

Weitere Studien über die normale Verdauung der Eiweißkörper im Magendarmkanal des Hundes.

II. Mitteilung.¹⁾

Von

**Emil Abderhalden, L. Baumann, New-York, und E. S. London,
St. Petersburg.**

(Aus dem I. Chemischen Institut der Universität Berlin und dem pathol. Laboratorium des K. Instituts für experimentelle Medizin, St. Petersburg.)

(Der Redaktion zugegangen am 19. März 1907.)

In einer früheren Mitteilung¹⁾ hatten wir uns die Aufgabe gestellt, den Abbau der Proteine im Magendarmkanal unter normalen Verhältnissen zu studieren und festzustellen, wie weit die Fermenthydrolyse in den einzelnen Darmabschnitten geht. Wie damals schon betont wurde, stehen einer quantitativen Verfolgung des Eiweißabbaus unter natürlichen Bedingungen unüberwindbare Schwierigkeiten entgegen, indem mit dem Abbau der Proteine eine fortlaufende Resorption der Abbauprodukte verbunden ist. Wir können mit unserer Versuchsanordnung die Frage nicht entscheiden, welche Abbaustufen zur Resorption gelangen, d. h. wie weit die Proteine in ihrer Gesamtheit abgebaut werden. Wir untersuchen den aus den Fisteln ausfließenden Chymus, d. h. stets Produkte, welche in einem bestimmten Momente dem Einfluß der Fermente der betreffenden Darmabschnitte entzogen werden. Von der Gesamtheit der in den betreffenden Darmteil gelangten Produkte der Eiweißreihe ist stets ein mehr oder weniger großer Teil zur Resorption gelangt und zwar auf der Strecke, die vor der Fistel liegt. Es ist recht wahrscheinlich, daß den resorbierten Teilen tiefer abgebaute Produkte entsprechen und aus der Fistel ein Gemisch

¹⁾ Vgl. Emil Abderhalden, Karl Kautzsch und E. S. London. Studien über die normale Verdauung der Eiweißkörper im Magendarmkanal des Hundes. Diese Zeitschrift, Bd. XLVIII, S. 549, 1906.

von verschiedenartigen Abbaustufen ausfließt, das wenigstens zum Teil zur Resorption noch nicht geeignet ist. Es liegt wenigstens kein Grund zur Annahme vor, daß unser Versuchsmaterial denjenigen Produkten entspricht, die zur Resorption gelangen, d. h. wir dürfen auf Grund unserer Resultate keine Schlüsse auf die Art der zur Resorption kommenden Produkte ziehen und uns kein Urteil darüber bilden, wie weit die Proteine normalerweise im Magendarmkanal abgebaut werden. Unsere Untersuchungen sind vielmehr als qualitative aufzufassen. Sie wollen die Frage beantworten, wie weit der Abbau in den einzelnen Darmabschnitten qualitativ geht.

In der ersten Mitteilung derartiger Versuche hatten wir festgestellt, daß bei Fleischfütterung unter der Einwirkung der Fermente des Magens höchstens Spuren von einfachsten Abbauprodukten — von Aminosäuren — gebildet werden. In allen anderen Darmabschnitten ließen sich Aminosäuren nachweisen. Es war für uns von großem Interesse, festzustellen, ob andere Eiweißarten sich genau gleich verhalten. Es wäre ja denkbar, daß die Fermenthydrolyse je nach der Art der verfütterten Proteine ganz verschieden verläuft. Wir haben bis jetzt Eiereiweiß und Gliadin an Hunde verfüttert, welche an verschiedenen Stellen des Magendarmkanals Fisteln besaßen. Im folgenden berichten wir über die Resultate bei Eiereiweißfütterung. Die bei der Untersuchung des aus den Fisteln erhaltenen Chymus befolgte Methode war dieselbe, wie beim ersten Versuche. Der folgende Überblick orientiert über die ausgeführten Untersuchungen. (S. 386.)

Außer den in der folgenden Tabelle erwähnten Versuchen haben wir auch hier den Eiweißabbau im Magen verfolgt. Der Versuchshund (Woltschok) erhielt das Eiereiweiß in Form großer Stücke, um ein möglichst langes Verweilen des ziemlich schwer verdaulichen Eiereiweißes im Magen zu bewirken. Die Magen-fistel war während der Verdauung durch einen Pfropfen, so verschlossen, daß größere Stücke nicht ausfließen konnten, dagegen dem dünnen Brei der Weg offen stand. Bei dieser Versuchsanordnung ging beständig ein Teil des verdauten Materials in das Duodenum über.

Versuchshund	Lage der Fistel	Dauer der Aus- schei- dung	Zahl der Fülle- rungen	Menge des jedemal gegebenen Eier- eiwisses in g	(Gesamt- menge des verab- reichten Eier- eiwisses in g	Brei aus der Fistel aufge- nommen in g	Stickstoff- gehalt des ver- füllten Eier- eiwisses in g	Stickstoff- gehalt ¹⁾ der koagulier- baren Pro- dukte [Filter- rückstand] in g	Stickstoff- gehalt ¹⁾ der nicht koagulier- baren Pro- dukte [Filtrat] in g
Histeritschka	4—5 cm vom Pylorus	2 $\frac{1}{4}$ —2 $\frac{1}{2}$ Stunden	10	200	2000	5370	36,92	21,73	16,72
Polkan	20 cm vom Pylorus	4—4 $\frac{1}{2}$ Stunden	8	200	1600	5120	29,54	19,41	10,71
Polkan	175 cm vom Pylorus	5 $\frac{1}{2}$ —6 Stunden	10	200	2000	3050	36,92	16,03	14,01
Margarita	100 cm vom Coecum	8—9 Stunden	7	282—320	2228	1670	41,13	5,17	7,39
Bjelka	2—3 cm vor dem Coecum	11—12 Stunden	6	300—405	2135	1120	39,41	0,62	3,66

¹⁾ Der Stickstoffgehalt der Verdauungssäfte ist natürlich mitbestimmt.

Zu den Versuchen über die Verdauung im Duodenum ist zu bemerken, daß beim einen Hund, der 4—5 cm vom Pylorus entfernt eine Fistel besaß, der Chymus gerade in dem Momente zum Abfluß kam, in dem das mit Magensaft durchtränkte Verdauungsprodukt sich innig mit dem Duodenalsekret zu mischen begann.

Die aus den Fisteln aufgefangenen Produkte wurden neutralisiert, dann schwach mit Essigsäure angesäuert und durch Einleiten von Wasserdampf aufgekocht. Die so erhaltenen koagulierten Massen wurden abfiltriert, getrocknet und ihr Stickstoffgehalt bestimmt. Das Filtrat trockneten wir bei 40° auf breiten, flachen Tellern ein. Das fest gewordene Produkt wurde gesammelt, gewogen und dann gut gemischt. In einer Probe bestimmten wir den Stickstoffgehalt.

Wie schon angeführt, haben wir die Bestimmung der in den einzelnen Verdauungsproben vorhandenen freien Aminosäuren in genau der gleichen Weise ausgeführt, wie im früheren Versuch. Die folgende Übersicht gibt die Resultate wieder, wobei zu bemerken ist, daß sich die Ausbeuten an Aminosäuren im Gegensatz zu dem ersten Versuche nicht auf die salzsauren Salze, sondern auf die Aminosäuren selbst beziehen. Alle Ausbeuten sind auf 100 g aschefreie und bei 100° bis zur Gewichtskonstanz getrocknete Substanz berechnet.

1. Magenfistelhund (Woltschok):

Das Verdauungsgemisch enthielt 4,84% Asche und 11,62% N. Beim Trocknen bei 100° bis zur Gewichtskonstanz verlor es 8,97% an Gewicht. Es gab Biuretreaktion, die Millonsche Reaktion, mit Bromwasser keine Tryptophanreaktion. Mit Ammonsulfat trat sowohl bei Zusatz der an Volumen gleichen, wie der doppelten Menge Fällung ein.

- | | |
|---|----------|
| I. Fraktion (100° des Wasserbades und 12 mm Druck): | 0,0812 g |
| II. (100° » » » 0,3 » »): | 0 |
| III. (180° » Ölbad » 0,3 » »): | 0,0910 g |

2. Duodenalfistelhund (Histeritschka), Fistel 4—5 cm vom Pylorus entfernt: Aschengehalt des Verdauungsgemisches 4,49%. Wassergehalt 8,52%, Stickstoffgehalt 9,77%. Biuretprobe +, Millon +, Tryptophanprobe (mit Bromwasser) +, Ammonsulfat: Ganzsättigung +, Halbsättigung +.

Fraktion I: 0,5122 g
 » II: 0,2924 »
 » III: 0,8134 »

3. Duodenalfistelhund (Polkan), Fistel 20 cm vom Pylorus entfernt: Aschengehalt des Verdauungsgemisches 4,15%, Wassergehalt 9,19%, Stickstoffgehalt 10,66%. Biuretprobe +, Millon +, Tryptophanprobe +, Ammonsulfat: Fällung mit Halb- und Ganzsättigung.

Fraktion I: 1,2112 g
 » II: 0,3844 »
 » III: 3,2184 »

4. Jejunumfistelhund (Polkan), Fistel 175 cm vom Pylorus entfernt: Aschengehalt des Verdauungsgemisches 3,47%, Wassergehalt 8,10%, Stickstoffgehalt 10,9%. Biuretprobe +, Millon +, Tryptophanprobe —, Ammonsulfat: Mit Halbsättigung keine Fällung, mit Ganzsättigung leichte Trübung.

Fraktion I: 0,2612 g
 » II: 0,0855 »
 » III: 0,6100 »

5. Ileumfistelhund (Margarita), Fistel 100 cm vom Coecum entfernt: Aschengehalt des Verdauungsgemisches 5,17%, Wassergehalt 9,13%, Stickstoffgehalt 9,44%. Biuretprobe schwach +, Millon +, Tryptophanreaktion —, mit Ammonsulfat geringe Fällung.

Fraktion I: 5,1214 g
 » II: 0,6189 »
 » III: 2,0150 »

Ileumfistelhund (Bielka), Fistel 2—3 cm vor dem Coecum: Aschengehalt des Verdauungsgemisches 6,76%, Wassergehalt 11,37%, Stickstoffgehalt 8,88%. Biuretprobe schwach +, Millon +, Tryptophanreaktion —, mit Ammonsulfat keine Fällung.

Fraktion I: 2,1011 g
 » II: 0,5877 »
 » III: 1,9876 »

Mit diesen Versuchen haben wir ein zweites Problem zu lösen versucht, nämlich die Frage, wie der Eiweißabbau abläuft, wenn ein Darmabschnitt übersprungen wird. Dieser

Fragestellung diente der angeführte Versuch 4. Dem Versuchstier Polkan wurden nämlich 45 g Verdauungsprodukte, welche vom Magenstielhunde gewonnen waren, mit Überspringung des Duodenums direkt in den Anfangsteil des Jejunums eingeführt. Wir suchten so den Einfluß des Pankreassaftes möglichst auszuschalten. Das zur Verfütterung gelangte Magenverdauungsprodukt verhielt sich, wie folgt:

Aschengehalt 4,33 %, Wassergehalt 6,78 %, Stickstoffgehalt 11,47 %. Biuretprobe +, Millon +, Tryptophanreaktion (mit Bromwasser) —, Fällung mit Ammonsulfat + bei Halb- und Ganzsättigung.

Fraktion I: 0,0912 g
II: Keine Aminosäuren.
III: 0,0882 g

Vergleicht man mit diesen geringen Mengen von Aminosäuren die entsprechenden Werte des Verdauungsgemisches nach Passierung des Jejunums, so ergibt sich, daß ein ganz beträchtlicher Abbau erfolgt ist.

Unsere Versuche bestätigen die Resultate der ersten Versuchsreihe vollständig. Ob die bei der Magenverdauung nachgewiesenen, geringen Mengen von Aminosäuren auf die Wirkung der Pepsinsalzsäure zurückzuführen sind, scheint uns nach unseren sonstigen Erfahrungen zweifelhaft. Es ist viel wahrscheinlicher, daß aus dem Duodenum durch antiperistaltische Bewegungen etwas Inhalt in den Magen gelangt ist. Im übrigen fanden wir in allen Darmabschnitten Aminosäuren. Von Interesse ist, daß die Biuretreaktion bis zum Coecum herab nachweisbar war. Offenbar gelangen ganz normaler Weise noch kompliziertere Spaltprodukte des Nahrungseiweißes in diesem Darmabschnitte zur Verwertung. Unsere Versuche sprechen dafür, daß die Eiweißverdauung in mindestens drei Etappen verläuft. Der erste Abschnitt des Verdauungsprozesses vollzieht sich im Magen. Hier wird das Eiweiß in einer von der Pankreasverdauung gänzlich verschiedenen Weise in einfachere Spaltstücke zerlegt, wobei es jedoch nicht zur Bildung von nennenswerten Mengen von Aminosäuren kommt. Wahrscheinlich treten überhaupt keine Aminosäuren auf. Die zweite Etappe spielt sich im Duo-

denum unter dem Einfluß des Pankreassaftes ab. Es ist jedoch sehr fraglich, ob es eine reine Pankreasverdauung gibt. Es scheint vielmehr richtiger zu sein, von einer Pankreassaft- und Darmsaftverdauung zu sprechen, denn es kommt eine Mischung beider zur Geltung, und es ist nicht unmöglich, daß gerade letzterem, zum Teil wenigstens, die rasche Aufspaltung zu den einfachsten Bausteinen des Eiweißes, zu den Aminosäuren, zuzuschreiben ist. In den übrigen Darmabschnitten geht zweifellos die Verdauung energisch weiter und hier kommt die dritte Etappe der Eiweißverdauung, die Wirkung der Fermente des Darmsaftes, völlig zur Geltung.

Wir beabsichtigen, diese Versuche, wie schon angeführt, mit Gliadin zu wiederholen. Ferner werden wir die Funktion jedes einzelnen Darmabschnittes unter Anwendung von Polypeptiden genau prüfen und hoffen, in noch schärferer Weise als es mit den mitgeteilten Versuchen der Fall war, den Anteil der verschiedenen Darmteile an dem fermentativen Eiweißabbau feststellen zu können.
