensubstanzgehalt gegeben wurde. Außerdem aber wurden von uns für oben angedeutete Zwecke noch 3 Hilfsversuche am vierten Pylorusfistelhund Klikùscha angestellt, welcher jedesmal verschiedene Quantitäten Brot bekam: einmal 100 g Trockensubstanz, das zweite Mal 43 g und das dritte Mal nur 40 g. Dementsprechend betragen die Mengen abgesonderten Magensaftes im ersten Versuch 416 ccm, im zweiten 280 ccm, im dritten 273 ccm. Bei Zusammenstellung

dieser Zahlen überzeugen wir uns, daß die Mengen abgesonderten Magensaftes denjenigen der eingeführten Trockensubstanz gewissermaßen proportional sind:

Trockensubstanzmengen: 100 : 43 : 40

Magensaftmengen: 416 : 280 : 273.

Auf Grund aller dieser Tatsachen können wir über die Verdauung im Magen folgende Schlüsse ziehen.

1. Der Hundemagen bei Pylorusfistelhunden entleert sich binnen 4—5 Stunden, wobei das Entleerungsmaximum auf die zwei ersten Stunden fällt.

2. Die Magenverdauung besitzt während der ganzen Verdauungsdauer annähernd die gleiche Intensität.

3. Die Eiweißverdauung im Magen ist mehr als zweimal ausgiebiger als die Kohlehydratverdauung $2\frac{1}{3} : 1$.

4. Schon in der ersten Verdauungsstunde werden sowohl die Eiweißkörper, wie auch die Kohlehydrate bis zu Peptonen und Zucker gespalten.

5. Die aus dem Magen stundenweise entfernten Nährstoffmengen bilden eine aszendierende Zahlenreihe, während die im Magen sich findenden verdauten Stoffe in einer deszendierenden Reihe angeordnet werden können.

6. Die Kohlehydrate der Nahrung werden im allgemeinen rascher aus dem Magen entfernt, als die Eiweißstoffe — Sortierungsfähigkeit des Magens.

7. Es findet im Magen keine Resorption von Eiweiß und Kohlehydraten statt.

8. Der geringe Resorptionsgrad bei Pylorusfistelhunden ist nicht auf den Magen, sondern auf den zwischen demselben und der Fistelöffnung gelegenen Darmabschnitt zu beziehen.

9. Die Menge abgesonderten Magensaftes ist derjenigen der eingeführten Nahrung gewissermaßen proportional.

IV. Darmverdauung.

Die Untersuchung der Darmverdauung wurde von uns an 5 Fistelhunden ausgeführt, bei denen die Fistelöffnungen sich, wie oben erwähnt, in 4 verschiedenen Darmabschnitten befinden: 1 Duodenalfistelhund (Rjabtschik) mit der Fistel

am Ende des Duodenums; 1 Jejunumfistelhund (Lew), Fistel ca. 1 m weit vom Pylorus entfernt; 1 Ileumfistelhund (Starik), Fistel in der Mitte des Dünndarms und 2 sog. Coecumfistelhunde (Bjelka und Kurnossaja), bei denen die Fisteln in der unmittelbaren Nähe der Ileococcalklappe angelegt sind. Durch den Vergleich der von jedem einzelnen Hund erhaltenen Analysenresultate konnten wir über die in den betreffenden Darmabschnitten vor sich gehenden Verdauungs- resp. Resorptionsvorgänge richtige Schlüsse ziehen und durch Zusammenstellung dieser Angaben gelang es uns, eine gewissermaßen naturgetreue Darstellung der Verdauungsverhältnisse im Darm wiederzugeben.

Wir wollen zunächst die Versuchsergebnisse bei jedem einzelnen Hund näher besprechen, um uns über die Verdauungsverhältnisse in den betreffenden Darmabschnitten genau orientieren zu können, dann versuchen wir eine allgemeine Übersicht aller unserer Resultate zu geben.

A. Duodenalfistelhund (Rjabtschik).

Wie schon oben angedeutet, kann der Ausscheidungsmechanismus beim Duodenalfistelhund (Rjabtschik) als ein Beispiel der normalen Magenentleerung betrachtet werden, indem hier die Magentätigkeit weder durch Verwachsungen verlangsamt, noch durch Wegfall der Reflexwirkung vom Darm aus beschleunigt ist, wie es bei Magen- resp. Pylorusfistelhunden der Fall ist, und demnach in normaler Weise vor sich gehen muß. Beim ersten Blick auf die Kurve 2 sieht man den Unterschied zwischen der Ausscheidungsart bei Pylorusfistelhund und Duodenalfistelhund, welcher darin besteht, daß beim letzteren der Intervalle zwischen je zwei Pylorusschüssen größer geworden sind: im Anfang der 1. Stunde variieren sie zwischen 10—50 Sekunden (ähnlich wie beim Pylorusfistelhund), dann aber, noch im Laufe der ersten Stunde, werden die Pylorusschüsse seltener, nach 1^m, 1^m 40^{''} und mehr: in der zweiten Stunde ändert sich der Ausscheidungscharakter beträchtlich, indem die Zwischenpausen sich noch mehr verlängern, 1—2 Minuten, nebenbei aber wieder kleinere Pausen von 10—20 Sek. bestehen. Im allgemeinen kann man sagen, daß in der Ausscheidung eine gewisse Periodizität

eingetreten ist, indem jeder nach einer langen Pause auftretende größere Pylorusschuß (Hauptschuß) von mehreren kleineren in kürzeren Intervallen einander folgenden Schüssen (Nachschüssen) begleitet wird, bis dann wiederum eine längere Pause eintritt. In der 3. Stunde behält die Ausscheidungskurve denselben Charakter, in der 4. und 5. werden die Intervalle noch größer und dauern 1–5 Minuten. Die Nachschüsse sind verschwunden, die Hauptschüsse haben dementsprechend an Menge zugenommen. Zuletzt treten dauernde Pyloruskontraktionen von 15–20 Minuten ein, dann ein paar seltenere Schüsse und dauernder Stillstand jeder Ausscheidung. Ganz zuletzt ergießen sich geringe Quantitäten gallenhaltiger Flüssigkeit. Jeder Pylorusschuß wird vom charakteristischen Pylorusgeräusch eingeleitet, welches ca. 5–10 Sekunden vor der Ausscheidung zu hören ist: die Speise braucht also 5–10 Sekunden, um die Strecke vom Pylorus bis zur Fistelöffnung = 25 cm zu passieren; das Pylorusgeräusch fehlt, wenn Duodenalsäfte ergossen werden. Die Reaktion des Speisebreies ist sauer, sein Aussehen ist demjenigen vom Pylorusfistelhund sehr ähnlich, also griesbreiartig, nur enthält er weniger unverdaute Brotklumpen und besitzt außerdem exquisit gelbe Farbe, infolge großer Gallenbeimengung. Die mittlere Versuchsdauer beträgt 6 Stunden, die mittlere Ausscheidungsdauer, vom Moment der ersten Brotausscheidung bis zur letzten gerechnet, ist gleich 5 Stunden.

Wir halten es für zweckmäßig, gerade an dieser Stelle ein Versuchsprotokoll vom Duodenalfistelhund anzuführen.

Versuchsprotokoll IX. 8. 10. 05.

Um 8^h 14^m wurden dem Hunde 200 g Brot verabreicht. Nach 6^m trat saure Reaktion ein, nachdem einige gallenhaltige, alkalisch reagierende Ausscheidungen stattgefunden hatten. Die ersten Pylorusschüsse folgen einander nach 25, 20, 15, 15, 15 Sekunden. 8^h 30^m (nach 16^m) erste Brotsuren in Form weißlicher Trübung der vorher klaren Flüssigkeit. Die durch das Pylorusgeräusch angekündigten Pylorusschüsse folgen nach 35, 25, 15, 35, 15, 25, 15, 30, 15, 15, 12, 28, 40, 20, 15, 10, 40, 15, 25, 50, 35, 15, 20, 15, 15, 30, 10, 45, 25, 25, 15, 30, 35, 20, 30, 10, 25, 25, 30, 30, 30, 30, 15, 10, 40, 35, 15.

15, 35, 20, 15, 15, 15, 20, 30, 15, 25, 25, 10, 15, 40, 15, 20, 30, 30, 25, 20, 20, 20, 20, 15, 10, 35, 35, 30, 40, 5, 5, 50, 30, 20, 10, 8, 32, 35, 30, 35, 35, 10, 30, 65, 30, 35, 10, 15, 15, 20, 30, 15, 20, 15, 15 Sek. 9^h Pylorusschüsse nach 1^m 10^{''}, 50^{''}, — 1^m 10^{''}, 40, 45, 25, 30, 20, — 50, 15, 20, — 40, 10, 20, 12, 35, 45, 10 Sek., — 1^m 5^{''}, — 1^m, — 1^m 25^{''}, 30, 10 Sek., — 1^m 40^{''}, 10, 50 Sek., — 1^m 15^{''}, — 1^m 20^{''}, 40, 25, 20 Sek., — 1^m 5^{''}, — 1^m, 30, 10, 10, 30, 35, 25, 50 Sek., — 1^m 30^{''}, — 1^m 5^{''}, 45^{''}, — 1^m 5^{''}, — 1^m, 45, 30 Sek., — 1^m 10^{''}, — 1^m 20^{''}, — 1^m 25^{''}, 30, 30 Sek., — 1^m 20^{''}, 2^m 40^{''}, — 1^m 30^{''}, — 1^m 40^{''}, 35, 30 Sek., — 1^m 30^{''}, 25, 50, 10, 20, 25, 20, 25 Sek., — 1^m 35^{''}, 20, 25 Sek., — 1^m, — 1^m 10^{''}, 20, 15, 25 Sek., — 1^m 25^{''}, 35, 20, 40, 25 Sek., — 1^m 15^{''}, 20^{''}, — 1^m 30^{''}, 45, 30 Sek., — 1^m 50^{''}, 55, 45, 20, 50, 35, 20, 45 Sek.

Seit 9^h hat sich der Ausscheidungscharakter verändert: bis dahin gestaltete sich die Kurve (2) ziemlich regelmäßig, die Pylorusschüsse lieferten ungefähr gleiche Mengen Speisebrei: von nun an werden sie unregelmäßig: nach einer Pause von 1—2 Min. tritt ein großer Pylorusschuß ein (Hauptschuß), dann folgen mehrere kleinere Schüsse in Intervallen von 10—40 Min. (Nachschüsse): eine jede Periode dauert ca. 2—4 Min. und beträgt 4—8 Schüsse.

11^h 30^m. Die Schüsse sind seltener und größer geworden und werden im allgemeinen durch keine Nachschüsse begleitet, welche nur ausnahmsweise von Zeit zu Zeit eintreten. Pylorusschüsse nach 4^m, 3^m 20^{''}, 1^m 30^{''}, 1^m 55^{''}, 1^m 25^{''}, 1^m 30^{''}, 40, 45 Sek., 1^m, 1^m 15^{''}, 40, 30, 30 Sek., 1^m 30^{''}, 25^{''}, 1^m 5^{''}, 40, 50, 30 Sek., 1^m 50^{''}, 50^{''}, 3^m 15^{''}, 1^m 15^{''}, 2^m, 1^m 40^{''}, 1^m 30^{''}, 50, 40 Sek., 1^m 15^{''}, 1^m 40^{''}, 55^{''}, 1^m 10^{''}, 2^m 50^{''}, 30, 30, 30 Sek., 1^m 5^{''}, 1^m, 1^m. 12^h 30^m Pylorusschuß. Pause von 17¹/₂ Minuten, dann letzter Pylorusschuß (12^h 47^m 30^{''}) und Stillstand der Ausscheidung. Um 1^h 14^m wurde der Versuch abgeschlossen. Versuchsdauer = 5 Stunden, Ausscheidungsdauer = 4¹/₂ Stunden.

Gesamtgewicht des Speisebreies 691 g.

Das mittlere Speisebreigewicht beträgt beim Duodenalfistelhund 673 g, wobei es sich auf einzelne Stunden folgender-

maßen verteilt: in der 1. Stunde werden 195 g entleert, in der 2. 225 g, in der 3. 127 g, in der 4. 74 g, in der 5. 12 g und in der 6. 43 g. Wie aus der Fig. 3 ersichtlich, fällt das Ausscheidungsmaximum auf die 2 ersten Stunden = 28% und 33%, dann steigt die Kurve langsam herab, indem in der 3. Stunde 18%, in der 4. 12%, in der 5. 2% und in der 6. 7% entleert werden.

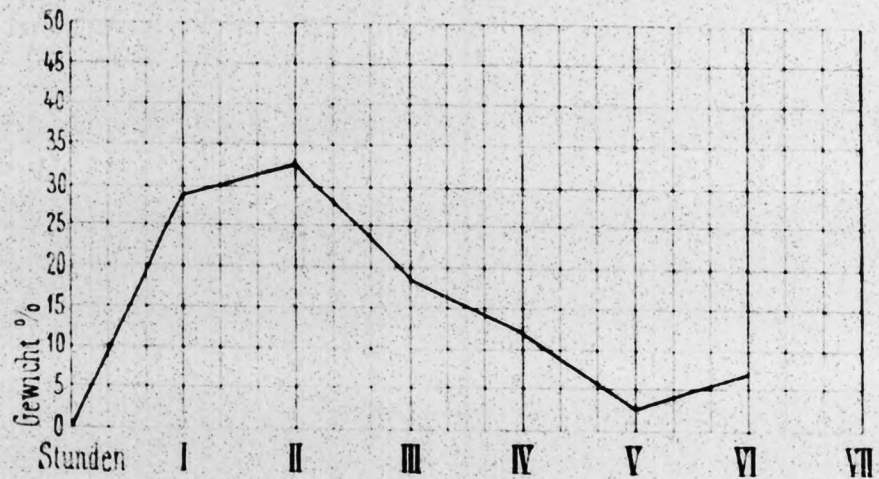


Fig. 3.

Beim Vergleich dieser Kurve mit derjenigen vom Pylorusfistelhund (Fig. 2) sehen wir, daß in der ersten Versuchsperiode die Ausscheidung in beiden Fällen ganz analog verläuft; dann aber tritt ein Unterschied ein, indem beim Pylorusfistelhund dieselbe plötzlich in der 3. Stunde abnimmt (12%), um in der 4. Stunde wieder bis zu einer bedeutenden Größe anzuwachsen (25%); während sie beim Duodenalfistelhund seit der 3. Stunde allmählich abnimmt, bis sie am Ende der 6. Stunde ganz sistiert. Das Gewicht des Speisebreies beim Duodenalfistelhund übertrifft dasjenige vom Pylorusfistelhund um 23 g, welche von den zugeflossenen Verdauungssäften herkommen. Dieser Zuwachs muß in der Wirklichkeit als viel größer taxiert werden: ein Teil desselben entzieht sich unserer Abschätzung infolge der im Duodenum stattfindenden Resorption. Der Unterschied zwischen den Haupt- und Nachschüssen läßt sich auf folgende Weise erklären: die Hauptschüsse entstehen durch rasche Pylorusöffnungen, wobei größere Mengen Speisebrei infolge bedeutender Druckdifferenz mit einer gewissen Gewalt aus dem Magen in den Darm entleert werden, so daß die erste Portion (Hauptschüsse) den Darmabschnitt bis zur Fistelöffnung sehr rasch passiert. Die folgenden Portionen aber, welche augenscheinlich mit geringerer Kraft

durch den Pylorus durchgepreßt und mit Hilfe peristaltischer Darmbewegung weiter befördert werden, erscheinen in der Fistelöffnung in Form von kleineren Nachschüssen.

Bei Betrachtung der Tabelle C überzeugen wir uns zunächst, daß im Duodenum eine beträchtliche Resorption der Nährstoffe von 17,45% stattgefunden hat, welche sowohl die Eiweißstoffe, wie die Kohlehydrate betrifft. Die Verdauung der Nährstoffe ist im großen Maße fortgeschritten: wir finden die Menge verdauter Stoffe im Speisebrei gleich 63,34%, addieren wir hierzu noch die Menge resorbierter, also ebenfalls vorher verdauter Trockensubstanz, so bekommen wir einen Verdauungsgrad von 80,79%. Diese Zahl ergibt das Resultat der Zusammenwirkung der Magen- und Duodenalverdauung: indem wir davon den für die isolierte Magenverdauung festgestellten Wert von 36,57% (Pylorusfistelhunde) subtrahieren, erhalten wir eine Zahl von 46,22%, welche darauf hinweist, daß unter Mitwirkung des Duodenums samt den betreffenden Säften die Verdauung um 46,22% zugenommen hat. Da wir aber nicht imstande sind, denjenigen Verdauungswert zu bestimmen, welcher dabei dem Magen als solchem zukommen muß (infolge längeren Verweilens der Nahrung im Mageninneren, Verschleuderung der Duodenssäfte usw.), so drücken wir uns aus, daß der ganze Verdauungszuwachs von 46,22% sich auf die gesamte Duodenalwirkung bezieht.

Die Eiweißverdauung im Magen gestaltet sich folgendermaßen: die Menge verdauten Eiweißes im Filtrat beträgt 65,08%, was mit den resorbierten 12,5% zusammen 77,58% ausmacht; da aber die isolierte Magenverdauung 68,05% davon beträgt, so muß der Verdauungsgrad im Duodenum gleich 9,53% des Nahrungseiweißes gesetzt werden, also nur $\frac{1}{10}$. Sehr ausgiebig ist dagegen die Kohlehydratverdauung im Duodenum: die verdaute Kohlehydratmenge beträgt 60,72%, mit den resorbierten 22,97% also 83,69%: indem 25,22% davon der isolierten Magenverdauung zukommen, ist der Verdauungsgrad für das Duodenum gleich 58,43%, was mehr als die Hälfte der Nahrungskohlehydrate ausmacht ($\frac{1}{2} - \frac{3}{5}$). Das Verhalten einzelner Abbauprodukte gegen einander ändert sich in der

Hinsicht, daß einerseits die Restkörper gegenüber den Albumosen und Peptonen an Menge zunehmen, während andererseits der Zucker sich gegenüber Dextrin vermehrt, was allem Anschein nach mit dem Resorptionsvorgang im Zusammenhang ist.

Auf Grund der angeführten Angaben über Verdauungsverhältnisse im Duodenum versuchten wir diejenige Konzentration zu bestimmen, in der sowohl Trockensubstanz in toto, wie auch getrennt Eiweiß und Kohlehydrate im Duodenum resorbiert werden. Wir verfahren dabei in folgender Weise: indem wir vom Gesamtgewicht des Speisebreies dasjenige darin enthaltener fester Stoffe (aus den Tabellen bekannt) subtrahierten, bestimmten wir das Gewicht der flüssigen Bestandteile des Speisebreies, welche die Rolle des Lösungsmittels spielen, wie folgt: Gesamtgewicht = 691 g — 91,5 (Trockensubstanz) = 599,5 oder = 600 g Lösungsflüssigkeit. Die Menge darin gelöster Trockensubstanz beträgt 63,34 g, oder in Prozenten ausgedrückt = 10,6%. Die Stickstoffmenge im Filtrat beträgt 2,1212 g, was einer Konzentration von 0,35% N entspricht, oder auf Stickstoffsubstanz berechnet = 2,21%. Dementsprechend wird der Zucker in der Konzentration von 4,84% $\left[\frac{28,99 \cdot 100}{600} \right]$ resorbiert.

Der unverdaute Nahrungsrest hat während der Duodenalverdauung seine Zusammensetzung gegenüber den Pyloruslistelhunden in der Richtung verändert, daß sein Gehalt an Stärke beträchtlich abgenommen hat, während sein Eiweißgehalt verhältnismäßig zugenommen hat: es hat sich, so zu sagen, ein Ausgleich in der Verdauungsintensität der beiden genannten Stoffe während der Duodenalverdauung vollzogen, wodurch auch das bei Pyloruslistelhunden konstatierte Mißverhältnis zwischen diesen Nahrungsbestandteilen sich gewissermaßen kompensiert hat. Von nun an können wir erwarten, daß in den weiteren Darmabschnitten die Verdauung beider Nährstoffe gleichen Schritt halten wird, was sich in der Tat, wie wir sehen werden, bis zu einem gewissen Grade bestätigt.

Der Resorptionswert für Trockensubstanz beträgt im Duodenum 17,45% = $\frac{1}{6}$, wovon 12,5% auf die Eiweißsubstanz

Tabelle C.

Versuche am Duodenalfistelhund (Rjabtschik).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
Ver- suchs- num- mer	Ver- suchs- dauer in Std.	Nahrung = 200 g Brot								Ge- samt- gewicht des Speise- breies g	Acidität in ccm HCl n/10 ccm	Unverdauter Filter- rückstand			Verdaute Nährstoffe							Gesamt- trocken- substanz des Speise- breies g	Differenz zwischen gegebener und gefundenen Trocken- substanz g	Ge- samt- stick- stoff des Speise- breies g	Differenz zwischen gegebenem und gefundenem N g	Gesamt- kohle- hydrate des Speise- breies g	Differenz zwischen gegebenen und gefundenen Kohle- hydraten g	
		Trocken- sub- stanz g	Stick- stoff g	Zucker g	Dex- trin g	Stärke g	Fett g	Salze g	Roh- faser g			Trocken- sub- stanz g	Stick- stoff g	Stärke g	Trocken- sub- stanz g	Zucker g	Dex- trin g	Gesamt- stick- stoff g	Albu- mosen g	Pep- tonen g	Rest- kör- pern g							
I.																												
1	IX	5	115,5	3,7163	0,5531	2,8017	86,01	0,7279	1,7578	0,4622	691	148	28,71	1,1360	21,16	82,80	28,84	31,93	3,2928	1,7920	0,8288	0,6720	115,5	- 2,36	4,4288	+ 0,7125	87,82	- 11,11
2	XV	6 1/4	112,1	2,9924	1,0422	3,1110	87,55	0,7060	1,9653	0,4482	708	22	24,98	1,3918	15,75	63,62	25,36	23,66	-1,7136	0,8025	0,4967	0,4144	88,6	- 21,49	3,1054	+ 0,1130	71,09	- 31,81
3	XXXI	7	111,0	2,9073	1,7887	3,0786	84,36	0,7691	2,2989	0,4438	673	77	19,48	0,7751	14,17	81,28	33,36	29,47	2,3800	0,7168	0,4032	1,2600	100,8	- 7,90	3,1551	+ 0,2477	81,84	- 16,82
4	im Mittel	6	112,9	3,2053	1,1280	2,9968	85,97	0,7343	2,0043	0,4514	691	82	24,39	1,1010	17,03	75,90	28,99	28,35	2,7955	1,1098	0,5762	0,7821	100,29	- 10,56	3,5631	+ 0,3574	80,26	- 19,21
5	in Pro- zenten																											
II.																												
Dasselbe nach Subtraktion der Verdauungssäfte.																												
6	IX	—	—	—	—	—	—	—	—	—	691	148	25,82	0,7458	21,16	77,53	28,84	31,93	2,9766	1,6655	0,7624	0,5487	103,35	- 10,43	3,7224	+ 0,0061	87,82	- 11,11
7	XV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	708	22	21,58	0,9328	15,75	57,40	25,36	23,66	1,3404	0,6532	0,4183	0,2689	78,98	- 31,11	2,2732	- 0,7192	71,09	- 31,81
8	XXXI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	673	77	16,49	0,3714	14,17	75,72	33,36	29,47	2,0464	0,5834	0,3332	0,1299	92,21	- 16,45	2,4178	- 0,4895	81,84	- 16,82
9	im Mittel	—	—	—	—	—	—	—	—	—	691	82	21,30	0,6833	17,03	70,22	28,99	28,35	2,1212	0,9874	0,5046	0,6492	91,51	- 19,36	2,8045	- 0,6013	80,26	- 19,21
10	in Pro- zenten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19,21	22,42	19,06	63,34	29,22	30,66	65,08	30,81	15,74	19,63	82,55	- 17,45	87,50	- 12,50	78,94	- 21,06

Tabelle C.
Versuche am Duodenalfistelhund (Rjabschik).

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
	Unverdaulicher Filter- rückstand			Verdaute Nährstoffe								Gesamt- trocken- substanz des Speise- breies	Differenz zwischen gegebenem und gefundenem Trocken- substanz	Ge- samt- stick- stoff des Speise- breies	Differenz zwischen gegebenem und gefundenem N	Gesamt- kohle- hydrate des Speise- breies	Differenz zwischen gegebenen und gefundenen Kohle- hydraten	Verdaulicher Stickstoff in Prozent des ge- gebenen N	Verdaute Kohle- hydrate in Prozent der ge- gebenen Kohle- hydrate	Differenz zwischen verdaulichem N und Kohle- hydraten in	Resorbierter Stickstoff in Prozent des gegebenen N	Resorbierte Kohle- hydrate in Prozent der gegebenen Kohle- hydrate	Differenz zwischen resorbiertem N und Kohle- hydraten in
Trocken- substanz	Stick- stoff	Stärke	Trocken- substanz	Zucker	Dex- trin	Gesamt- stick- stoff	Albu- mosen	Pep- tonen	Rest- körper- n	g	g												
I.																							
148	28,71	1,1360	21,16	82,80	28,84	31,93	3,2928	1,7920	0,8288	0,6720	115,5	- 2,36	4,4288	+ 0,7125	87,82	- 11,11	-	-	-	-	-	-	-
22	21,98	1,3918	15,75	63,62	25,36	23,66	1,7136	0,8025	0,4967	0,4144	88,6	- 21,49	3,1054	+ 0,1130	71,09	- 31,81	-	-	-	-	-	-	-
77	19,48	0,7751	14,17	81,28	33,36	29,47	2,3800	0,7168	0,4032	1,2600	100,8	- 7,90	3,1551	+ 0,2477	81,84	- 16,82	-	-	-	-	-	-	-
82	21,39	1,1010	17,03	75,90	28,99	28,35	2,7955	1,1098	0,5762	0,7821	100,29	- 10,56	3,5631	+ 0,3574	80,26	- 19,21	-	-	-	-	-	-	-
	22,03	31,42	19,06	68,47	29,22	30,66	76,74	34,62	17,98	24,14	90,50	- 9,50	111,16	+ 11,16	78,94	- 22,06	-	-	-	-	-	-	-
II.																							
Dasselbe nach Subtraktion der Verdauungssäfte.																							
148	25,82	0,7458	21,16	77,53	28,84	31,93	2,9766	1,6655	0,7624	0,5487	103,35	- 10,43	3,7224	+ 0,0061	87,82	- 11,11	80,07	65,01	< N 15,06	0	11,93	< KH 11,93	
22	21,58	0,9328	15,75	57,40	25,36	23,66	1,3404	0,6532	0,4183	0,2689	78,98	- 31,11	2,2732	- 0,7192	71,09	- 31,81	44,79	51,13	< KH 6,34	24,03	30,91	6,88	
77	16,49	0,3714	14,17	75,72	33,36	29,47	2,0464	0,5834	0,3332	0,1299	92,21	- 16,45	2,4178	- 0,4895	81,84	- 16,82	70,39	66,02	< N 4,37	16,45	17,15	0,60	
82	21,30	0,6833	17,03	70,22	28,99	28,35	2,1212	0,9874	0,5046	0,6492	91,51	- 19,36	2,8045	- 0,6013	80,26	- 19,21	65,08	60,72	< N 4,27	13,50	19,96	6,49	
	19,21	22,42	19,06	63,34	29,22	30,66	65,08	30,81	15,74	19,63	82,55	- 17,45	87,50	- 12,50	78,94	- 21,06	-	-	-	-	-	-	-

und 25,22% auf die Kohlehydrate kommen: die Kohlehydratresorption im Duodenum ist also verhältnismäßig zweimal ausgiebiger als die Eiweißresorption.

Mit Hilfe dieser Angaben bestimmten wir die Resorptionsintensität im Duodenum pro Quadratcentimeter in der Zeiteinheit (Stunde), indem wir die eben angeführten Mengen resorbierter Stoffe durch die Anzahl Quadratcentimeter dividierten, welche der resorbierenden Schleimhautoberfläche entsprechen. Indem die Länge des betreffenden Darmabschnittes (vom Pylorus bis zur Fistelöffnung gerechnet) 25 cm beträgt und seine Circumferenz ca. 8 cm ausmacht, kann seine resorbierende Oberfläche gleich $8 \cdot 25 = 200$ qcm gesetzt werden: dividieren wir die Menge resorbierter Trockensubstanz = 19,36 g durch 200, so erhalten wir die Resorptionsintensität pro Quadratcentimeter gleich 96,8 mg. Der entsprechende Wert für Stickstoff beträgt demnach 0,6013 (resorbierte N-Menge) dividiert durch 200 = 3 mg oder = 18,75 mg Stickstoffsubstanz und für Kohlehydrate 19,21 g (resorbierte Zuckermenge) dividiert durch 200 = 96,05 mg. Da aber die Ausscheidung beim Duodenalfistelhund im Mittel 5 Stunden lang dauert, da also der Speisebrei während dieser ganzen Zeit mit der Darmschleimhaut in Berührung kommt und resorbiert wird, so betragen die Resorptionsgrade für genannte Stoffe in der Zeiteinheit = 1 Stunde — folgende Werte: für

$$\text{Trockensubstanz} = \frac{96,8}{5} = 19,36 \text{ mg, für Stickstoff} = \frac{3,0}{5}$$

$$= 0,6 \text{ mg, für Stickstoffsubstanz} = \frac{18,75}{5} = 3,75 \text{ mg und für}$$

$$\text{Zucker} = \frac{96,05}{5} = 19,21 \text{ mg pro Quadratcentimeter.}$$

In gleicher Weise haben wir auch die Verdauungsintensität zu bestimmen versucht, indem wir durch Dividieren der im betreffenden Darmabschnitt verdauten Nährstoffmengen durch die Anzahl Quadratcentimeter der resorbierenden Schleimhautoberfläche, die auf 1 qcm derselben kommenden verdauten Trockensubstanz-, Stickstoff- und Kohlehydratmengen ausrechneten, und durch weiteres Dividieren der erhaltenen Werte durch 5 (Stunden) die Verdauungsintensität pro Stunde bestimmten.

Dementsprechend beträgt die auf 1 qcm pro Stunde kommende Trockensubstanzmenge $= \frac{54,44}{200,5} = 54,44$ mg, die entsprechende Stickstoffmenge ist $= \frac{0,6969}{200,5} = 0,7$ mg (= 4,38 mg Stickstoffsubstanz) und die Kohlehydratmenge $= \frac{51,57}{200,5} = 51,57$ mg.

Auf Grund dieser Auseinandersetzungen können wir über die Verdauung resp. Resorption im Duodenum folgende Schlüsse ziehen:

1. Der Ausscheidungscharakter ändert sich gegenüber den Pylorastistelhunden, indem sich zu den Magenbewegungen auch noch Darmbewegungen gesellen, welche den einzelnen Entleerungen den Charakter von Haupt- und Nachschüssen verleihen. Die Ausscheidungsdauer hat sich um 1 Stunde verlängert, der ausgeschiedene Speisebrei an Gewicht zugenommen.

2. Der Verdauungswert für das Duodenum beträgt ungefähr $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{5}$ der Gesamtverdauung.

3. Die Verdauungstätigkeit des Duodenums betrifft in hohem Grade die Kohlehydrate der Nahrung ($\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{5}$), während die Eiweißverdauung beträchtlich zurückbleibt ($\frac{1}{10}$): es findet dadurch ein gewisser Ausgleich in der Verdauung beider Nährstoffe statt.

4. Die Resorption im Duodenum beträgt $\frac{1}{6}$, wobei an Kohlehydraten doppelt soviel resorbiert wird ($\frac{1}{4}$), wie an Eiweißsubstanz ($\frac{1}{8}$).

5. Die festen Stoffe werden im Duodenum in 10,6% iger Konzentration resorbiert, wobei den Eiweißstoffen 2,21% und dem Zucker 4,84% Konzentration zukommt.

6. Die Resorptionsintensität, auf 1 qcm Duodenalschleimhaut pro Stunde berechnet, beträgt für Trockensubstanz 19,36 mg, für Stickstoff 0,6 mg, für Stickstoffsubstanz 3,75 mg und für Zucker 19,21 mg.

7. Die Verdauungsintensität, auf 1 qcm Duodenalschleimhaut pro Stunde berechnet, ist für Trockensubstanz gleich 54,44 mg, für Stickstoff 0,70 mg, für Stickstoffsubstanz 4,38 mg und für Kohlehydrate 51,57 mg (Zucker).

B. Jejunumfistelhund (Lew).

Beim Jejunumfistelhund erreicht die Zusammenwirkung der Magen- und Darmtätigkeit den höchsten Grad: infolge dessen bekommt die Ausscheidungskurve bei diesem Hunde außerordentlich charakteristisches Aussehen (siehe Kurve 3): vom Anfang des Versuchs bis zu dessen Ende besteht eine scharfe Einteilung in einzelne Ausscheidungsperioden, aus je einem Hauptschuß und mehreren kleineren Nachschüssen zusammengesetzt, die durch längere Pausen von 1 bis 5 Minuten und mehr von einander getrennt sind. Die Nachschüsse sind spärlicher als beim Duodenalfistelhund, dagegen aber zahlreicher und erscheinen oft in Form großer, dicker Tropfen. Der ausgeschiedene Speisebrei hat sein charakteristisches, griesbreiartiges Aussehen eingebüßt und erscheint in Form einer schaumigen, orangegelben, mitunter geleeartigen Masse, die nur ausnahmsweise kleinere Brotklumpen enthält. Die Ausscheidung beginnt 6—15 Minuten nach der Nahrungsaufnahme mit einigen Schüssen säftehaltiger alkalischer Flüssigkeit: dann fängt die Entleerung eigentlichen Speisebreies an, ebenfalls von alkalischer oder neutraler Reaktion. Während der ganzen Versuchszeit werden größere Mengen Verdauungssäfte ergossen entweder allein oder mit dem Speisebrei eng vermischt. Die Menge ausgeschiedenen Speisebreies beträgt im Mittel 585 g, also um 106 g = 15% weniger als beim Duodenalfistelhund, was darauf schließen läßt, daß die Resorption in diesem Darmabschnitt einen beträchtlichen Grad erreicht hat. In der ersten Stunde werden im Mittel 182 g = 28% entleert, in der 2. Stunde 185 g = 28.3%, in der 3. 216 g = 33%, in der 4. 47 g = 7.2% in der 5. 14 g = 2% und in der 6. 11 g = 1.9%. Das Maximum der Entleerung fällt also, wie bei den vorhergehenden Hunden, auf die 3 ersten Stunden, dann steigt die Kurve während der vierten Stunde rasch herab und bleibt in den zwei letzten Stunden auf 2% (Fig. 4) stehen. Die Ausscheidungsdauer ist bei Lew gegenüber Rjabtschik, trotz aller Erwartung, nicht vergrößert, obgleich der Abstand seiner Fistel vom Pylorus um 75 cm größer ist, als beim letzteren. Der Grund dieses schein-

baren Mißverhältnisses liegt augenscheinlich in den individuellen Verschiedenheiten beider Hunde, indem beim Jejunumfistelhund die Darmperistaltik eventuell schneller vor sich geht, als es beim Duodenalfistelhund der Fall ist. Diese Erklärung ist umso mehr wahrscheinlich, als auch bei einem und demselben Hunde die Schnelligkeit der Darmbewegung in einzelnen Versuchen großen Schwankungen unterliegt.

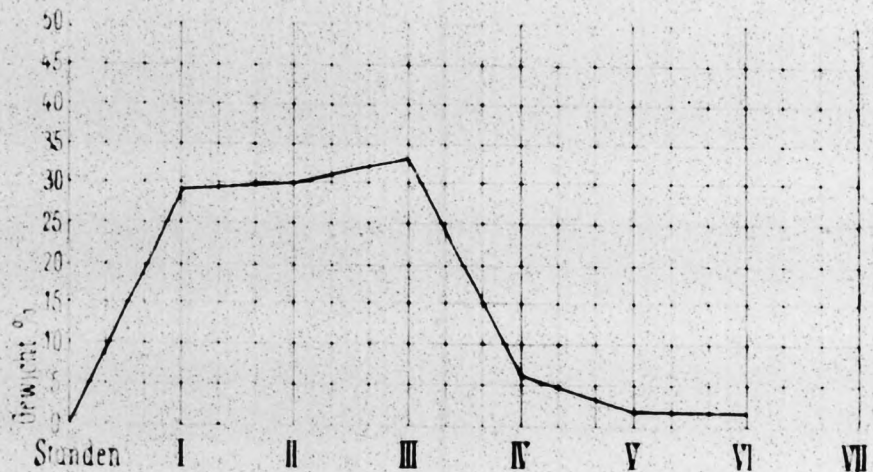


Fig. 4

Beifolgend ein Versuchsprotokoll.

Versuchsprotokoll XXIX. 15. IV. 06.

Um 8^h 45^m bekam der Hund 200 g Weißbrot. Nach 6^m erste Ausscheidung alkalisch reagierender Verdauungssäfte: erste Brots Spuren nach 18^m. Der Speisebrei hat das Aussehen einer gelben, schaumigen oder geleeartigen Masse, welche in periodischen Schußserien ausgeschieden wird, wobei die Nachschüsse als große frequente Tropfen erscheinen.

Pylorusschüsse nach 1^m 40^o, 55, 25, 20, 35, 20, 5, 5, 5, 5 Sek., — 47^o, 5, 7, 20 Sek., 3 Tropfen, — 35^o, 30, 15, 20, 20 Sek., 4 Tropfen, — 5^m 15 Sek., 11 Tropfen, — 20 Sek., 13 Tropfen, — 10 Sek., 7 Tropfen, — 3^m 30^o, 5, 10, 5, 5 Sek., — 40^o, 5 Sek., — 1^m 20^o, 20, 10, 15, 10 Sek., — 4^m 25^o, 10, 10, 15, 7, 5, 23 Sek., — 3^m, 15, 10, 10, 10, 10, 7, 13, 5 Sek., — 1^m, 10, 5, 5 Sek., 8 Tropfen, — 1^m, — 1^m, 25, 10, 10 Sek., — 1^m 30 Sek.

9^h 45^m mehrere schnell nach einander folgende Schüsse, dann wieder seltenere nach 1^m 10 Sek., — 1^m 40 Sek., — und einzelne Tropfen in Interwallen von 2—5 Sekunden.

10^h Schüsse nach 5, 5, 5, 8, 10, 5, 5 Sek., — 1^m 20^o

5, 5, 5, 15, 30, 50, 25, 35, 50 Sek., — 1^m 45 Sek., — 1^m 25^o,
 10, 15, 15 Sek., — 1^m 5^o 20, 10, 5, 5 Sek., — 50^o 15, 25, 15 Sek.,
 — 30^o, 5, 10, 20, 5 Sek., — 30 Tropfen während 1 Minute
 35 Sek., — 30 Tropfen in 45 Sek., — 20^o, 8, 5, 7, 25, 5,
 35 Sek.: in den Pausen fortwährende Tropfen gelber Flüssigkeit.

10^h 22^m: 30^o, 10, 30, 5, 10, 5, 3, 2, 30 Sek. 20 Tropfen, —
 5^o, 10, 5 Sek., — 45, 15, 5, 5 Sek.

10^h 50^m: Schüsse nach 50^o, 10 Sek. — 40^o, 5 Sek., —
 30^o, 5, 5 Sek. — 30^o, 5, 3, 2, 5, 5, 5, 3, 5 Sek., — 1^m,
 5^o, 5, 15, 5, 10, 15, 25 Sek. mehrere Tropfen. — 50, 5, 5,
 10, 5 Sek. usw.

11^h 17^m: 1^m, 1^m 40^o, 20, 10 Sek., — 1^m 15^o, 5, 15, 10,
 10, 15, 10, 10, 5, 5, 10, 10, 5, 5, 2, 3 Sek., — 45^o, 10, 8,
 15 Sek., — 30^o, 5, 5 Sek., — 40^o, 5, 5, 5, 5 Sek., — 1^m,
 10^o, 5, 5, 2, 20 Sek., — 40^o, 5, 10, 5, 5 Sek., — 40^o, 5, 3,
 3, 4 Sek., — 40^o, 10, 5, 10, 5 Sek., — 1^m 10^o, 15, 15, 5, 5,
 10, 20 Sek. — 1^m 10^o Tropfen, — 1^m 45^o, 5, 5, 5, 5, 5, 5,
 4, 5, 10 Sek. Tropfen, — 25^o, 5, 15, 10, 5 Sek., — 1^m 15^o,
 10, 10, 5, 5 Sek., — 20, 5, 5, 10, 5, 5, 5 Sek., — 1^m, 10^o,
 5, 10, 5, 5 Sek.

11^h 56^m Schüsse nach 1^m 10 Sek., — 1^m 5^o, 5, 10, 5,
 10, 5, 3, 4, 3 Sek., — 2^m 30 Sek., — 1^m 15^o 10, 10, 10 Sek., —
 1^m, 10 Sek., — 1^m 30^o, 10 Sek., — 40^o, 15, 15, 10 Sek., —
 1^m, 10^o, 5, 5, 10 Sek., — 30^o, 5 Sek., — 2^m 45^o, 10, 5,
 20, 10 Sek.

12^h 20^m seltene Schüsse nach 6^m, 5^m, 2^m, 3^m, 1^m usw.

12^h 55^m Schüsse nach 8^m, 3^m, 1^m, 5^m von Nachschüssen
 begleitet usw.

2^h nach einer langen Pause große Portion gelber gelee-
 artiger Masse.

2^h 15^m 3 große dicke Tropfen.

2^h 28^m mehrere Tropfen Verdauungssäfte.

2^h 35^m klare gelbe Flüssigkeit.

2^h 44^m ebenfalls.

2^h 45^m Schluß.

Versuchsdauer 6 Stunden: Ausscheidungsdauer 5¹/₂ Stunden.

Gewicht 679 g.

Alkaleszenz = 10 cem NaOH ⁿ 10.

In der Tabelle D finden wir folgende Untersuchungsergebnisse zusammengestellt:

Die Trockensubstanz des Speisebreies beträgt 62,23^o/_o, 37,77^o/_o erscheinen als resorbiert. Die Menge verdauter Stoffe im Filtrat beträgt 48,68^o/_o, was mit den resorbierten 37,77^o/_o zusammen 86,45^o/_o macht. Nach Subtraktion des beim Duodenalfistelhund festgestellten Wertes von 80,79^o/_o bekommen wir den Verdauungsgrad für das Jejunum gleich 5,66^o/_o = ¹/₂₀. Bei Betrachtung der Rubriken 29 und 30 der Tabelle D überzeugen wir uns, daß die einzelnen Bestandteile — Eiweiß und Kohlehydrate — in annähernd gleichen Mengen im Filtrat enthalten sind, nämlich daß auf 47,62^o/_o verdauten Eiweißes 45,66^o/_o verdauter Kohlehydrate kommen, was mit den entsprechenden Mengen resorbierten Eiweißes (46,26^o/_o) und Kohlehydrate (38,84^o/_o) zusammen folgende Werte beträgt: für verdautes Eiweiß = 93,88^o/_o und für verdaute Kohlehydrate 84,5^o/_o.

Nach Subtraktion der für den Duodenalfistelhund bestimmten Zahlen erhalten wir den Verdauungsgrad im Jejunum für Eiweiß = 16,3^o/_o und für Kohlehydrate 4,17^o/_o. (¹/₆ und ¹/₂₅.) Die Restkörper übertreffen an Menge sowohl die Albumosen, wie die Peptone, die Zuckermenge ist derjenigen von Dextrin gleich.

Der Konzentrationsgrad für die Resorption der im Filtrat enthaltenen Nährstoffe wurde von uns folgendermaßen bestimmt: Gesamtgewicht des Speisebreies (585 g) minus darin enthaltene feste Stoffe (69,70 g) ist gleich 515 g Lösungsflüssigkeit; nach Dividieren der darin gelösten Mengen Trockensubstanz (54,52 g), Stickstoff resp. Stickstoffsubstanz (1,4230 g resp. 8,89 g) und Zucker (= 23,84 g) durch 515 nach vorhergehender Multiplikation mit 100, erhalten wir den Konzentrationsgrad für die betreffenden Nährstoffe = 10,4^o/_o (Trockensubstanz), 0,27^o/_o (Stickstoff), 1,71^o/_o (Stickstoffsubstanz) und 4,63^o/_o (Zucker).

Wie oben angedeutet, beträgt die Menge resorbierter Stoffe beim Jejunumfistelhund 37,77^o/_o, wovon 46,26^o/_o Eiweiß und 38,84^o/_o Kohlehydrate; nach Subtraktion der entsprechenden Werte beim Duodenalfistelhund erhalten wir den Resorptions-

Tabelle D.
Versuche am Jejunumstelhund (Lew.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Verdauungs- material mg	Nahrung	Trocken- substanz	Stick- stoff	Zucker	Dex- trin	Stärke	Fett	Salze	Roh- faser	Gesamt- gewicht des Speise- breies	Alkales- cenz in ccm NaOH ‰ ccm	Unverdauter Filterrückstand			Verdaute Nährstoffe						Gesamt- trocken- substanz des Speise- breies	Differenz zwischen gegebenen und gefundenen Trocken- substanz	Gesamt- stick- stoff des Speise- breies	Differenz zwischen gegebenem und gefundenem Stickstoff	Gesamt- kohle- hydrate des Speise- breies	Differenz zwischen gegebenen und gefundenen Kohle- hydraten	Verdaute Stickstoff- menge	
												Trocken- substanz	Stick- stoff	Stärke	Trocken- substanz	Zucker	Dex- trin	Gesamt- stick- stoff	Stickstoff in									
																			Albu- mosen	Pep- tonen								Rest- kör- pern
g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
I.																												
1. XI	4 g	118.78	3.7841	1.6390	3.2973	87.01	0.7483	1.9000	0.4751	580	10.0	28.51	0.9265	21.02	63.41	23.56	25.26	1.6912	0.6104	0.3640	0.7168	91.89	-24.90	2.6177	-1.1664	74.99	27.02	33.68
2. XXIV	6	111.86	2.4308	1.8392	0.9674	90.54	0.7047	2.1623	0.4474	497	0	12.39	0.4888	7.70	57.38	21.86	20.74	1.7752	0.6407	0.2597	0.8748	69.77	-39.93	2.2640	-0.1668	53.44	50.06	50.06
3. XXIX	6	110.57	3.0816	1.1139	0.8270	87.12	0.6966	1.3057	0.4423	679	10.0	13.89	0.5703	9.29	60.24	26.16	19.04	1.8256	0.5208	0.2520	1.0528	94.13	-35.09	2.3959	-0.9011	57.64	41.19	41.19
4. im Mittel		113.71	3.0988	1.5407	1.6932	88.22	0.7165	1.7893	0.4549	585	6.7	18.26	0.6619	12.67	60.36	23.86	21.68	1.7640	0.5906	0.2919	0.8015	78.63	-33.34	2.4259	-0.7448	62.02	39.42	39.42
5. im Prozenten												16.31	21.36	14.57	53.92	23.52	23.08	56.92	16.80	11.68	28.44	70.22	-29.78	78.28	-21.72	61.14	38.86	38.86
II. Dasselbe nach Subtraktion der Verdauungssäfte.																												
6. XI	4 g									580	10.0	25.42	0.5098	21.02	57.62	23.26	25.26	1.3502	1.4743	0.2924	0.5835	83.07	-33.81	1.8591	-1.9250	74.99	27.02	33.68
7. XXIV	6									497	0	9.30	0.0712	7.70	51.54	21.84	20.74	1.4342	0.5046	0.1881	0.7145	60.84	-48.86	1.5054	-0.9254	53.44	50.06	50.06
8. XXIX	6									679	10.0	10.80	0.0597	9.29	54.40	26.96	19.04	1.4846	0.3847	0.1804	0.9195	65.20	-44.06	1.5443	-1.5373	57.64	41.19	41.19
9. im Mittel										585	6.7	15.17	0.2133	12.67	54.52	23.86	21.68	1.4230	0.4542	0.2203	0.7482	69.70	-42.25	1.6366	-1.4626	62.02	39.42	39.42
10. im Prozenten												13.54	6.88	14.57	48.68	23.52	23.08	46.86	14.65	7.11	25.26	62.23	-37.77	52.81	-47.19	61.14	38.86	38.86

Tabelle D.
Versuche am Jejunumstielhund (Lew).

11	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Verdaute Nährstoffe									Gesamt-	Differenz	Ge-	Differenz	Gesamt-	Differenz	Verdauter	Verdaute	Differenz	Resorbierter	Resorbierte	Differenz
									trocken-	zwischen	samt-	zwischen	kohle-	zwischen	Stickstoff	Kohlehydrate	zwischen	Stickstoff	Kohlehydrate	zwischen
									substanz	gegebenen	stick-	gegebenem	hydrate	gegebenen	in	in Prozenten	verdaulichem	in	in	resor-
									des	und	stoff	und	des	Prozenten	der	Stickstoff	Prozenten	Prozenten	biertem	
									Speise-	Trocken-	des	gefundenem	Speise-	des ge-	Kohle-	Kohle-	und	gegebenen	gegebenen	u. Kohle-
									breies	substanz	Speise-	Stickstoff	breies	gebenen	hydraten	Stickstoff	Stickstoff	Kohlehydrate	hydraten	
									g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
									g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
									g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
I.																				
0,964	21,02	63,41	23,56	25,26	1,6312	0,6104	0,3640	0,7168	91,89	-24,90	2,6177	-1,1664	74,99	-27,02	-	-	-	-	-	-
0,888	7,70	57,38	21,86	20,74	1,7752	0,6407	0,2597	0,8748	69,77	-39,93	2,2640	-0,1668	53,44	-50,06	-	-	-	-	-	-
0,914	9,29	60,24	26,16	19,04	1,8256	0,5208	0,2520	1,0528	94,13	-35,09	2,3959	-0,9011	57,64	-41,19	-	-	-	-	-	-
0,649	12,67	60,36	23,86	21,68	1,7640	0,5906	0,2919	0,8015	78,63	-33,34	2,4259	-0,7448	62,02	-39,42	-	+	-	-	-	-
0,938	11,57	53,92	23,52	23,08	56,92	16,80	11,68	28,44	70,22	-29,78	78,28	-21,72	61,14	-38,86	-	-	-	-	-	-
II.																				
Dasselbe nach Subtraktion der Verdauungssäfte.																				
0,608	21,02	57,62	23,26	25,26	1,3502	1,4743	0,2924	0,5835	83,07	-33,81	1,8591	-1,9250	74,99	-27,02	35,68	50,61	< KH 14,93	50,84	26,49	< N 24,36
0,612	7,70	51,54	21,84	20,74	1,4342	0,5046	0,1881	0,7145	60,84	-48,86	1,5054	-0,9254	53,44	-50,06	59,0	43,36	< N 15,64	38,07	48,36	< N 10,29
0,632	9,29	54,40	26,96	19,04	1,4846	0,3847	0,1804	0,9195	65,20	-44,06	1,5443	-1,5373	57,64	-41,19	48,17	47,87	0,30	49,88	41,68	< N 8,20
0,643	12,67	54,52	23,86	21,68	1,4230	0,4542	0,2203	0,7482	69,70	-42,25	1,6366	-1,4626	62,02	-39,42	47,62	45,66	0,34	46,26	38,84	< N 7,42
0,688	11,57	48,68	23,52	23,08	46,86	14,65	7,41	25,26	62,23	-37,77	52,81	-47,19	61,14	-38,86	-	-	-	-	-	-

grad im Jejunum gleich $46,26 - 12,5 = 34,21\%$ $= \frac{1}{3}$ Eiweißstoffe, $38,84 - 22,97 = 15,87\%$ $= \frac{1}{4}$ Kohlehydrate und $37,77 - 17,45 = 20,32\%$ $= \frac{1}{5}$ Trockensubstanz.

Der unverdaute Filterrückstand beträgt $13,54\%$ $= \frac{1}{7} - \frac{1}{8}$ und besteht aus $6,88\%$ Eiweiß und $14,0\%$ Kohlehydrate.

Die Resorptionsintensität, auf 1 qcm Schleimhautoberfläche pro 1 Stunde berechnet, wird auf folgende Weise bestimmt: die Fistelöffnung beim Jejunumfistelhund ist von derjenigen beim Duodenalfistelhund um 75 cm entfernt; die Circumferenz des Darmlumens beträgt im Jejunum ungefähr 6 cm; es ist also die resorbierende Schleimhautoberfläche dieses Darmabschnittes gleich $75 \cdot 6 = 450$ ccm. Wir dividieren die oben angeführten Zahlen durch 450 und erhalten folgende Resorptionsintensität für die genannten Nährstoffe: für Trockensubstanz $= 50,9$ mg, für Eiweiß $= 11,94$ mg ($= 1,91$ mg N) und für Kohlehydrate $= 45,0$ mg pro Quadratcentimeter.

Da aber die mittlere Ausscheidungsdauer beim Jejunumfistelhund ca. 5 Stunden beträgt, so sind die entsprechenden in 1 Stunde pro Quadratcentimeter Darmschleimhaut resorbierten Nährstoffmengen gleich $10,18$ g Trockensubstanz, $2,39$ mg Eiweiß ($= 0,38$ mg N) und $9,0$ mg Zucker.

Dementsprechend haben wir für die Verdauungsintensität im Jejunum folgende Zahlen festgestellt: die Menge in 1 Stunde pro Quadratcentimeter verdauter Trockensubstanz beträgt $3,54$ mg, verdauten Eiweiß $= 0,67$ mg ($= 0,11$ mg N) und verdauten Zuckers $= 3,44$ mg.

Die angeführten Untersuchungsergebnisse veranlassen uns zu folgenden Schlußfolgerungen:

1. Der Ausscheidungsmechanismus beim Jejunumfistelhund wird durch Zusammenwirkung der Magen- und Darmtätigkeit charakterisiert, wobei letztere zu prävalieren scheint.

2. Der Verdauungsgrad im Jejunum beträgt $\frac{1}{10}$ ($10,9\%$), wobei die Eiweißverdauung gleich $\frac{1}{6}$ ($16,3\%$) und die Kohlehydratverdauung gleich $\frac{1}{25}$ ($4,17\%$) zu setzen ist.

3. Der Resorptionsgrad im Jejunum beträgt $\frac{1}{5}$ ($20,32\%$); $\frac{1}{3}$ ($34,21\%$) ist dem Eiweiß und $\frac{1}{7}$ ($15,87\%$) den Kohlehydraten zuzurechnen.

4. Die im Speisebrei gelöste Trockensubstanz wird im Jejunum in der Konzentration von 10,4% resorbiert, die Eiweißstoffe in 1,71% (= 0,27% N) und der Zucker in 4,63% Konzentration.

5. Die Resorptionsintensität im Jejunum beträgt für Trockensubstanz 10,18 mg, für Eiweiß 2,39 mg (= 0,38 mg N) und für Kohlehydrate 9,0 mg pro Quadratcentimeter in einer Stunde.

6. Die Verdauungsintensität im Jejunum beträgt pro Quadratcentimeter in einer Stunde für Trockensubstanz 3,54 mg, für Eiweiß 0,67 mg (= 0,11 mg N) und für Kohlehydrate = 3,41 mg.

C. Ileumfistelhund (Starik).

Beim Ileumfistelhund, bei dem die Fistel in der Mitte des Dünndarms, also etwa 2 Meter weit vom Pylorus entfernt gelagert ist, ändert sich wieder der Charakter der Ausscheidung, indem bei ihm der Effekt der Magentätigkeit gänzlich zurücktritt, während die Darmtätigkeit auf den ersten Plan hervortritt: wir finden weder typische Pylorusschüsse der Pylorusfistelhunde, noch charakterische Haupt- und Nachschüsse des Duodenal- und Jejunumfistelhundes, sondern die Ausscheidung geschieht hier in einzelnen, durch lange Pausen getrennten Portionen dicklicher, geleeartiger orangefarbener Masse: das Pylorusgeräusch ist gar nicht mehr zu hören: die Ausscheidung jeder größeren Portion erfolgt sehr langsam, zuweilen werden große Tropfen entleert. (Kurve 4.) Die ganze Ausscheidungszeit kann in 3 Perioden eingeteilt werden: die erste Periode, welche sich auf die 2 ersten Stunden ausdehnt, wird dadurch charakterisiert, daß die einzelnen Portionen in größeren Zeitintervallen von 3—15^m entleert werden, wobei in den Zwischenpausen gar nichts ausgeschieden wird. In der 2. Periode (3. und 4. Stunde) werden die Pausen kürzer, der Speisebrei wird dünner und entleert sich rascher: in den Zwischenpausen ergießen sich tropfenweise die Verdauungssäfte: die dritte Periode (5., 6. und 7. Stunde) endlich hat viel Analogie mit der ersten, mit dem Unterschied, daß die Pausen noch länger und unregelmäßiger werden, indem sie zwischen 2 und 23 Min. variieren; die entleerte Masse ist wieder dicker geworden, in den Pausen werden keine Tropfen entleert. Zuletzt folgt eine lange Pause, dann entleert sich die letzte Portion Speisebrei und die Ausscheidung

sistiert gänzlich. Das Gesamtgewicht des Speisebreies beträgt im Mittel 412 g, also um 173 g = 30% weniger als beim Jejunumfistelhund. Aus der Figur 5 sieht man, daß der Ausscheidungscharakter sich auch in anderer Hinsicht verändert hat: gegenüber den früher erwähnten Hunden steigt hier die Entleerungskurve langsam an, erreicht im Verlaufe der 2 ersten Stunden ihr Maximum (25—30%), bleibt auf dieser Höhe während der 3. und 4. Stunde stehen und geht dann in der 5. Stunde auf 5% herab, um in der 6. und 7. Stunde ganz allmählich bis auf Null zu sinken. Es hat sich das Entleerungsmaximum, so zu sagen, gegen das Versuchsende hin um 1 Stunde verschoben, dementsprechend ist auch die Ausscheidungszeit gegenüber dem Jejunumfistelhund um eine Stunde verlängert und beträgt im Mittel 6 Stunden. Beifolgend ein Versuchsprotokoll.

Versuchsprotokoll XIII. 3. XII. 05.

Um 8^h 55^m wurden dem Hunde 200 g Weißbrot verabreicht. 9^h 12^m (nach 17 Minuten) erfolgt die erste Ausscheidung schaumiger, orangefarbener, alkalisch reagierender Masse, die noch keine Brotsuren enthält (keine Blaufärbung mit Jod). 9^h 41^m (nach 46^m) erste Brotsuren. Geleeartige Massen entleeren sich in Zeitintervallen von 4, 5, 5, 7, 3, 3, 4, 15, 6, 5, 4, 3, 3, 5, 8, 8, 10 Min.

11^h 19^m Schüsse nach 1^m 40^u, 30, 50 Sek., 2^m 10^u, 1^m, 2^m, 1^m 30, 1^m 50 Sek. usw.

11^h 44^m mehrere Ausscheidungen nach einander, 11^h 52^m mehrere Schüsse gelber Flüssigkeit nach 4, 1, 2, 1 Min. usw.

12^h 19^m Speisebreiportionen nach 7^m 15^u, 5^m, 5^m; 12^h 31^m wieder geleeartige Masse nach 4, 3, 12, 13, 2, 20, 10, 5, 11, 8, 4, 8, 23, 15 Min.

2^h 45^m — 3^h 20^m keine Ausscheidung stattgefunden.

3^h 20^m Säfteportion.

4^h 30^m Schluß.

Versuchsdauer 7½ Stunden. Ausscheidungsdauer 6 Stunden.

Gesamtgewicht = 402 g.

Alkaleszenz = 14,4 ccm NaOH ⁿ 10.

In der Tabelle E finden wir die Menge Trockensubstanz

des Speisebreies gleich $32,35\%$, wovon $27,02\%$ verdaut und nur $5,33\%$ unverdaut; die Menge resorbierter Stoffe ist dementsprechend gleich $67,65\%$.

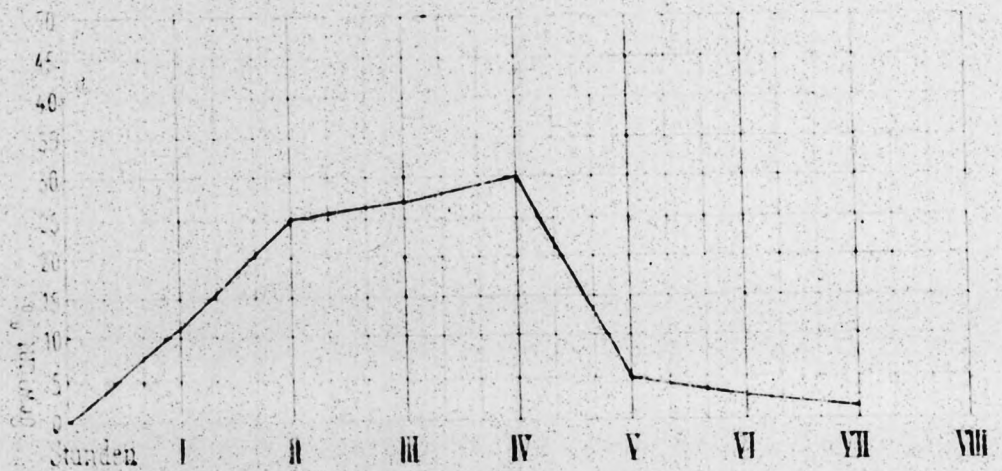


Fig. 5.

Durch Addition dieses Wertes zu $27,02\%$ (verdauten Nährstoffe im Filtrat) erhalten wir die Gesamtmenge der verdauten Stoffe beim Ileumfistelhund gleich $94,67\%$; wir subtrahieren davon den für den Jejunumfistelhund festgestellten Verdauungswert von $86,45\%$ und erhalten die Menge der im oberen Ileum verdauten Trockensubstanz $= 8,22\% = \frac{1}{12}$. Wir machen darauf aufmerksam, daß sowohl diese, wie auch die weiter unten anzuführenden Zahlen für den Ileumfistelhund nur annähernde Genauigkeit besitzen und sollten demnach korrigiert werden: bei Berechnung der Verdauungssäfte war es uns infolge technischer Schwierigkeiten nicht möglich, die Quantität während der Verdauung abgesonderten Darmsaftes, wie auch die Menge Darmepithelien abzuschätzen, welche dabei abgestoßen werden und sich dem Speisebrei beigesellen. Im Laufe der Verdauung unterliegen die genannten Stoffe, gleich den Nahrungsstoffen, der Einwirkung der Verdauungssäfte und der Darmbakterien und erfahren unzweifelhaft sowohl die Verdauung wie die Resorption, deren Grad uns ebenfalls unbekannt ist. Wir denken aber, daß diese Mengen kaum so bedeutend sind, daß sie auf unsere Untersuchungsergebnisse von merklichem Einfluß sein könnten, so daß letztere im großen und ganzen den wahren Verhältnissen nahstehen müssen.

Die Eiweißverdauung ist beim Ileumfistelhund ganz vollendet, indem die Menge unverdauten Eiweißes gleich Null ist.

Tabelle E.

Versuche am Heumistelhund (Starik).

1	2	3								11	12	13			14						23	24	25	26	27	28		
		Nahrung 200 g Brot										Unverdauter Filter- rückstand			Verdaute Nährstoffe													
Ver- suchs- dauer	Ver- suchs- zeit	Trocken- sub- stanz	Stick- stoff	Zucker	Dex- trin	Stärke	Fett	Salze	Roh- faser	Ge- samt- gewicht des Speise- breies	Alkal- escenz in ccm NaOH " 10 ccm	Trocken- sub- stanz	Stick- stoff	Stärke	Trocken- sub- stanz	Zucker	Dex- trin	Gesamt- stick- stoff	Stickstoff in			Gesamt- trocken- substanz des Speise- breies	Differenz zwischen gegebenen und gefundenen Trocken- substanz	Ge- samt- stick- stoff des Speise- breies	Differenz zwischen gegebenem und gefundenem N	Gesamt- kohle- hydrate des Speise- breies	Differenz zwischen gegebenen und gefundenen Kohle- hydraten	
																			Albu- mosen	Pep- tonen	Rest- kör- pern							
g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
I.																												
1 XII	7 1/2	112.37	2.8556	1.0510	1.6250	89.0	0.7079	1.6944	0.4495	402	14.4	5.89	0.1767	2.35	28.23	16.87	3.81	1.4750	0.6328	0.1722	0.8078	34.12	76.56	1.6517	-1.2039	23.71	78.06	
2 XVI	6 1/2	112.06	2.9224	1.0428	3.1110	86.52	0.7060	1.9653	0.4482	369	69.6	10.72	0.2985	7.18	31.15	10.74	9.86	1.1064	0.1792	0.3136	0.6134	41.87	68.22	1.4049	-1.5875	29.68	79.96	
3 XX	7 1/2	108.07	2.8358	1.0050	3.0000	84.39	0.6808	1.4633	0.4323	435	62.0	9.88	0.2964	6.36	38.96	15.87	10.46	1.5008	0.2352	0.8848	0.3898	48.84	-58.40	1.7972	-1.0386	34.57	63.54	
4 XXXI	7	109.94	2.4827	1.2525	2.6027	85.32	0.6728	1.6386	0.4398	442	82.0	9.13	0.2435	5.59	42.84	17.16	10.27	1.0864	0.3178	0.2626	0.5060	51.97	56.33	1.2399	-1.1528	35.98	66.62	
5 VIII	7	110.77	2.7666	1.0886	2.5847	86.41	0.6919	1.6902	0.4425	412	57.0	8.66	0.2538	5.39	35.30	15.16	8.50	1.2922	0.3413	0.4083	0.5770	44.20	64.88	1.5234	-1.2157	31.01	69.79	
6 in												7.94	9.17	6.29	32.37	15.16	9.36	46.76	12.34	14.76	19.66	40.31	59.93	55.93	-44.07	30.76	69.74	
II.																												
Dasselbe nach Subtraktion der Verdauungssäfte.																												
7 XII	7 1/2									402	14.4	2.80	0	2.35	22.39	16.87	3.81	0.8931				25.15	83.98	0.8931	-1.9625	23.71	78.06	
8 XVI	6 1/2									369	69.6	7.63	0	7.18	25.31	10.74	9.86	0.6463				32.94	77.86	0.6463	-2.3461	29.68	79.96	
9 XX	7 1/2									435	62.0	6.79	0	6.36	33.12	15.87	10.46	1.0386				39.91	-69.89	1.0386	-1.7972	34.57	63.54	
10 XXXI	7									442	82.0	6.04	0	5.59	37.0	17.16	10.27	0.5713				43.01	-66.76	0.5713	-1.9114	35.98	66.62	
11 VIII	7									412	57.0	5.81	0	5.39	29.45	15.15	8.50	0.7874				35.27	-74.62	0.7874	-1.9792	31.01	-69.79	
12 in												5.33	0	6.29	27.02	15.16	9.36	28.46				32.35	-67.65	28.46	-71.54	30.76	69.74	

Tabelle E.
Versuche am Ileumfistelhund (Starik).

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Unverdaulicher Filter- rückstand	Trocken- sub- stanz	Stick- stoff	Stärke	Trocken- sub- stanz	Zucker	Verdaute Nährstoffe			Gesamt- trocken- substanz des Speise- breies	Differenz zwischen gegebenen und gefundenen Trocken- substanz	Ge- sam- stick- stoff des Speise- breies	Differenz zwischen gegebenem und gefundenem N	Gesamt- kohle- hydrate des Speise- breies	Differenz zwischen gegebenen und gefundenen Kohle- hydraten	Verdauter Stickstoff in Prozent des ge- gebenen N	Verdaute Kohle- hydrate in Prozent der ge- gebenen Kohle- hydrate	Differenz zwischen verdaulichem N und Kohle- hydraten in	Resorbierter Stickstoff in Prozent des gegebenen N	Resorbierte Kohle- hydrate in Prozent der gegebenen Kohle- hydrate	Differenz zwischen resorbiertem N und Kohle- hydraten in		
						Dex- trin	Gesamt- stick- stoff	Stickstoff in													Albu- mosen	Pep- tonen
I.																						
0,89	0,1767	2,35	28,23	16,87	3,81	1,1750	0,6328	0,1722	0,8078	34,12	-76,56	1,6517	-1,2039	23,71	-78,04	—	—	—	—	—	—	—
10,72	0,2985	7,18	31,15	10,74	9,86	1,1064	0,1792	0,3136	0,6134	41,87	-68,22	1,4049	-1,5875	29,68	-70,95	—	—	—	—	—	—	—
1,88	0,2964	6,36	38,96	15,87	10,46	1,5008	0,2352	0,8848	0,3808	48,84	-58,40	1,7972	-1,0386	34,57	-63,54	—	—	—	—	—	—	—
9,14	0,2435	5,59	42,84	17,16	10,27	1,0864	0,3178	0,2626	0,5060	51,97	-56,33	1,2399	-1,1528	35,08	-66,62	—	—	—	—	—	—	—
8,66	0,2538	5,39	35,30	15,16	8,50	1,2922	0,3413	0,4083	0,5770	44,20	-64,88	1,5234	-1,2457	31,01	-69,79	—	—	—	—	—	—	—
7,97	0,17	6,29	32,37	15,16	9,36	1,676	12,34	14,76	19,66	40,31	-59,93	55,93	-44,07	30,76	-69,24	—	—	—	—	—	—	—
II.																						
Dasselbe nach Subtraktion der Verdauungssäfte.																						
0,89	0	2,35	22,39	16,87	3,81	0,8931	—	—	—	25,15	-83,98	0,8931	-1,9625	23,71	-78,04	31,27	20,73	< N 10,54	68,72	78,04	KH 9,32	
10,63	0	7,18	25,31	10,74	9,86	0,6463	—	—	—	32,94	-77,86	0,6463	-2,3461	29,68	-70,95	21,06	21,56	0,04	78,4	70,95	N 7,15	
1,88	0	6,36	33,12	15,87	10,46	1,0386	—	—	—	39,91	-69,89	1,0386	-1,7972	34,57	-63,54	36,66	28,32	8,34	63,38	64,76	KH 1,38	
9,04	0	5,59	37,0	17,16	10,27	0,5713	—	—	—	43,04	-66,76	0,5713	-1,9114	35,08	-66,62	23,01	28,09	< KH 5,08	76,99	65,50	< N 11,39	
8,81	0	5,39	29,45	15,15	8,50	0,7874	—	—	—	35,27	-74,62	0,7874	-1,9792	31,01	-69,79	28,46	24,47	< N 3,78	71,54	69,81	< N 1,73	
7,33	0	6,29	27,02	15,16	9,36	28,46	—	—	—	32,35	-67,65	28,46	-71,54	30,76	-69,74	—	—	—	—	—	—	—

Die verdaute Eiweißmenge des Speisebreies beträgt $28,46\%$, wobei die Restkörper über Albumosen und Peptone zu prävalieren scheinen. Subtrahieren wir den beim Jejunumfistelhund konstatierten Verdauungswert für Eiweiß = $93,88\%$ von 100% , so erhalten wir die im oberen Ileum verdaute Eiweißmenge = $6,12\%$ ($1/16$). Die Kohlehydratmenge im Speisebrei beträgt $30,76\%$, wovon $24,47\%$ als verdaut und $6,29\%$ als unverdaut erscheinen: die resorbierte Kohlehydratmenge ist = $69,24\%$; es sind also bis dahin $30,76 + 69,24 = 92,11\%$ verdaut worden, was nach Subtraktion des beim Jejunumfistelhund festgestellten Verdauungswerts von $86,0\%$ eine Verdauungsintensität für das obere Ileum von $6,11\%$ macht ($1/16$). Dabei prävaliert in diesem Abschnitt die Zuckerbildung über die Dextrinbildung, was auf größere Resorption hinweist. Und in der Tat beträgt die Menge resorbierter Trockensubstanz beim Ileumfistelhund $67,65\%$, was nach Subtraktion der beim Jejunum resorbierten Menge = $37,77\%$ eine ansehnliche Zahl von $29,88\% = 3/10$ (also fast $1/3$ der Gesamtresorption) ausmacht. Die Menge des im oberen Ileum resorbierten Eiweißes beträgt demnach $71,54\%$ (Resorptionswert für Ileumfistelhund) minus $46,26\%$ (Resorptionsgrad für Jejunumfistelhund) = $25,28\%$ ($1/4$), und die im oberen Ileum resorbierte Kohlehydratmenge ist = $30,38\%$ ($1/3$) (Menge der resorbierten Kohlehydrate beim Ileumfistelhund = $69,24\%$ minus für den Jejunumfistelhund festgestellter Resorptionswert = $38,86\%$).

Die verschiedenartigen Nährstoffe werden im oberen Ileum in folgenden Konzentrationen resorbiert: die Menge Lösungsflüssigkeit im Speisebrei beträgt $412\text{ g} - 37,27\text{ g} = 375\text{ g}$; die darin gelöste Trockensubstanz beträgt $29,45\text{ g}$, dieselbe wird also in 8% ($\frac{29,45 \cdot 100}{375}$) Konzentration resorbiert: dementsprechend ist der Konzentrationsgrad für Eiweiß = $1,31\%$ ($= 0,21\%$ N) und für Zucker = $4,02\%$.

Die Resorptionsintensität, pro 1 qcm in 1 Stunde berechnet, ergibt folgende Werte: die Darmstrecke zwischen Jejunum- und Ileumfistel ist gleich 100 cm , die Circumferenz des Ileumlumens beträgt ungefähr 6 cm , die resorbierende Schleimhautoberfläche

kann also gleich $100 \cdot 6 = 600$ qcm werden. Durch Dividieren der im oberen Ileum resorbierten Trockensubstanzmenge $= 32,37$ g durch 600 erhalten wir die Resorptionsintensität für feste Stoffe gleich $54,0$ mg pro Quadratcentimeter, oder $\frac{54,0}{6} = 9,0$ mg pro Stunde, da die Ausscheidung 6 Stunden lang dauert. Dementsprechend beträgt die Resorptionsintensität für Stickstoff $= \frac{0,5166}{600 \cdot 6} = 0,14$ mg oder, auf Stickstoffsubstanz berechnet $= 0,90$ mg pro Stunde auf 1 qcm, und für Kohlehydrate $= \frac{30,37}{600 \cdot 6} = 8,44$ mg.

Die Verdauungsintensität für genannte Nährstoffe gestaltet sich folgendermaßen: für Trockensubstanz ist dieselbe gleich $\frac{7,70}{600 \cdot 6} = 2,14$ mg; für Stickstoff $= \frac{0,1858}{600 \cdot 6} = 0,05$ mg oder 0,31 mg Eiweiß und für Kohlehydrate $= 1,9$ mg pro Quadratcentimeter in 1 Stunde.

Der unverdaute Nahrungsrest enthält, wie oben angedeutet gar kein Eiweiß mehr und besteht demnach aus Stärke, Rohfaser und Darmdetritus, wobei auf 5,81 g Trockensubstanz ca. 5,39 g Stärke kommen.

Auf Grund dieser Auseinandersetzungen können wir über die Verdauung resp. Resorption im oberen Ileum folgende Schlüsse ziehen.

1. Die Ausscheidung des Speisebreies geschieht fast ausschließlich durch Darmtätigkeit, während die Magenkomponente dabei wegfällt.

2. Der Verdauungswert im oberen Ileum beträgt $1/12$, wobei in der Verdauung von Eiweiß und Kohlehydraten ein gewisser Ausgleich eingetreten ist ($1/16$ N : $1/16$ KH).

3. Der Resorptionsgrad im oberen Ileum beträgt $3/10$ ca. $1/3$, wobei die Eiweiß- und Kohlehydratresorption gewissermaßen gleichen Schritt halten ($1/4$ N : $3/10$ KH).

4. Die festen Stoffe werden im oberen Ileum in der Konzentration von 8% resorbiert: die Eiweißstoffe in 1,31% Konzentration ($= 0,21\%$ N) und die Kohlehydrate in 4,02% Konzentration

5. Die Resorptionsintensität im oberen Ileum, pro Quadratcentimeter in 1 Stunde berechnet, beträgt für Trockensubstanz 9,0 mg, für Eiweiß 0,9 mg (= 0,14 mg N) und für Kohlehydrate = 8,44 mg.

6. Die Verdauungsintensität im oberen Ileum beträgt für Trockensubstanz 2,14 mg pro Quadratcentimeter Schleimhautoberfläche in 1 Stunde, für Eiweiß = 0,31 mg (= 0,05 mg N) und für Kohlehydrate = 1,9 mg.

D. Coecumfistelhund.

Wir können über den Ausscheidungsmechanismus bei unseren Coecumfistelhunden nur annähernde Angaben machen. Wir haben es seinerzeit leider unterlassen, infolge der außerordentlich langen Versuchsdauer, bei denselben sowohl Versuchsprotokolle zu führen, wie auch stündliche Wägungen vorzunehmen, so daß wir darüber nicht so gut orientiert sind, wie bei den übrigen Hunden; nichtsdestoweniger haben wir unsere Hunde beobachtet und können wenigstens in den Grundzügen den Ausscheidungsmechanismus schildern.

Es vergeht eine lange Zeit von 4—5 Stunden, bis die ersten Verdauungsprodukte entleert werden; dieselben stellen schwarzbraune, dicke Massen dar, die vielfach Haare und dergleichen zu enthalten pflegen; die einzelnen Portionen folgen einander in langen Intervallen von $\frac{1}{2}$ —1 Stunde, passieren sehr langsam die Fistelröhre und nehmen beim Heraustreten aus der Fistelöffnung Kotballenform an. Der Versuch dauert im ganzen 10—10 $\frac{1}{2}$ Stunden, wobei auf die Ausscheidungsdauer ca. 6 Stunden kommen; das Gewicht der entleerten Masse variiert zwischen 70 und 86 g, beträgt also im Mittel ca. 76 g. Die Reaktion ist stark alkalisch und entspricht im Mittel 24 cem NaOH n_{10} .

Die Gesamttrockensubstanz des Speisebreies beträgt (Tab. F) im Mittel 5,66%, wovon 3,69% unverdaut geblieben und 1,97% in Lösung übergegangen sind; mit den resorbierten 94,34% zusammen ist die Menge verdauter Trockensubstanz gleich 96,31%, was, nach Subtraktion des beim Ileumfistelhund festgestellten Verdauungsgrades von 94,67%, einen Wert von

1,64^o/_o ausmacht. Sowohl im Filtrat, wie im Filtrerrückstand fehlt jede Spur von Stickstoffsubstanzen der Speise, so daß ersteres nur aus Zucker (0,51^o/_o) und Dextrin (1,78^o/_o), letzterer aus Stärke (4,10^o/_o), Cellulose und Darndetritus besteht. Die resorbierte Nährstoffmenge beträgt 94,34^o/_o, was mit Ausschluß von früher resorbierter Quantität = 67,65^o/_o einen Resorptionsgrad für unteres Ileum von 26,69^o/_o macht, also mehr als $\frac{1}{4}$. Die Eiweißresorption ist gleich 100^o/_o, es wurde also im unteren Ileum die ganze beim Ileumfistelhund konstatierte Eiweißmenge resorbiert = 28,46^o/_o = $\frac{2}{7}$. Die Menge resorbierter Kohlehydrate beträgt im ganzen 93,75^o/_o, oder, nach Subtraktion des für den Ileumfistelhund festgestellten Resorptionsgrades ist die Resorption im unteren Ileum gleich 24,51^o/_o = $\frac{1}{5}$ zu setzen. Die verdaute Kohlehydratmenge beim Coecumfistelhund beträgt 2,33^o/_o, mit der resorbierten Menge zusammen also 96,08^o/_o; subtrahieren wir den beim Ileumfistelhund nachgewiesenen Verdauungswert von 93,71^o/_o, so erhalten wir den Verdauungsgrad im unteren Ileum gleich 2,37^o/_o = $\frac{1}{50}$ ^o/_o. Alle angeführten Werte entnehmen wir den Analysenresultaten von einem unserer Coecumfistelhunde, an dem wir 4 Versuche angestellt hatten: beim Vergleich seiner Werte mit denjenigen von einem anderen Hund (Kurnossaja) überzeugen wir uns, daß die Resultate bei beiden Hunden vollkommen übereinstimmen.

Zur Berechnung des Konzentrationsgrades für die Resorption im unteren Ileum haben wir keine festen Anhaltspunkte, wie sie bei den übrigen Hunden gegeben sind: am distalen Ende dieses Darmabschnittes haben sowohl die Verdauung, wie die Resorption der Kohlehydrate und des Eiweißes sozusagen ihr Ende erreicht, so daß die an der Übergangsstelle des Dünndarmes in den Dickdarm bestehenden Verdauungsverhältnisse keineswegs für die Verdauung in den oberen Darmabschnitten maßgebend sein können: da dieselben aber an und für sich von Interesse sind, so wollen wir auch hier sowohl den Konzentrationsgrad wie die Resorptions- resp. Verdauungsintensität besprechen.

Die Speisebreimenge = 76 g minus Trockensubstanz = 10,0 g ist gleich 66 g Lösungsflüssigkeit: die darin gelöste

Tabelle F.

Versuche an Coecumfistelhunden (Bjelka und Kurnössaja)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
Ver- suchs- num- mer	Ver- suchs- dauer in Std.	Nahrung = 200 gr Brot								Ge- samt- gewicht des Speise- breies	Alkales- cenz in NaOH n 10	Unverdauter Trockenrest			Verdaute Nährstoffe						Gesamt- trocken- substanz des Speise- breies	Differenz zwischen gegebenen und gefundenen Trocken- substanz	Ge- samt- stick- stoff des Speise- breies	Differenz zwischen gegebenem und gefundenem N	Gesamt- kohle- hydrate des Speise- breies	Differenz zwischen gegebenen und gefundenen Kohle- hydraten	Verdau- trocken- substanz in Prozen- t des ge- gebenen N		
		Trocken- sub- stanz	Stick- stoff	Zucker	Dex- trin	Stärke	Fett	Salze	Rob- fas- er	g	ccm	Trocken- sub- stanz	Stick- stoff	Stärke	Trocken- sub- stanz	Zucker	Dex- trin	Gesamt- stick- stoff	Albu- mosen	Pep- tonen	Rest- kör- pern	g	g	g	g	g	g		
A. Bjelka.																													
I.																													
1	XII	9 1/2	112.37	2.8556	1.0540	1.6250	89.0	0.7079	1.6944	9.4495	74	18.6	4.60	0.0578	3.85	4.75	0.15	1.27	0.3118	0.0960	0.0840	0.1344	8.75	101.93	0.3696	2.4860	5.85	95.90	
2	XVIII	10	106.3	2.8063	0.9886	1.8702	83.85	0.6697	0.9632	0.4252	70	—	3.76	0.0601	2.85	5.70	0.25	1.09	—	—	—	—	9.46	95.88	—	—	4.63	91.60	
3	XI	10	104.83	2.4704	0.7758	1.3105	86.23	0.6605	1.8893	0.4194	—	27.4	5.03	0.0226	4.47	5.74	0.81	1.67	0.2604	0.0868	0.1148	0.0588	10.77	91.18	0.2830	2.1874	7.63	90.42	
4	XXV	10 1/2	111.86	2.4308	1.8392	0.9674	90.54	0.7047	2.1623	0.4474	84	26.0	4.45	0.1816	2.86	6.36	0.85	2.39	0.3752	0.1288	0.1232	0.1232	10.81	98.89	0.5568	1.8740	6.68	95.0	
5	W	10	108.82	2.6408	1.1644	1.4433	87.44	0.6857	1.6980	0.4354	76	24.0	4.46	0.0555	3.68	5.39	0.52	1.60	0.3158	0.1039	0.1073	0.1055	9.95	97.15	0.3713	2.2695	6.20	93.36	
6	U	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.16	2.1	4.10	5.03	0.51	1.78	11.96	3.93	4.06	3.97	9.3	90.70	14.06	85.94	6.21	93.75	
II.																													
Dasselbe nach Subtraktion der Verdauungssäfte.																													
7	XII	9 1/2	—	—	—	—	—	—	—	—	74	18.6	4.30	0	3.85	4.42	0.15	1.27	0	0	0	0	5.72	104.96	0	0	5.85	95.90	0
8	XVIII	10	—	—	—	—	—	—	—	—	70	—	3.28	0	2.85	4.34	0.25	1.09	0	0	0	0	4.62	100.72	0	0	4.63	91.60	0
9	XI	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27.4	4.89	0	4.47	2.48	0.81	1.67	0	0	0	0	7.37	95.58	0	0	7.63	90.42	0
10	XXV	10 1/2	—	—	—	—	—	—	—	—	84	26.0	3.21	0	2.86	3.24	0.85	2.39	0	0	0	0	6.55	103.15	0	0	6.68	95.0	0
11	W	10	—	—	—	—	—	—	—	—	76	24.0	3.95	0	3.68	2.12	0.52	1.60	0	0	0	0	6.07	101.05	0	0	6.20	93.36	0
12	U	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.69	0	4.10	1.97	0.51	1.78	0	0	0	0	5.66	94.34	0	0	6.21	93.75	0
B. Kurnössaja.																													
I.																													
13	XIV	8	111.07	2.5376	0.6522	1.6630	89.81	0.6997	1.8372	0.4443	86	29.2	3.65	0.0855	2.67	3.34	0.30	1.16	0.2380	0.0700	0.0893	0.0784	6.99	102.24	0.3235	2.2141	4.58	97.05	
14	U	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.34	3.37	2.92	3.06	0.29	1.28	9.38	2.8	3.53	3.05	6.40	93.60	12.75	87.25	4.49	95.51	
II.																													
Dasselbe nach Subtraktion der Verdauungssäfte.																													
15	XIV	8	—	—	—	—	—	—	—	—	86.0	29.2	3.20	0	2.67	1.46	0.30	1.16	0	0	0	0	4.66	104.57	0	2.5736	4.58	97.05	0
16	U	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.93	0	2.92	1.34	0.29	1.28	0	0	0	0	4.27	95.73	0	100	4.49	95.51	0

Tabelle F.

Versuche an Coceumfistelhunden (Bjelka und Kurnössaja.)

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
Verdauter Trockenrest		Verdaute Nährstoffe							Gesamt- trocken- substanz des Speise- breies	Differenz zwischen gegebenem und gefundenem Trocken- substanz	Gesamt- stick- stoff des Speise- breies	Differenz zwischen gegebenem und gefundenem N	Gesamt- kohle- hydrate des Speise- breies	Differenz zwischen gegebenen und gefundenen Kohle- hydraten	Verdauter Stickstoff in Prozent des ge- gebenen N	Verdaute Kohle- hydrate in Prozent der ge- gebenen Kohle- hydrate	Differenz zwischen verdaulichem N und Kohle- hydraten in %	Resorbierter Stickstoff in Prozent des gegebenen N	Resorbierte Kohle- hydrate in Prozent der gegebenen Kohle- hydrate	Differenz zwischen resorbiertem N und Kohle- hydraten in %	
g	g	Trocken- sub- stanz	Zucker	Dex- trin	Gesamt- stick- stoff	Albu- mosen	Pep- tonen	Rest- kör- pern													g
A. Bjelka.																					
I.																					
0,0678	3,85	4,15	0,15	1,27	0,3118	0,0960	0,0840	0,1344	8,75	- 101,93	0,3696	- 2,4860	5,85	- 95,90	-	-	-	-	-	-	
0,0601	2,85	5,70	0,25	1,09	-	-	-	-	9,46	- 95,88	-	-	4,63	- 91,60	-	-	-	-	-	-	
0,0426	4,47	5,74	0,81	1,67	0,2604	0,0868	0,1148	0,0588	10,77	- 91,18	0,2830	- 2,1874	7,63	- 90,42	-	-	-	-	-	-	
0,1816	2,86	6,36	0,85	2,39	0,3752	0,1288	0,1232	0,1232	10,81	- 98,89	0,5568	- 1,8740	6,68	- 95,0	-	-	-	-	-	-	
0,0660	3,68	5,39	0,52	1,60	0,3158	0,1039	0,1073	0,1055	9,95	- 97,15	0,3713	- 2,2695	6,20	- 93,36	-	-	-	-	-	-	
0,21	4,10	5,03	0,51	1,78	11,96	3,93	4,06	3,97	9,3	- 90,70	14,06	- 85,94	6,21	- 93,75	-	-	-	-	-	-	
II.																					
Dasselbe nach Subtraktion der Verdauungssäfte.																					
																				< K. H.	< N.
0,0678	3,85	1,42	0,15	1,27	0	0	0	0	5,72	- 104,96	0	0	5,85	- 95,90	0	1,53	1,53	100,0	94,25	5,75	
0,0601	2,85	1,34	0,25	1,09	0	0	0	0	4,62	- 100,72	0	0	4,63	- 61,60	0	1,52	1,52	100,0	95,19	4,81	
0,0426	4,47	2,48	0,81	1,67	0	0	0	0	7,37	- 95,58	0	0	7,63	- 90,42	0	2,82	2,82	100,0	92,92	7,78	
0,1816	2,86	3,24	0,85	2,39	0	0	0	0	6,55	- 103,15	0	0	6,68	- 95,0	0	3,45	3,45	100,0	93,33	6,67	
0,0660	3,68	2,12	0,52	1,60	0	0	0	0	6,07	- 101,05	0	0	6,20	- 93,35	0	2,33	2,33	100,0	93,75	6,25	
0,21	4,10	1,97	0,51	1,78	0	0	0	0	5,66	- 94,34	0	0	6,21	- 93,75	0	-	-	-	-	-	
B. Kurnössaja.																					
I.																					
0,0086	2,67	3,34	0,30	1,16	0,2380	0,0700	0,0896	0,0784	6,99	- 102,24	0,3235	- 2,2141	4,58	- 97,05	-	-	-	-	-	-	
0,0375	2,92	3,06	0,29	1,28	9,38	2,8	3,53	3,05	6,40	- 93,60	12,75	- 87,25	4,49	- 95,51	-	-	-	-	-	-	
II.																					
Dasselbe nach Subtraktion der Verdauungssäfte.																					
0,0086	2,67	1,16	0,30	1,16	0	0	0	0	4,66	- 104,57	0	- 2,5736	4,58	- 97,05	0	-	< K. H.			< N.	
0,0375	2,92	1,34	0,29	1,28	0	0	0	0	4,27	- 95,73	0	- 100	4,49	- 95,51	0	1,57	1,57	100,0	95,51	4,49	

Nährstoffmenge = 5,39 g. wonach der Konzentrationsgrad für Resorption fester Stoffe an dieser Stelle 8,17% beträgt. Dem entsprechend wird das Eiweiß in 3,0 Konzentration resorbiert (= 0,48% N) und Kohlehydrate in 0,8% Konzentration. Diese Angaben entnehmen wir der 1. Abteilung der Tabelle E. indem dieselbe die den Verdauungssäften zukommenden Stickstoffwerte enthält, welche, wie höher oben angedeutet, ebenfalls sowohl der Verdauung, wie der Resorption unterliegen und zu unserem Zwecke ebenso gut gebraucht werden können, wie die entsprechenden Werte der Abteilung 2 bei anderen Hunden.

Die Resorptionsintensität, pro Quadratcentimeter Schleimhautoberfläche in 1 Stunde berechnet, liefert im unteren Ileum folgende Werte: da die Fistelöffnung beim Coecumfistelhund etwa 200 cm weit von derjenigen beim Ileumfistelhund entfernt ist und da die Circumferenz des Darmlumens ca. 6 cm beträgt, so ist die resorbierende Schleimhautoberfläche gleich $200 \cdot 6 = 600$ qcm: die mittlere Ausscheidungsdauer beträgt 6 Stunden. Es werden also auf 1 qcm Darmschleimhaut pro Stunde 3,67 mg Trockensubstanz $\left(\frac{24,43}{1200 \cdot 6} \right)$, 0,57 mg Eiweiß (gleich 0,09 mg N = $\frac{0,6614}{1200 \cdot 6}$) und 3,26 mg Zucker $\left(\frac{23,57}{1200 \cdot 6} \right)$ resorbiert.

Die Verdauungsintensität für Eiweiß muß gleich Null gesetzt werden, indem dieselbe schon im oberen Ileum zum Abschluß gekommen ist: für Trockensubstanz ist sie gleich 0,25 mg $\left(\frac{1,82}{1200 \cdot 6} \right)$ und für Kohlehydrate = 0,33 mg pro Quadratcentimeter in einer Stunde.

Die angeführten Untersuchungsergebnisse veranlassen uns zu folgenden Schlußfolgerungen:

1. Die Verdauung im unteren Ileum betrifft nur die Kohlehydrate ($\frac{1}{50}$), während die Eiweißverdauung schon im oberen Ileum zum Abschluß gekommen ist.

2. Der Resorptionsgrad im unteren Ileum beträgt für Trockensubstanz 26,69% (= $\frac{1}{4}$), für Eiweißsubstanz 28,46% = $\frac{2}{7}$ und für Kohlehydrate = 24,59% = $\frac{1}{4}$.

3. Die festen Stoffe werden in der Nähe der Ileocoecal-klappe in der Konzentration von 8,17% resorbiert, die Eiweißstoffe in der Konzentration von 3,0% und die Kohlehydrate in 0,8% Konzentration.

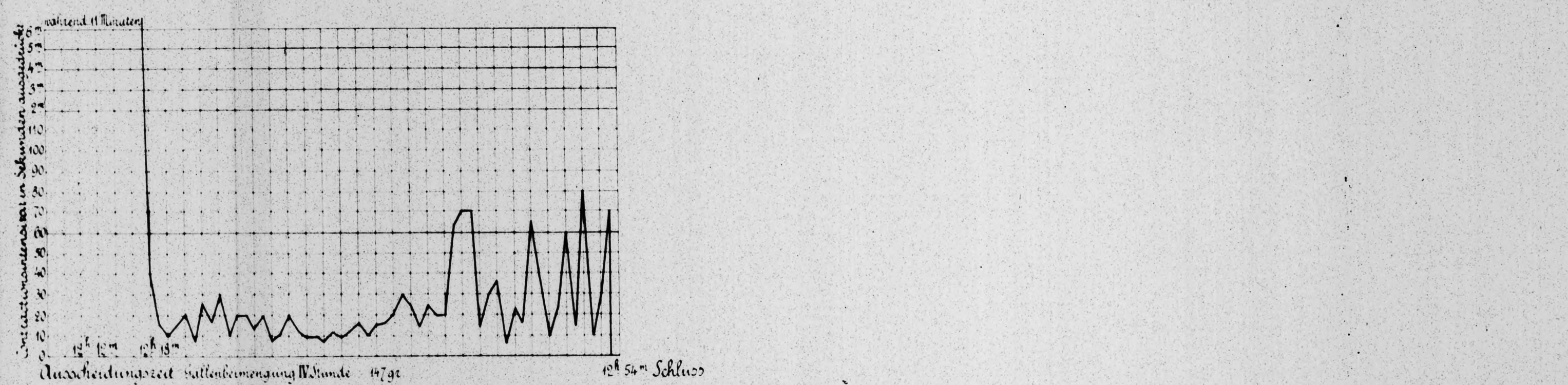
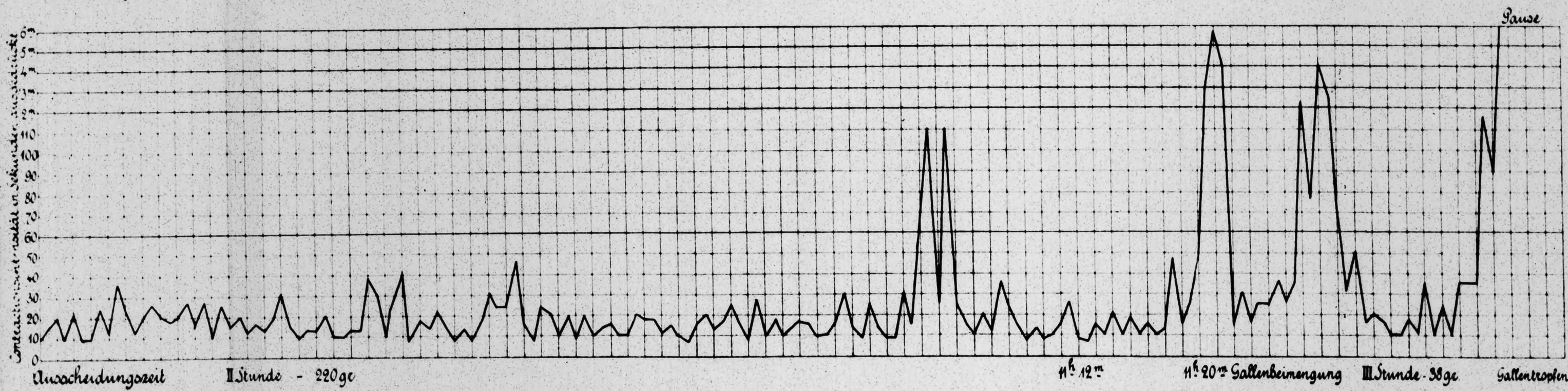
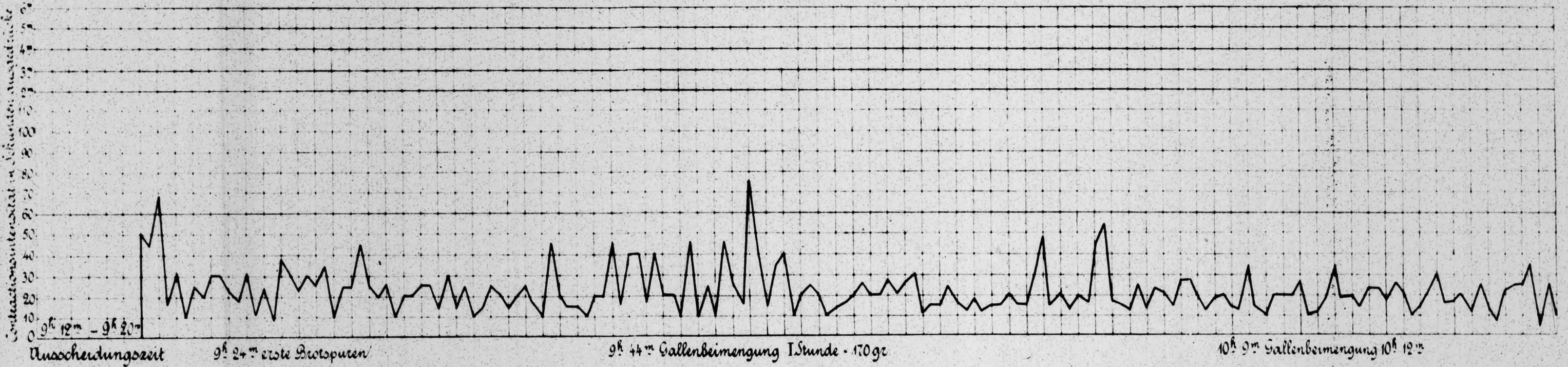
4. Die Resorptionsintensität im unteren Ileum beträgt für Trockensubstanz 3,67 mg pro Quadratcentimeter Schleimhautoberfläche in 1 Stunde, für Eiweiß 0,57 mg (= 0,09 mg N) und für Kohlehydrate 3,26 mg.

5. Die Verdauungsintensität im unteren Ileum ist für Eiweißstoffe gleich Null; für Kohlehydrate aber beträgt sie 0,33 mg pro Quadratcentimeter in 1 Stunde.

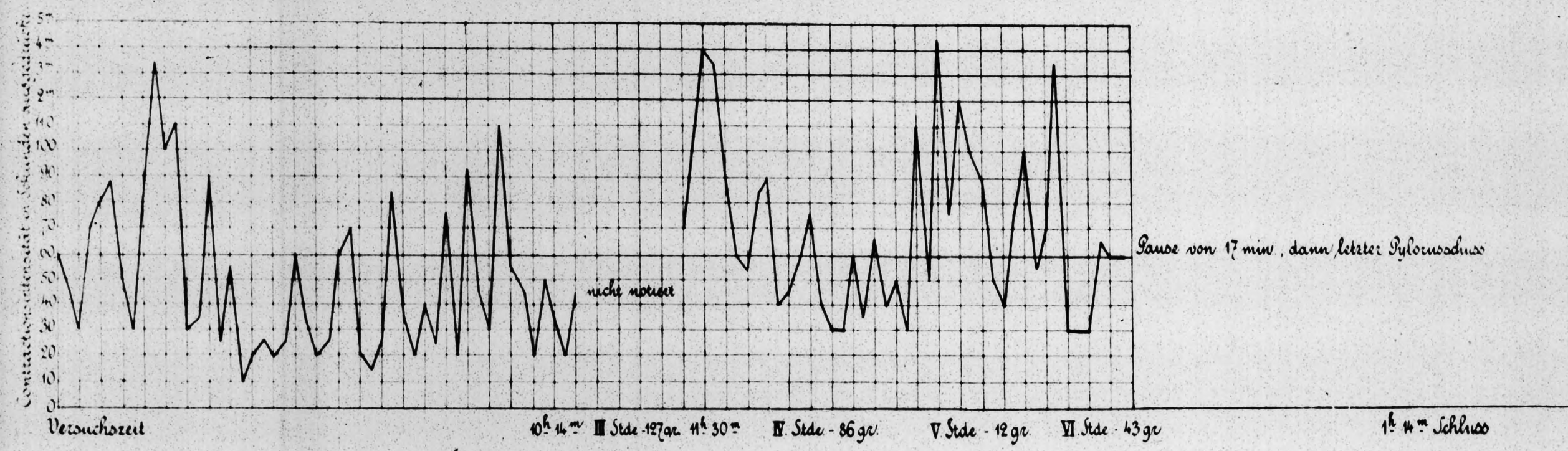
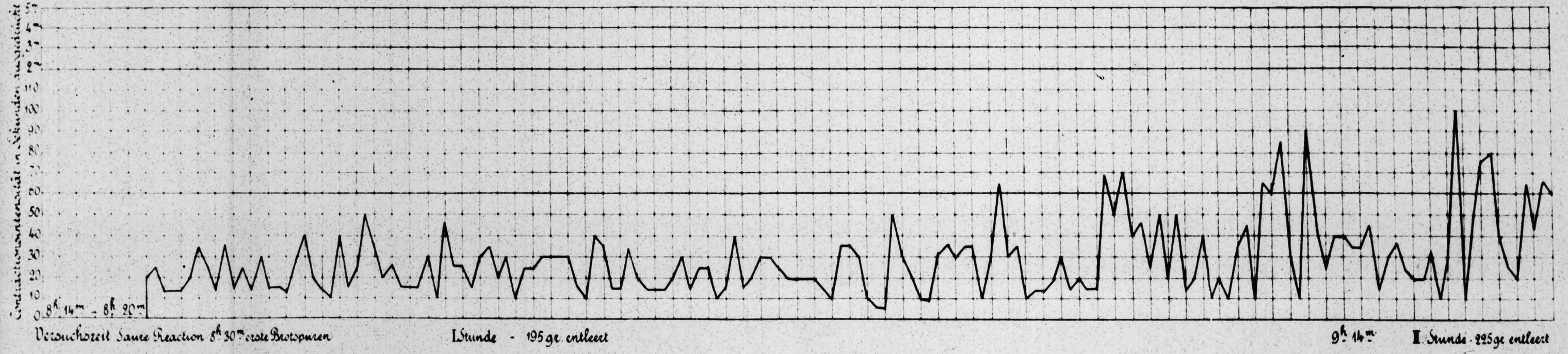
VI. Zusammenfassung.

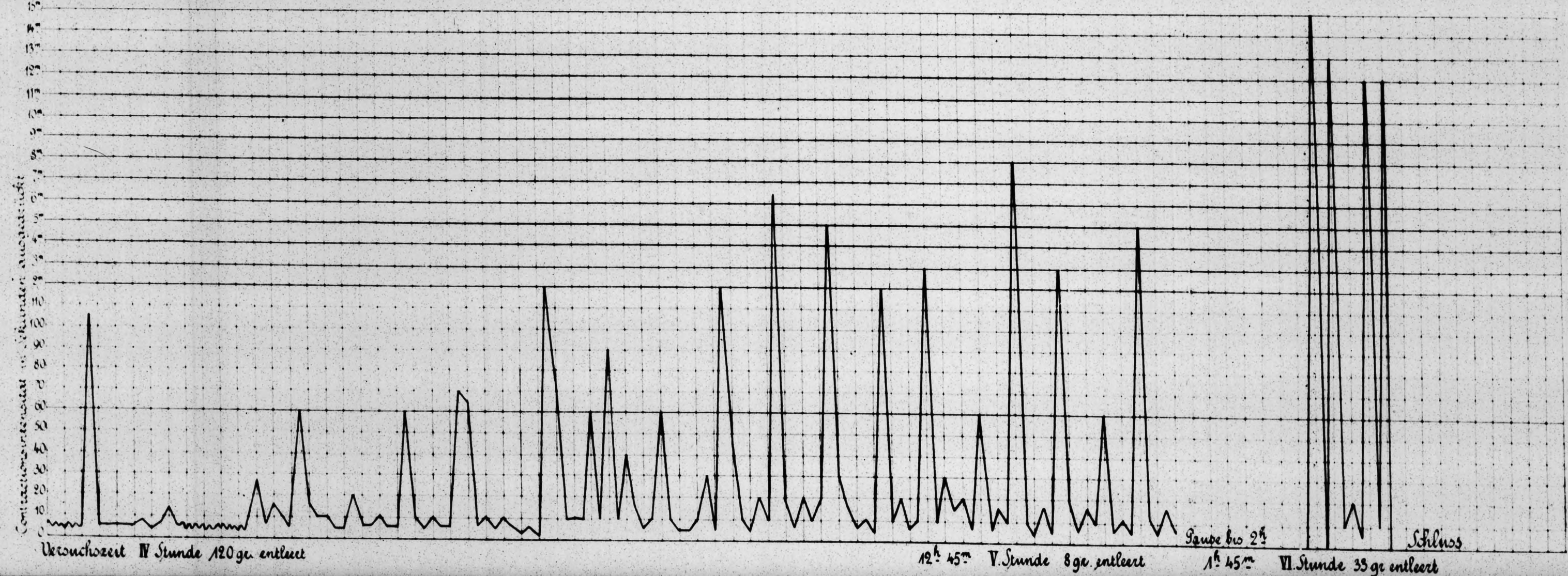
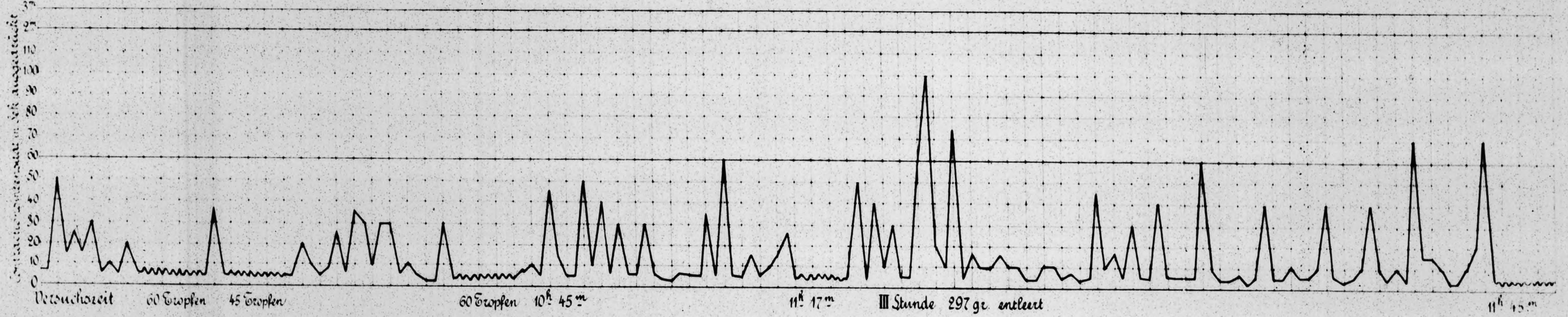
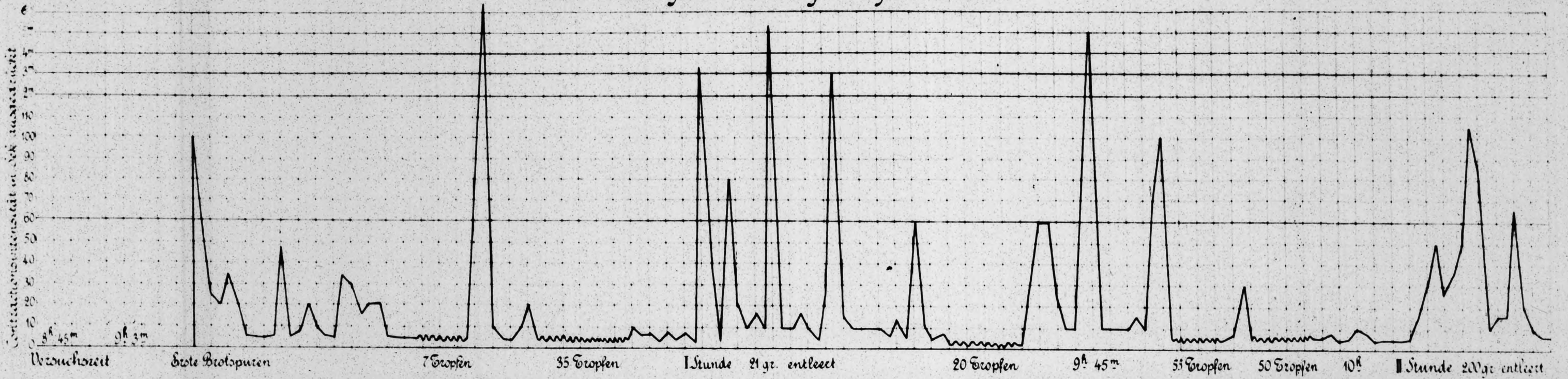
1. Der Ausscheidungsmechanismus bei den Darmfistelhunden wird durch Zusammenwirkung der Magen- und Darmtätigkeit bestimmt. Während aber im proximalen Darmabschnitt der Speisebrei durch ausschließliche Magenbewegungen weiter befördert wird, gesellen sich in den folgenden Darmabschnitten auch noch peristaltische Darmbewegungen hinzu, welche dann in den distalen Darmabschnitten die Oberhand nehmen und zuletzt allein wirken. Dementsprechend ändert sich auch der Entleerungscharakter, indem das Entleerungsmaximum sich im Laufe der Verdauung nach der Richtung des Versuchsendes hin verschiebt: bei den drei ersten Hundarten (Magen-, Pylorus- und Duodenalfistelhund) fällt dasselbe auf die 2 ersten Stunden, beim Jejunumfistelhund dehnt es sich auch auf die dritte Stunde aus und beim Ileumfistelhund tritt das Maximum der Entleerung eine Stunde später ein, um ebenfalls eine Stunde später zu verschwinden. Diese Zusammenwirkung der Magen- und Darmbewegungen äußert sich in dem Auftreten von Haupt- und Nachschüssen, welche beim Duodenal- und Jejunumfistelhund besonders stark ausgeprägt sind. Die aus dem Magen nach dem Darm stundenweise entfernten Speisebreimengen stellen eine ascendierende Zahlenreihe dar.

2. Die Verdauungsintensität im Magendarmkanal verteilt sich bei der Eiweiß-Kohlehydratnahrung nach den einzelnen Abschnitten folgendermaßen: die Magenverdauung beträgt un-



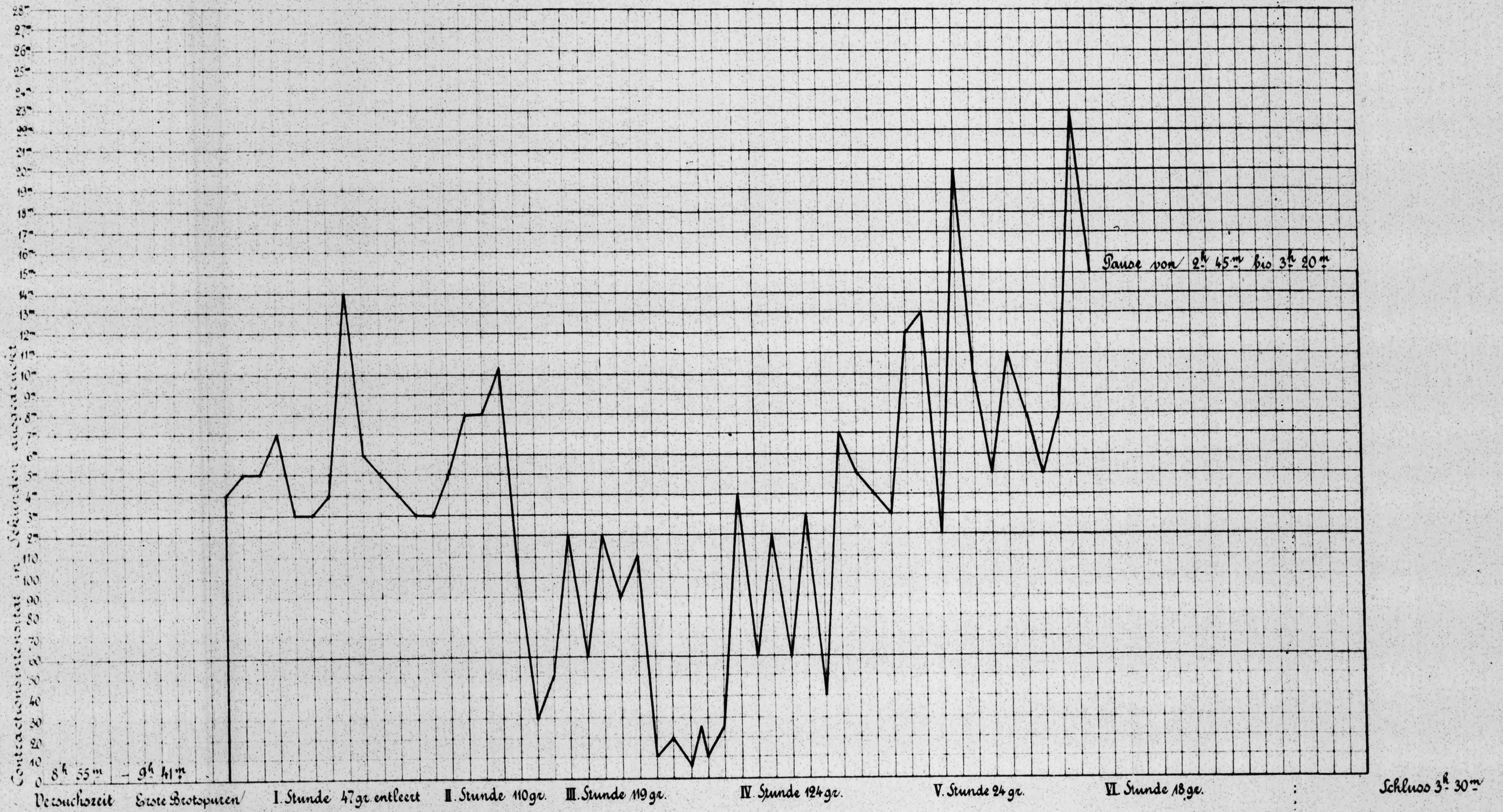
Ausscheidungskurve des Duodenalfistelhundes.





Ausscheidungskurve des Fleumfistelhundes.

№ 4.



gefähr $\frac{1}{3}$ der eingeführten Trockensubstanz, der Verdauungsgrad im Duodenum ist gleich $\frac{1}{2} - \frac{3}{5}$, im Jejunum = $\frac{1}{10}$, im oberen Ileum $\frac{1}{12}$ und im unteren Ileum = $\frac{1}{50}$. Die Verdauung hat also im Magen ihr Maximum, dann aber vermindert sich ihre Intensität in einer absteigenden Progression. Dabei bietet die Verdauungsintensität für einzelne Bestandteile — Eiweiß und Kohlehydrate — große Verschiedenheiten dar. Die Eiweißverdauung im Magen erreicht $\frac{2}{3}$ des gegebenen Quantum: dann nimmt dieselbe an Intensität plötzlich ab und beträgt im Duodenum $\frac{1}{10}$, im Jejunum $\frac{1}{6}$ und im oberen Ileum $\frac{1}{16}$. Im letzteren Darmabschnitt wurden bei unserem Hunde die letzten Spuren Eiweiß in Lösung gebracht, so daß von Eiweißverdauung im unteren Ileum (bei Brotnahrung) keine Rede sein kann. Die einzelnen Eiweißabbauprodukte verhalten sich im Laufe der Verdauung folgendermaßen: während im Magen und den obersten Darmabschnitten die Albumosenmenge viel größer ist, als diejenige der Peptone samt Restkörpern, vermehren sich die letzteren verhältnismäßig im Laufe der Verdauung, so daß in den distalen Darmabschnitten ihre Menge diejenige der Albumosen und Peptone beträchtlich übertrifft. Allem Anschein nach ist diese Erscheinung mit dem in distalen Darmabschnitten größeren Resorptionsgrad in Zusammenhang zu bringen. Die Kohlehydratverdauung im Magen beträgt ungefähr $\frac{1}{4}$ der eingeführten Kohlehydratmenge; unter Mitwirkung des Duodenums steigt die Verdauungsintensität bis $\frac{1}{2} - \frac{3}{5}$ an: dann vermindert sie sich in den weiteren Darmabschnitten beträchtlich, indem sie im Jejunum gleich $\frac{1}{25}$, im oberen Ileum = $\frac{1}{16}$ und im unteren Ileum = $\frac{1}{50}$ ist. Der Unterschied im Vergleich mit der Eiweißverdauung besteht darin, daß die Eiweißstoffe ihre Verdauung hauptsächlich dem Magen, die Kohlehydrate aber dem Duodenum verdanken. In den weiteren Darmabschnitten findet ein gewisser Ausgleich in der Verdauungsintensität beider Nährstoffe statt.

3. Die Resorptionsverhältnisse gestalten sich im Verdauungstraktus in folgender Weise: im Magen findet keine Resorption von Eiweiß und Kohlehydraten statt: der Resorptionsgrad im Duodenum beträgt $\frac{1}{6}$, im Jejunum ist er gleich $\frac{1}{5}$, im oberen

Ileum = $\frac{3}{10}$ und im unteren Ileum = $\frac{1}{4}$. Wir sehen also, daß der Resorptionsvorgang im Verlaufe des gesamten Darmtraktes stattfindet, wobei er in den verschiedenen Darmabschnitten mit ungefähr gleicher Intensität geschieht. Nach den einzelnen Bestandteilen verteilt sich die Resorptionsintensität folgendermaßen: die Eiweißresorption im Duodenum beträgt $\frac{1}{8}$ des Gesamteißes, im Jejunum = $\frac{1}{3}$, im oberen Ileum ist sie gleich $\frac{1}{4}$ und im unteren Ileum = $\frac{2}{7}$. Die Eiweißresorption wächst also im Duodenum bis zu einer beträchtlichen Größe an, erreicht im Jejunum ihr Maximum und erhält sich in den übrigen Darmabschnitten auf annähernd gleicher Höhe, bis das gesamte Eiweiß resorbiert wird. Die Resorption der Kohlehydrate beträgt im Duodenum $\frac{1}{4}$ der Gesamtkohlehydrate, im Jejunum ist sie gleich $\frac{1}{7}$, im oberen Ileum gleich $\frac{3}{10}$ und im unteren Ileum = $\frac{1}{4}$. Die Resorptionsintensität für Kohlehydrate erreicht schon im Duodenum ihr Maximum; im Jejunum vermindert sie sich etwas, um dann in den folgenden Darmabschnitten ihre frühere Größe wieder zu erlangen. Das Verhältnis zwischen den Abbauprodukten ändert sich im Laufe der Verdauung in folgender Weise: während im Magen die Zuckermenge gegenüber der Dextrinmenge bedeutend zurücktritt, wächst sie im Duodenum zu derselben Größe wie Dextrin an, erhält sich auf dieser Höhe im Jejunum, während sie im Ileum die Dextrinmenge sogar übertrifft. Wie bei der Eiweißverdauung, so ist auch hier dieses Verhalten der Abbauprodukte mit dem Resorptionsvorgang in Beziehung zu bringen.

4. Der Konzentrationsgrad für Resorption der Nährstoffe zeigt in den einzelnen Darmabschnitten folgende Werte: die Trockensubstanz wird im Duodenum in 10,6% Konzentration resorbiert, im Jejunum in 10,4% Konzentration, im oberen Ileum in 8% und im unteren Ileum in 8,2% Konzentration; im Mittel beträgt dieselbe 9,3%, wobei sie aber im Laufe der Verdauung ein wenig an Stärke abnimmt. Der Konzentrationsgrad für Stickstoffsubstanz beträgt im Duodenum 2,21% (= 0,35% N), im Jejunum 1,71% (= 0,27% N), im oberen Ileum 1,31% (= 0,28% N) und im unteren Ileum 3,0% (= 0,48% N). Im Mittel ist der Konzentrationsgrad für Stick-

stoffsubstanz gleich 2,06% (= 0,33% N), wobei sich derselbe analog den Kohlehydraten während der Verdauung ebenfalls vermindert, um am Ende des Dünndarms wieder in die Höhe zu steigen. Die Kohlehydrate gelangen in folgenden Konzentrationen zur Resorption: im Duodenum in 4,84%, im Jejunum in 4,63%, im oberen Ileum in 4,02% und im unteren Ileum in 0,8% Konzentration. Auch hier ist eine Verminderung der Konzentration gegen das distale Darmende hin zu konstatieren, wobei im unteren Ileum dieselbe plötzlich bis 0,8% herabsinkt. Es ist aber schon hervorgehoben worden, daß letztere Zahl keineswegs für den Konzentrationsgrad im unteren Ileum, als solchen, absolut maßgebend sein kann, indem dieselbe nur den an der Übergangsstelle in den Dickdarm bestehenden Konzentrationswert ausdrückt. Der mittlere Konzentrationsgrad beträgt demnach (Caecumfistelhunde nicht mitgerechnet) ca. 4,5% (Tabelle a.)

5. Die Resorptionsintensität wird durch die Menge in der Zeiteinheit (1 Stunde) pro Quadratcentimeter Schleimhautoberfläche resorbierter Nährstoffe ausgedrückt. Die Resorptionsintensität für Trockensubstanz beträgt im Duodenum 19,36 mg, im Jejunum 10,18 mg, im oberen Ileum 9,0 mg und im unteren Ileum 3,67 mg; mit der Annäherung zum Dickdarm nimmt dieselbe progressiv ab. Für Stickstoffsubstanz ist die Resorptionsintensität im Duodenum gleich 3,75 mg (= 0,6 mg N), im Jejunum gleich 2,39 mg (= 0,45 mg N), im oberen Ileum beträgt dieselbe 0,9 mg (= 0,14 mg N) und im unteren Ileum 0,57 mg (= 0,09 mg N). Und endlich beträgt die Resorptionsintensität für Kohlehydrate im Duodenum 19,21 mg, im Jejunum 9,0 mg, im oberen Ileum 8,44 mg und im unteren Ileum 3,26 mg pro Quadratcentimeter in einer Stunde. Es verhält sich also die Resorptionsintensität für verschiedene Nährstoffe je nach den Darmabschnitten vollkommen analog, indem dieselbe gegen das Darmende hin beständig an Größe abnimmt.

Man kann also nach dem Gesagten behaupten, daß die Resorptionsintensität ihr Maximum im Duodenum hat, was sowohl in der Konzentration der zu resorbierenden Lösung, wie auch in der Menge pro Quadratcentimeter Darmschleimhaut in

einer Stunde resorbierter Nährstoffe zum Ausdruck kommt. Gegen das distale Darmende hin nimmt die Resorptionsintensität progressiv an Größe ab. (Tabelle b.)

Zur Illustration des Gesagten wollen wir eine kleine Tabelle anführen, in der alle diese Zahlen wiedergegeben sind:

	Trocken- substanz	Stickstoff	Stickstoff- substanz	Kohle- hydrate
a) Konzentrationsgrade in Prozent.				
Duodenum . . .	10,6	0,35	2,11	4,84
Jejunum . . .	10,4	0,27	1,71	4,63
Oberes Ileum . . .	8,0	0,21	1,31	4,02
Unteres Ileum . . .	8,2	0,48	3,0	0,8
Im Mittel . . .	9,3	0,33	2,06	4,5
b) Resorptionsintensität in Milligramm.				
Duodenum . . .	19,36	0,6	3,75	19,21
Jejunum . . .	10,18	0,38	2,39	9,0
Oberes Ileum . . .	9,0	0,14	0,9	8,44
Unteres Ileum . . .	3,67	0,09	0,57	3,26
c) Verdauungsintensität in Milligramm.				
Duodenum . . .	54,44	0,7	4,38	51,57
Jejunum . . .	3,54	0,11	0,67	3,41
Oberes Ileum . . .	2,14	0,05	0,31	1,9
Unteres Ileum . . .	0,25	0	0	0,33

6. Die Verdauungsintensität wird durch die in der Zeiteinheit (1 Stunde) pro Quadratcentimeter Schleimhautoberfläche verdaute Nährstoffmenge ausgedrückt. Dieselbe beträgt bei 200 g Brot für Trockensubstanz folgende Werte: im Duodenum ist sie = 54,44 mg, im Jejunum = 3,54 mg, im oberen Ileum beträgt dieselbe 2,14 mg und im unteren Ileum = 0,25 mg pro Quadratcentimeter in 1 Stunde. Für Stickstoffsubstanz ist von uns folgende Verdauungsintensität konstatiert worden: im Duodenum = 4,38 mg (= 0,7 mg N), im Jejunum = 0,67 mg (= 0,11 mg N), im oberen Ileum = 0,31 mg (= 0,05 mg N) und im unteren Ileum gleich Null. Und für Kohlehydrate betragen die pro Quadratcenti-

meter in 1 Stunde verdauten Mengen im Duodenum 51,57 mg, im Jejunum 3,41 mg, im oberen Ileum 1,9 mg und im unteren Ileum 0,33 mg. (Tab. c). Wir sehen aus der beiliegenden Tabelle c, daß die Verdauungsintensität für Eiweiß und Kohlehydrate sich vollkommen analog verhält; daß außerdem die Verdauung gegen das distale Darmende hin konstant an Intensität abnimmt, sodaß man die Intensitätsgrade in verschiedenen Darmabschnitten in Form einer deszendierenden Zahlenreihe darstellen kann.

7. Die während der Verdauung abgesonderten Verdauungssäfte stellen folgende Werte dar: die Magensaftmenge variiert zwischen 217 und 450 ccm und beträgt im Mittel 307 ccm; dabei scheint dieselbe der Menge eingeführter Nahrung gewissermaßen proportional zu sein. Die Menge der auf 200 g Brot abgesonderten Galle beträgt bei Pylorusfistelhunden im Mittel 54,6 g, beim Duodenalfistelhund 132 g; die Pankreassaftmenge ist bei Pylorusfistelhunden gleich 58,2 g, beim Duodenalfistelhund 140 g. Im Jejunum und im oberen Ileum findet keine nachweisbare Säfteresorption statt, während dieselbe im unteren Ileum ca. 50% beträgt.

VI. Vergleich der Eiweißverdauung bei reiner Eiweißnahrung und Eiweiß-Kohlehydratnahrung.

Bevor wir die vorliegende Arbeit abschließen, möchten wir noch den Einfluß der Kohlehydratanwesenheit in der Nahrung auf die Eiweißverdauung mit einigen Worten berühren, indem wir die von uns erhaltenen Resultate (Brotnahrung) mit den von London-Sulima¹⁾ für die Hühnereiweißnahrung (Eiweiß gekochter Eier) festgestellten Zahlen vergleichen. In der beiliegenden Tabelle haben wir die mittleren Zahlen für Eiweißverdauung bei Brot- und Hühnereiweißnahrung im Verlaufe des gesamten Magendarmtraktes sowohl in Prozent, wie in absoluten Werten (in Gramm) zusammengestellt.

Die Menge verdauten Stickstoffs erscheint bei Brotnahrung während der ganzen Verdauungszeit größer, als bei Hühnereiweißnahrung, namentlich: beim Pylorusfistelhund um 29,6%, beim Duodenalfistelhund um 18,6%, beim Jejunumfistelhund um

¹⁾ Diese Zeitschrift, 1905, Bd. XLVI, Heft 3, S. 209.

25,1^o und beim Coecumfistelhund sind dieselben einander ungefähr gleich. Dementsprechend vermindert sich die Menge unverdauten Stickstoffs bei Brotnahrung viel rascher als bei Hühner-eiweißnahrung. Der Resorptionsgrad für Stickstoff wächst bei Brotnahrung ebenfalls rascher an, als bei Hühner-eiweißnahrung, indem die Differenz zwischen beiden Werten sich folgendermaßen äußert: beim Duodenalfistelhund erscheint die Resorption bei Brotnahrung um 5^o geringer, als bei Hühner-eiweißnahrung, beim Jejunumfistelhund ist dieselbe um 25^o größer und beim Coecumfistelhund (Bjelka) um 0,3^o größer. Dementsprechend verhalten sich auch die absoluten Werte, indem sowohl die Verdauung, wie die Resorption des Eiweißes bei Eiweiß-Kohlehydratnahrung schneller vor sich geht, als bei reiner Eiweißnahrung. Der Grund dieser Erscheinung liegt aber, unserer Meinung nach, keineswegs in der Anwesenheit von Kohlehydraten in Brot resp. in deren eventuell günstigem Einfluß auf die Eiweißverdauung: vielmehr scheint die Ursache der schnelleren Eiweißverdauung bei Brotnahrung darin zu liegen, daß infolge lockerer und poröser Konsistenz des Brotes, die Verdauungssäfte in dasselbe einzudringen und dasselbe zu durchtränken vermögen, während dieselben auf die kompakten Hühner-eiweißstücke nur von der Oberfläche her einwirken können.

Vergleichende Tabelle der Eiweißverdauung bei reiner Eiweißnahrung und Eiweißkohlehydratnahrung.

	Verdauter Stickstoff bei		Unverdauter Stickstoff bei		Resorbierter Stickstoff bei		Verdauter Stickstoff bei		Resorbierter Stickstoff bei	
	Hühner-eiweiß-Nahrung %	Brot-Nahrung %	Hühner-eiweiß-Nahrung %	Brot-Nahrung %	Hühner-eiweiß-Nahrung %	Brot-Nahrung %	Hühner-eiweiß-Nahrung g	Brot-Nahrung g	Hühner-eiweiß-Nahrung g	Brot-Nahrung g
Banzar . . .	38,0	67,6	61,0	33,4	0	0	1,406	1,9508	0,610	0,6
Rjabtschik . .	59,0	77,6	41,0	22,4	17,0	12,2	2,143	2,7225	0,763	1,4
Lew	68,0	93,1	31,0	6,88	21,0	46,0	2,211	2,8856	—	1,9
Starik	—	100,0	—	0	—	71,28	—	3,0988	—	3,0
Bjelka	100,0	100,0	0,3	0	99,7	100,0	—	—	—	—