

Die Magenverdauung des Pferdes.

Von

Harald Goldschmidt aus Kopenhagen.

(Aus dem physiologischen Laboratorium der Königl. Thierarzneischule zu Dresden.)
(Der Redaktion zugegangen am 5. Mai 1886.)

Unter den Lücken, die sich in der physiologischen Wissenschaft befinden, sind bekanntlich diejenigen der Verdauungsphysiologie nicht die unbedeutendsten, und es ist daher auch nicht merkwürdig, dass gerade dieser Zweig der Physiologie der Gegenstand zahlreicher Forschungen gewesen ist. Viele der zu diesen Forschungen benutzten Untersuchungsmethoden sind mit für das Versuchsobject mehr oder minder schmerzhaften Operationen verbunden. Anlegung von Magen- und Darmfisteln, Isolirung von Magen- und Darmpartien durch Resection sind ja Operationen, die schon so oft ausgeführt wurden, dass man sich nur wundern kann, dass man nicht längst, theils aus Rücksicht auf das Thier, theils weil es den Resultaten, die aus den mit chirurgischen Eingriffen verbundenen Untersuchungen hervorgehen, bald hier bald dort an Klarheit fehlt, andere Untersuchungsmethoden aufgefunden und angewendet hat, welche zu sicheren Resultaten führen, ohne den Thieren Schmerzen zu bereiten und ohne das physiologische Functioniren der Organe durch operative Eingriffe zu stören.

Seit einigen Jahren wenden Ellenberger und Hofmeister zur Beantwortung verschiedener Fragen auf dem Gebiete der Verdauungslehre eine derartige Methode an. Die-

selbe ist in ähnlicher Weise früher von Schmidt-Mühlheim, welcher im Ludwig'schen Laboratorium arbeitete, zur Aufklärung der Resorption im Hundedarm benutzt worden. Eine systematische Anwendung zu Untersuchungen in Bezug auf die Verdauungsphysiologie hat sie aber zuerst und bis jetzt allein von den genannten Forschern gefunden. Mir erscheint die Vernachlässigung dieser vorwurfsfreien Versuchsmethode durch die verschiedenen anderen Forscher unerklärlich. Wie kann man nur ein zuverlässiges Resultat erwarten, wenn man, wie es die meisten Forscher gethan, dem Organ, dessen Funktion in normalem Zustande man kennen zu lernen wünscht, eine mehr oder minder ernsthafte Krankheit beibringt, wie dies doch bei operativen Eingriffen der Fall ist!

Die von Ellenberger und Hofmeister benutzte Methode ist in kurzen Zügen die folgende: Die Versuchsthiere werden eine gewisse (ziemlich lange) Zeit mit einem bestimmten Nahrungsmittel (Heu, Hafer, Kleie, Brod u. a.) gefüttert: dann hungern sie ca. 24—36 Stunden, bevor ihnen das Versuchsfutter vorgelegt wird. Dieses besteht aus einer genau abgewogenen Menge eines Nahrungsmittels, dessen chemische Zusammensetzung vorher genau bestimmt wurde. Unter Umständen wird noch ein Scheidungsfutter (Heidelbeeren, Knochen, Kleie mit Milch etc.) verabreicht. Eine gewisse Zeit (gleich 1 Stunde, 2 Stunden u. s. w.) nach der Aufnahme des Versuchsfutters werden die Thiere getödtet, und nachdem die Verdauungsorgane möglichst schnell aus dem Körper herausgenommen worden, wird der Inhalt derselben einer genauen qualitativen und quantitativen Bestimmung unterworfen, um zu constatiren, welche qualitative und quantitative Veränderungen die aufgenommene Menge Versuchsfutter in der betreffenden Zeit durchgemacht hat.

Um sicher zu sein, dass man das Versuchsfutter mit dem früher aufgenommenen Futter nicht verwechselt, muss schliesslich der Unterschied zwischen beiden ein makroskopisch deutlich erkennbarer sein.

Nachdem Ellenberger und Hofmeister mit der erwähnten Untersuchungsmethode angefangen hatten, haben

diese Forscher u. a. die Magenverdauung des Pferdes studirt. Bei dieser Gelegenheit wurde die chemische Untersuchung des Mageninhaltes, nachdem derselbe vom ganzen Magen gründlich zusammengemischt worden, vorgenommen. Diese Untersuchungsmethode war indessen nicht ganz erschöpfend, und wenn man den inwendig zusammengesetzten Bau des Pferdemagens in Betracht zieht, ist es am Ende nicht zu verwundern, dass die Resultate, die aus den Untersuchungen des gemischten Mageninhalts hervorgingen, kein völlig klares Bild vom Verlaufe der Verdauungsprocesse im Magen gaben. Andererseits muss man zugeben, dass in Anbetracht der geringen Grösse des Pferdemagens die Vermuthung eben nicht nahe liegt, dass derselbe, welcher trotz der verschiedenen Schleimhautpartien nur eine Höhle bildet, sich als ein zusammengesetzter Magen verhalten könne; vielmehr war anzunehmen, dass der Inhalt durch die Bewegungen des Magens durcheinandergemischt werden müsse, so dass sich die chemischen Verhältnisse überall im Magen ungefähr gleich seien. Die genannten Mängel bei den erwähnten Untersuchungen veranlassten denn auch, dass Ellenberger und Hofmeister, die eben über die Verdauung des Schweines Untersuchungen anstellten, den Mageninhalt dieses Thieres einer detaillirteren Untersuchung in der Weise unterwarfen, dass sie nicht den gemischten Mageninhalt, sondern den Inhalt einzelner Theile des Magens, z. B. des Cardia-, des Fundus- und des Pylorusabschnittes gesondert untersuchten. Da ich zu derselben Zeit im physiologischen Laboratorium der Thierarzneischule zu Dresden arbeitete, hatte ich Gelegenheit, gleichzeitig dieselbe Untersuchungsmethode auch beim Pferde anzuwenden ¹⁾.

Im Nachfolgenden werde ich mir gestatten, einen Auszug dieser meiner Untersuchungen zu geben. In Betracht

¹⁾ Herrn Prof. Dr. Ellenberger und Herrn Prof. Dr. Hofmeister sage ich für die mir zu Theil gewordenen anregenden Behinderungen, sowie dafür, dass diese Herrn so überaus liberal einen Theil des Laboratoriums zu meiner Verfügung stellten, meinen wärmsten und aufrichtigsten Dank.

der reichen Litteratur des betreffenden Gebietes halte ich es für überflüssig, meine Darstellung mit der anatomischen und histologischen Beschreibung des Pferdemagens zu begleiten. Zum bessern Verständniss des Folgenden will ich bloss hervorheben, dass man sich den Pferdemagen als aus 3 Abtheilungen bestehend denken muss; nämlich:

1. einem Magenabschnitt, dessen Schleimhaut cutan eingrichtet, drüsenlos und follikelfrei ist;

2. einem Magenabschnitt, dessen Schleimhaut mit Belagzellendrüsen (Fundusdrüsen, Labdrüsen) ausgestattet ist;

3. einem Abschnitt, dessen Schleimhaut mit Drüsen, welche keine Belagzellen enthalten und den früher als Schleimdrüsen und von Heidenhain als Pylorusdrüsen bezeichneten Drüsen gleichen, versehen ist.

Der drüsenlose Abschnitt schliesst an den Schlund an und ist als eine Schlundausbuchtung, als ein Vormagen, zu betrachten (*saccus oesophageus*); hier wird nichts secretirt.

Die Pylorusdrüsenregion umfasst vor Allen das *Antrum pyloricum* und die daran stossende Magenregion, zieht sich von hier an der kleinen Curvatur entlang gegen die *Cardia* hin und geht von hier aus als ein Streifen von verschiedener Breite am ganzen *margo plicatus* hin. An den Oesophagus-sack schliesst sich demnach ein mit Schleimdrüsen ausgestatteter schmaler Schleimhautstreifen an. Dieser entspricht der *portio cardiaca* anderer Thiere und steht durch einen breiten Schleimhautstreifen an der kleinen Curvatur mit der *portio pylorica* im engeren Sinne in Verbindung. Seine Drüsen können als *Cardiadrüsen* bezeichnet werden. Der zwischen den beschriebenen Abschnitten der Pyloruspartie frei bleibende Theil wird von Belagzellendrüsenschleimhaut eingenommen.

Bevor ich zur Darstellung meiner eigenen Versuche schreite, bemerke ich noch, dass *Ellenberger* und *Hofmeister* früher die von der linken und von der rechten Magenhälfte herrührenden Reactionsverhältnisse im Magen-

inhalt untersucht haben und zu dem Resultate gelangt sind, dass in Bezug auf die Säuremenge kein constanter Unterschied zwischen rechts und links bestehe, sondern dass die Verhältnisse wechselnde seien, dass der Säuregrad einmal rechts, ein andermal links höher, manchmal gleich und einmal links neutral, rechts sauer sei.

Dann hat Tappeiner in einem Falle beim Pferde links neutrale bis alkalische und rechts saure Reaction gefunden; spätere Versuche von Tappeiner veranlassten aber, dass dieser Forscher den Anschauungen von Ellenberger und Hofmeister beitrug.

Danach haben indessen Ellenberger und Hofmeister wieder 2 Versuche über dieselbe Frage angestellt, wodurch ihre frühere Anschauung modificirt wurde. Da diese Versuche mit den meinigen in Verbindung stehen, werde ich mir gestatten, dieselben kürzlich zu erwähnen.

1. Versuch (Ellenberger und Hofmeister).

Das Pferd wurde unmittelbar nach der Futteraufnahme getödtet und die Reactionsverhältnisse, sowie die Zucker-, resp. Peptonmenge, in den verschiedenen Magenabschnitten wurden untersucht.

Es ergab sich Folgendes: «Unmittelbar am Schlundeingange (an der Cardia) reagirt der Mageninhalt alkalisch, ebenso an der ganzen kleinen Curvatur. Je mehr man nach der grossen Curvatur hin untersucht, um so mehr verschwindet die alkalische, und tritt die saure Reaction an ihre Stelle, und zwar nicht bloss in dem eigentlichen Magen, sondern auch im Schlundsacke.»

«Der Säuregrad (auf HCl bestimmt) war folgender: In dem Gemenge, welches aus dem Inhalte der kleinen Curvatur und der oberen Schichten im Schlundsacke bestand und, wie erwähnt, theilweise alkalisch, aber in dem genannten Gemisch schwach sauer reagirte, betrug derselbe 0,036, im übrigen Magen an den verschiedenen Stellen 0,054 p. Ct.»

«Der Zuckergehalt verhielt sich, wie folgt: In den an der kleinen Curvatur und an der Mageneinmündung liegenden oberen Futter-schichten des Schlundsacks 1,0, in den Futtermassen an der grossen Curvatur des eigentlichen Magens 0,9 p. Ct.»

«Der Peptongehalt war in allen drei Partien gleich dem des Hafers. Im Magen hatte demnach keine Peptonbildung stattgehabt.»

Tabelle I. Wasserreicher Mageninhalt.

Pferd.	Getötet post papulum. Stunden	Saft im Mageninhalt.			Säuremenge.		Säurenatur.		Zucker- menge.		Peptonmenge.			Eiweissmenge.			Digestions - Versuche								Anmerkungen.			
		links.	rechts.	in toto.	links.	rechts.	links.	rechts.	links.	rechts.	links.	rechts.	in toto.	links.	rechts.	in toto.	mit Fibrin.		mit Eiweiss.		mit Fibrin u. Salzsäure.		mit Eiweiss u. Salzsäure.				mit Kleister.	
		p. Ct.	p. Ct.	p. Ct.	p. Ct.	p. Ct.	links.	rechts.	p. Ct.	p. Ct.	p. Ct.	p. Ct.	p. Ct.	p. Ct.	p. Ct.	p. Ct.	p. Ct.	links.	rechts.	links.	rechts.	links.	rechts.	links.	rechts.	links.	rechts.	links.
Ia	1 1/2	—	—	79,0	0,047	0,055	L	L	3,105	3,676	—	—	1,04	—	—	0,28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	<p>links rechts</p> <p>Säuremenge gesteigert 1) ca. 9 mal 8 mal.</p> <p>Zuckermenge .. nur wenig.</p> <p>*) [Eiweiss und Pepton.] links rechts</p> <p>Säuremenge gesteigert . 9 mal 13 mal.</p> <p>Zuckermenge . . . 4 . 4 .</p> <p>Säuremenge gesteigert . 5 mal 4 mal.</p> <p>Zuckermenge . . . 2 1/2 . 2 .</p> <p>Säuremenge gesteigert . 9 mal 8 mal.</p> <p>Zuckermenge . . . 2 . 2 .</p> <p>Säuremenge gesteigert . 1/2 mal 2 mal.</p> <p>Zuckermenge . . . 2 . 2 .</p> <p>Säuremenge gesteigert . Spur Spur.</p> <p>Zuckermenge . . . abgenommen.</p> <p>1) Gesteigert n mal = n mal mehr Säure resp. Zucker in einer gewissen Menge Saft (mit Kleister) nach der Digestion, als vor derselben.</p> <p>NB. Das Fibrin wurde in einigen von den mit 0 bezeichneten Fällen etwas angegriffen, aber nicht viel mehr als von Salzsäure (0,2 Procent) allein.</p>
IIa	2 1/2	—	—	74,3	0,051	0,026	L	L	1,250	1,250	—	—	—	—	—	1,42*)	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+		
IIb	2 1/2	—	—	76,5	0,115	0,128	L	L	1,470	1,670	—	—	1,08	—	—	0,26	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+		
IIIa	3 1/2	—	—	85,0	0,043	0,043	L	L	2,080	2,080	—	—	1,21	—	—	0,14	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+		
IVa	4 1/2	79,0	81,0	80	0,179	0,119	L	L	1,787	1,389	1,66	0,97	1,32	0,15	0,37	0,26	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+		
Va	8	77,0	79,0	78	0,187	0,145	HCl	HCl	0,250	0,200	1,10	0,92	1,01	0,08	0,08	0,08	+	+	Spur.	Spur.	—	—	+	+	0	0		



Tabelle II. Wasserarmer Mageninhalt.

Pferd.	Geleitet post papulum. Stunden	Saft im Mageninhalt.			Säuremenge.		Säurenatur.		Zucker- menge.		Eiweiss- + Pepton- menge.			Digestions-Versuche										Anmerkungen.	
		links.	rechts.	in toto.	links.	rechts.	links.	rechts.	links.	rechts.	links.	rechts.	in toto.	mit Fibrin.		mit Eiweiss.		mit Fibrin u. Salzsäure.		mit Eiweiss u. Salzsäure.		mit Kleister.			
		p. Ct.	p. Ct.	p. Ct.	p. Ct.	p. Ct.	links.	rechts.	p. Ct.	p. Ct.	p. Ct.	p. Ct.	p. Ct.	links.	rechts.	links.	rechts.	links.	rechts.	links.	rechts.	links.	rechts.		
I	1 1/2	—	—	—	0,013	0,034 ¹⁾	L	HCl ¹⁾	1,042	0,893	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1) Der Saft von der rechten Magenhälfte ist von dem Inhalte des antr. pyloric. im engeren Sinne ausgepresst. Hier herrschte nur an einer Stelle Milchsäurereaction. 2) Saft von der Schlundmünd.-Stelle und von Fundusdrüsen-region.
II	1 1/2	—	—	—	alk. React. ²⁾ 0,408 ²⁾		L	HCl	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
III	3 1/2	—	—	—	0,085	0,348	L	HCl	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
IV	4 1/2	—	—	—	0,187	0,128	L	HCl	1,042	0,250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
V	5 1/2	—	—	—	0,238	0,094	HCl	HCl	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Der Magen war beinahe leer.	
VI	6	ca. 67	ca. 76	ca. 71,5	0,450	0,331	L	HCl	1,923	0,833	2,2	1,6	1,9	0	+	0	+	0	—	0	—	+	+	Säuresteigerung links 0 rechts Spur. Zuckersteigerung „ 3 mal „ 4 mal.	
VII	6 1/2	—	—	—	0,145	0,204	L	HCl	0,417	0,125	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
VIII	6 1/2	—	—	ca. 63,3	0,340	0,280	L	HCl	1,562	0,625	—	—	1,3	0	Spur.	0	0	0	+	0	+	+	0	Säuresteigerung links Spur. Zuckersteigerung „ 4 mal.	
IX	9 1/2	—	—	—	0,230	0,136	L	HCl	1,563	0,106	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
X	10	ca. 69,9	ca. 72,5	ca. 71,2	0,240	0,170	L	HCl	0,521	0,139	1,2	0,7	0,95	0	+	0	+	Spur.	—	0	—	+	0	Säuresteigerung links Spur. Zuckersteigerung „ 6 mal.	
XI	12	ca. 62,7	ca. 74,3	ca. 68,5	0,289	0,221	L	HCl	1,042	0,248	1,7	1,2	1,45	0	+	0	+	0	—	0	—	+	0		
XII	17 1/2	—	—	—	0,068	0,094	? (nicht HCl)	HCl	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Der Magen beinahe leer. Säuresteigerung links 2 mal. Zuckersteigerung „ 2 1/2 mal.	



Tabelle III.
Wasserarmer und -reicher Mageninhalt.

Pferd.	Getödtet post papulum.	Säuregrad.		Zuckermenge.	
		links.	rechts.	links.	rechts.
No.	Stunden.	p. Ct.	p. Ct.	p. Ct.	p. Ct.
Ia	11 $\frac{1}{2}$	0,047	0,055	3,105	3,676
IIa	21 $\frac{1}{2}$	0,051	0,026	1,250	1,250
IIb	21 $\frac{1}{2}$	0,115	0,128	1,470	1,670
IIIa	31 $\frac{1}{2}$	0,043	0,043	2,080	2,080
IVa	41 $\frac{1}{2}$	0,179	0,119	1,787	1,389
VI	6	0,450	0,331	1,923	0,833
VIII	61 $\frac{1}{2}$	0,340	0,280	1,562	0,625
Va	8	0,187	0,145	0,250	0,200
X	10	0,240	0,170	0,521	0,139
XI	12	0,289	0,221	1,042	0,248

Tabelle IV.
Giebt die Verhältnisse zwischen den Höhen der
Niederschläge an (siehe vorn S. 372 unten).

Pferd.	Getödtet post papulum.	Gelöstes Eiweiss + Pepton.		
		links.	rechts.	in toto.
No.	Stunden.			
I	11 $\frac{1}{2}$	5	41 $\frac{1}{2}$	43 $\frac{1}{2}$
IV	41 $\frac{1}{2}$	3	21 $\frac{1}{2}$	23 $\frac{1}{2}$
VII	61 $\frac{1}{2}$	21 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{4}$	21 $\frac{3}{4}$
IX	91 $\frac{1}{2}$	31 $\frac{1}{2}$	21 $\frac{1}{4}$	27 $\frac{3}{4}$

2. Versuch (Ellenberger und Hofmeister)

Bei einem 1 Stunde post pabulum getödteten Pferde fanden Ellenberger und Hofmeister keine besonderen Unterschiede in den verschiedenen Partien des Mageninhalts und nur wenig Pepton.

Aus diesen Versuchsergebnissen ziehen demnach Ellenberger und Hofmeister die Schlussfolgerung, « dass die früher gemachten Angaben und Vermuthungen richtig waren, d. h. dass ein Unterschied zwischen den Reaktionsverhältnissen und den statthabenden Vorgängen der beiden Magenhälften des Pferdes nur ganz im Anfange der Verdauung besteht. Später, und zwar sehr bald, schwindet derselbe. »

Da indessen die von Ellenberger und Hofmeister angefangenen Untersuchungen beim Schweine darauf deuteten, dass die Verhältnisse doch möglicherweise anders seien, schlug mir Prof. Ellenberger vor, weitere und eingehendere Untersuchungen über die Magenverdauung des Pferdes anzustellen.

Ich habe mir gestattet, dies zu bemerken, damit es nicht den Anschein habe, als ob Ellenberger und Hofmeister bei ihren oben erwähnten Behauptungen, die sich mit den Resultaten meiner Untersuchungen im Widerspruch befinden, hätten stehen bleiben wollen.

Uebrigens haben beide Autoren ihre vorbemerkten Angaben bereits in dem Artikel über die Magenverdauung des Schweines rectificirt.

Der Zweck meiner Untersuchungen war, festzustellen:

1. ob ein constant qualitativer Unterschied zwischen der Verdauung im sogenannten Vormagen (portio oesophagea) und derjenigen im eigentlichen Magen des Pferdes bestehe;

2. ob ein eventueller Unterschied nur kurze Zeit, bezw. wie lange, bestehe, oder ob derselbe während der ganzen Magenverdauung zu constatiren sei;

3. auf welchen Verhältnissen eine etwaige Verschiedenheit in der Verdauung rechts und links beruhe.

Ferner wollte ich die quantitativen Verdauungsverhältnisse, resp. die Resorptionsverhältnisse (m. a. W. die Ausgiebigkeit der Magenverdauung) in den verschiedenen Magenabschnitten untersuchen. Die

Resultate dieser letztgenannten Untersuchungen lasse ich indessen hier, wo ich hauptsächlich nur die qualitativen Verhältnisse besprechen will, bei Seite.

Die von mir gemachten Untersuchungen beziehen sich auf die Verhältnisse bei Pferden, welche $1\frac{1}{2}$ bis $17\frac{1}{2}$ Stunden post pabulum getödtet wurden.

Drei Pferde wurden $1\frac{1}{2}$ Stunden p. p., je zwei $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$, $4\frac{1}{2}$ und $6\frac{1}{2}$ Stunden p. p., je eins $5\frac{1}{2}$, 6, 8, $9\frac{1}{2}$, 10, 12, $17\frac{1}{2}$ Stunden p. p. getödtet.

Die Versuchsthiere wurden auf verschiedene Weise gefüttert: einige erhielten mehrere Tage lang Hafer und Häcksel, dann 1 oder 2 Tage Kleie oder Brod; andere wurden längere Zeit hindurch mit Heu gefüttert.

Nachdem die Thiere dann von 12 bis 24 (in einzelnen Fällen 36) Stunden gehungert hatten, wurde das Versuchsfutter, das in den meisten (10) Fällen aus einer gewogenen Menge (analysirten) Hafers, in einigen (4) Fällen aus einer gewöhnlichen (nicht gewogenen) Futtermenge Hafer und Häcksel, und in anderen (4) Fällen endlich aus Heu bestand, den Pferden vorgelegt.

Während die Thiere hungerten, wurde mehrmals Wasser angeboten, allein nur ein paar Pferde tranken. Den meisten der Pferde wurde auch vor und nach der Aufnahme des Versuchsfutters Wasser geboten, aber kein einziges soff.

Der Kürze halber werde ich nicht jeden Versuch für sich angeben, sondern vorläufig die ganze Versuchsreihe in 2 Partien theilen.

Es ist hierzu umsomehr Veranlassung, als man, wegen einer verschiedenen Consistenz des Mageninhalts der verschiedenen von mir untersuchten Pferde, sonst keine correcte Vergleichung anstellen kann.

Der Inhalt des Magens war nämlich bei 6 der 18 Pferde mehr oder weniger, wenn eben nicht flüssig, so doch breiig, bei den übrigen dagegen ziemlich fest.

I. Wasserreicher Mageninhalt. (Saftgehalt 74,3—85 p. Ct.) Die Pferde Ia, II^b und III^a 1) waren mehrere Tage lang mit Heu und Kleie und zuletzt mit Kleie allein gefüttert worden; sie hungerten 36 Stunden (1 Tag und 2 Nächte), bevor ihnen das Versuchsfutter, das aus 1500 gr. Hafer bestand, vorgelegt wurde. Sie wurden getödtet resp. $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$ und $3\frac{1}{2}$ Stunden post pabulum.

1) Siehe Tabelle I hinten.

Pferd IV^a 1) wurde mehrere Tage lang mit kleiefreiem Brod gefüttert, hungerte ca. 36 Stunden, erhielt als Versuchsfutter 1500 gr. Hafer und wurde 4 $\frac{1}{2}$ Stunden p. p. getödtet.

Pferd II^a 1) und Pferd V^a 1) bekamen längere Zeit hindurch nur Heu, hungerten ca. 24 Stunden, erhielten als Versuchsfutter je 2000 gr. Hafer und wurden 2 $\frac{1}{2}$ und 8 Stunden post pabulum getödtet.

Alle 6 Pferde wurden ca. $\frac{3}{4}$ Stunden, bevor sie getödtet wurden, zum Schlächter geführt; derselbe wohnt ca. $\frac{1}{2}$ Meile von der Thierarzneischule, wo die Fütterung stattfand.

Die Aufnahme der betreffenden Futtermengen dauerte von 20 bis 40 Minuten.

Die Speichelsecretion während des Fressens war in mehreren Fällen so enorm, dass das Futter in der Krippe vom Speichel ganz nass wurde und mit demselben eine stark schäumige Masse bildete.

II. Wasserarmer Mageninhalt. (Saftgehalt ca. 60—72 p. Ct.)
Wie schon erwähnt, war der Mageninhalt bei der überwiegenden Menge der Versuchsthierc verhältnissmässig trocken und zwar immer am meisten in dem höchst gelegenen Schlundsack²⁾.

Das Fütterungsverfahren war folgendes:

Pferd VI: Mehrere Tage lang Hafer und Häcksel, dann 2 mal kleine Mengen von Heu, Hungerzeit 15 Stunden, Versuchsfutter 2000 gr. Hafer, getödtet 6 Stunden post pabulum.

Pferd VIII: Mehrere Tage lang Heu, gehungert 20 Stunden, Versuchsfutter 2000 gr. Hafer, getödtet 6 $\frac{1}{2}$ Stunden p. p.

Pferd X: Mehrere Tage lang Heu, gehungert 14 $\frac{1}{2}$ Stunden, Versuchsfutter 2000 gr. Hafer, getödtet 10 Stunden p. p.

Pferd XI: Durch mehrere Tage Heu, gehungert ca. 20 Stunden, Versuchsfutter 2000 gr. Hafer, getödtet 12 Stunden p. p.

Die Pferde I, IV, VII und IX wurden längere Zeit (ca. 8 Tage) mit Heu gefüttert, hungerten dann resp. 12, 10, 9 und 12 Stunden.

1) Siehe Tabelle I hinten.

2) Von den in untenstehender Tabelle II aufgeführten 12 Versuchspferden hatten 2 (Pferd V und Pferd XII) einen ziemlich wasserreichen, ja eigentlich flüssigen Mageninhalt; ich habe dieselben doch hier mitgenommen, theils wegen der Reactionsverhältnisse, theils weil sie ebenso gut hier als oben einpassen, da man streng genommen von einem Mageninhalt nicht sprechen kann, indem derselbe bei diesen 2 Pferden überaus gering war. Pferd V hatte nämlich so gut wie nichts gefressen und Pferd XII war in 17 $\frac{1}{2}$ Stunden ante mortem gar nicht gefüttert worden.

erhielten dann ein Futter Hafer und Häcksel und wurden resp. $1\frac{1}{2}$, $4\frac{1}{2}$, $6\frac{1}{2}$ und $9\frac{1}{2}$ Stunden p. p. getötet.

Die Pferde II, III, V und XII waren längere Zeit mit Heu gefüttert worden, bekamen dann ca. 2 Tage lang Hafer und Häcksel und nachdem sie ca. 12 Stunden gehungert hatten, erhielten sie ein Futter Heu und wurden dann getötet resp. $1\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$, $5\frac{1}{2}$ und $17\frac{1}{2}$ Stunden p. p.

In Bezug auf die chemischen Untersuchungen wurde, sowohl bei den Pferden mit wasserreichem als bei denen mit wasserarmem Mageninhalt, bestimmt:

1. Reaction.
2. Säurenatur.
3. Säuremenge.
4. Zuckermenge bei allen Pferden mit Ausnahme derjenigen (II, III, V und XII), welche viel Heu im Magen hatten, weil der Färbestoff des Heues die Zuckerbestimmung unsicher machte.
5. Die Menge des Pepton und des gelösten Eiweiss bei 14 Pferden¹⁾.

Die Untersuchungsmethoden waren folgende:

1. Die Reaction wurde in den meisten Fällen derart festgestellt, dass, bevor der Magen geöffnet worden, vermittelt einer Canüle und Troicart, die man an verschiedenen Stellen durch die Magenwand in den Mageninhalt stiess, etwas Saft ausgedrückt und mit Lackmuspapier auf die Reaction geprüft wurde.

2. Die Säurenatur wurde gleichzeitig durch Maly's Tropäolinpapier festgestellt.

Nachdem der Magen vorsichtig geöffnet worden, wurden in mehreren Fällen wiederum die Reactionsverhältnisse und die Säurenatur an der Oberfläche des Inhaltes untersucht.

Danach wurde eine Auspressung des Inhalts durch Sehtuch mit Coliren und Filtriren unternommen. Dieses

¹⁾ In Bezug auf diese Bestimmung, die nicht bei allen 14 Pferden auf dieselbe Weise ausgeführt wurde, siehe unten.

geschah mit dem Mageninhalt vom Schlund sack und vom Darmsack (von der linken und rechten Magenhälfte) und in einigen Fällen von der Curvatura major und minor, sowie von der Pars pylorica im engeren Sinne.

In dem auf diese Weise gewonnenen Saft wurde die Säuremenge und abermals die Säurenatur festgestellt.

Die Säurenatur wurde mit Tropäolin, Methylviolett, Carboleisen und Heidelbeerfarbstoff untersucht.

Ausser den genannten Reagentien, die alle früher zur Differential-Diagnose der Säure benutzt worden sind, habe ich noch ein weiteres Probemittel, das wenigstens ebenso gut ist, wie die meisten andern (vielleicht mit Ausnahme von Maly's Tropäolin), benutzt. Wenn man nämlich Filtrirpapier mit einer alkoholischen Lösung von Rosolsäure so stark färbt, dass das Papier ungefähr fleischfarbig wird, und dann einen Tropfen von der zur Untersuchung vorliegenden Flüssigkeit auf das Papier tröpfelt, entsteht, wenn freie Salzsäure vorhanden ist, ein deutlich gelber Fleck, von einer farblosen oder wenigstens blässerem Zone umgeben. Milchsäure aus dem Mageninhalt giebt diese Reaction nicht, sondern entfärbt das Papier mehr oder minder. Reine Milchsäure in stärkerer Concentration, als man sie gewöhnlich im Magen findet, giebt zwar eine ähnliche¹⁾ Gelbfärbung, wie freie Salzsäure; die Farbe verschwindet aber bei Zusatz von Aether, während die von Salzsäure herrührende gelbe Farbe bleibt.

Im ausgepressten Saft, z. B. vom Pferd VI, wo die Säuremenge links sehr beträchtlich war, wurde weder das Tropäolinpapier roth noch das Rosolsäurepapier gelb gefärbt.

Wenn man bei Titrirung Rosolsäure als Indicator benutzt, gewahrt man, wenn man eine salzsäurehaltige und eine

1) Während indessen Salzsäure einen von einer farblosen Zone umgebenen gelben Fleck giebt, entsteht durch die Einwirkung von Milchsäure nach kurzer Zeit ein entfärbter Fleck, der von einer gelben Zone umgeben ist.

milchsäurehaltige Flüssigkeit neben einander hat, ebenso den Unterschied der 2 Säuren. Bei Zusatz von Milchsäure zur Rosolsäure wird die Mischung nämlich etwas matter in Bezug auf die gelbe Farbe, während Rosolsäure mit Salzsäure von derselben Concentration (wie die Milchsäure) eine schöne goldgelbe Farbe annimmt. Ferner, wenn die Titirung zu Ende ist, wird die Farbe der Salzsäuremischung ungefähr carmoisinroth, während die Milchsäuremischung (wenigstens wenn dieselbe aus dem Mageninhalt stammt) mehr rosaroth wird.

Die Hauptsache bei der Feststellung der Säurenatur bleibt aber immer, wie es auch von Ellenberger und Hofmeister u. a. Autoren pointirt wurde, dass man verschiedene zur Verfügung stehende Reagentien benutzt. Die meisten derselben zeichnen sich indessen leider dadurch aus, dass sie zwar auf reine Salzsäure, resp. Milchsäure, in der betreffenden Weise reagiren; sobald es sich aber um Bestimmung der Säurenatur des Magensafts handelt, wird die Deutlichkeit, mit welcher sie auf die Anwesenheit der einen oder der anderen Säure hinweisen, mehr oder minder illusorisch.

Besonders wichtig in Bezug auf die differentielle Diagnose der Säuren sind, nach Ellenberger und Hofmeister, Digestionsversuche. Hat man z. B. eine 0,2% säurehaltige Flüssigkeit, die noch Kleister verzuckert, kann die Säure nur Milchsäure mit höchstens 0,02% Salzsäure¹⁾ sein.

3. Was die Säuremenge betrifft, wurde dieselbe durch Titirung mit sehr schwacher Natronlauge (1 Natron = 0,0017 Salzsäure) bestimmt.

Die in den Tabellen aufgeführten, die Säuremenge betreffenden Zahlen beziehen sich auf Salzsäure. Da indessen

¹⁾ Ellenberger und Hofmeister: Archiv für wissenschaftl. und prakt. Thierheilkunde, Bd. 7, 1881.

Milchsäure ungefähr dreimal schwächer als Salzsäure¹⁾ ist, sind die angegebenen Zahlen im Ganzen genommen zu niedrig. Dieses gilt besonders von den Zahlen, die die Säuremenge in den frühen Verdauungsperioden, resp. in der linken Magenhälfte, angeben, weil es sich hier meistens um Milchsäure ohne Beimischung von Salzsäure handelt.

4. Die Zuckerbestimmungen wurden mit der Fehling'schen Flüssigkeit ausgeführt.

5. Die Eiweiss- resp. Peptonmenge wurde bei 10 Pferden (I^a; II^a, II^b, III^a, IV^a, V^a, VI, VIII, X und XI) folgendermassen bestimmt:

Eine gewogene Menge des Mageninhaltes wurde mit Wasser ausgelaugt. Im Wasserauszug wurde Eiweiss und Pepton (nach Will und Warrentrapp) quantitativ bestimmt. Der Rückstand wurde getrocknet und gewogen und die Saftmenge des Mageninhaltes durch Abzug des Trockenrückstands von der genommenen Menge Mageninhalt berechnet. Die Eiweiss- und Peptonmengen wurden dann auf die Saftmenge zurückberechnet.

Bei 4 Pferden (I, IV, VII und IX) wurde von dem ausgepressten und filtrirten Saft eine bestimmte Menge (10 cbcm.) genommen, und mit einer (in allen 4 Fällen derselben) bestimmten Menge Salzsäure (2 cbcm.) und Phosphorwolframsäure (10 cbcm.) wurde das sämtliche gelöste Eiweiss niedergeschlagen. Die Mischungen von Mageninhaltssaft u. s. w. standen in Gefässen von gleicher Weite, und die Höhe des Niederschlages, nachdem derselbe sich gesetzt hatte, gab dann ein Bild von den relativen Verhältnissen des gelösten Eiweisses in den einzelnen Regionen.

¹⁾ 25 cbcm. von einer 1procentigen Milchsäurelösung (von 1 cbcm. Milchsäure von spec. Gew. 1,215 und 99 cbcm. Wasser zubereitet) entspricht 1,8 cbcm. Natronlösung, während 25 cbcm. von einer 1procentigen Salzsäure (von 5 cbcm. Salzsäure von spec. Gew. 1,132 [= 26,5% HCl] und 131,5 cbcm. Wasser zubereitet) 5,2 cbcm. von derselben Natronlösung entspricht.

Bei den übrigen 4 Pferden (II, III, V und XII) wurden die Eiweissmengen nicht untersucht.

Ausser den erwähnten chemischen Untersuchungen wurden

6. Digestionsversuche mit frisch zubereitetem Kleister (Stärke), mit gut ausgewaschenem (in Glycerin aufbewahrtem) Fibrin, sowie mit geronnenem Hühner-eiweiss (als kleine, würfelförmige Stücke benutzt) vorgenommen.

Die Gefässe mit Magenflüssigkeit und dem betreffenden Digestionsobject wurden in das Thermostat bei 35—40° C. gestellt. Nach einer Digestionszeit von ca. 18 Stunden wurden die Gefässe mit Kleister und Magenflüssigkeit aus dem Thermostat herausgenommen.

Die Gefässe mit Eiweiss und mit Fibrin wurden nach ca. 4 Stunden herausgenommen und nur, wenn keine Verdauung stattgefunden, wieder bis zum nächsten Tage in das Thermostat gestellt. Um der Vergleichung willen enthielt jedesmal das Gefäss mit Inhalt von der rechten ebensoviel Magenflüssigkeit, wie dasjenige mit Inhalt von der linken Magenhälfte.

In den Mischungen mit Kleister wurde, nachdem die Verdauung unterbrochen war, sowohl die Zucker- als die Säuremenge festgestellt, und da dieselben Bestimmungen in der Magenflüssigkeit vor der Verdauung ausgeführt worden, konnte man aus dem Resultate beurtheilen, ob das Zucker-, resp. Milchsäureferment in der betreffenden Flüssigkeit wirksam war oder nicht.

Die Untersuchungsergebnisse gehen aus den beifolgenden Tabellen hervor.

Schlussfolgerungen.

Aus obenerwähnten 18 Versuchen geht hervor:

1. Der Mageninhalt des Pferdes ist verhältnissmässig trocken.

In ca. 20 von Ellenberger und Hofmeister¹⁾ untersuchten Magen war der Inhalt in den meisten, und in den 18 von mir untersuchten in 12 Fällen, mehr oder weniger wasserarm und bildete eine zusammenhängende, aber doch brüchige Masse.

Ausnahmsweise ist der Inhalt jedoch ziemlich, und bisweilen sehr, wasserreich.

Die Gründe dieser Unregelmässigkeit sind unbekannt.

In den Fällen, wo ich einen wasserreichen Inhalt getroffen hatte, hatten die Pferde verhältnissmässig lange gehungert.

Der Wasserreichthum kann selbstverständlich entweder von dem Zutritte einer ungewöhnlich grossen Flüssigkeitsmenge oder von einer mangelhaften Resorption oder von beiden Verhältnissen abhängen.

Nun fressen Pferde, welche viel Hunger haben, bekanntlich gieriger als andere, und ebenso speicheln solche Pferde schon bedeutend bei blossem Erblicken des Futters. Dadurch werden die Kieferbewegungen also heftiger und die Speichelsecretion stärker erregt als sonst, so dass man annehmen kann, das Futter gelange unter solchen Verhältnissen in den Magen in sehr flüssigem Zustande. Ferner wäre es möglich, dass in Folge des längeren Hungers der resorbirende Apparat des Magens vermöge der längeren Unthätigkeit weniger als normal zu resorbiren im Stande gewesen, so dass der schon ohnedies ziemlich flüssige Mageninhalt seinen Wasserreichthum länger als sonst behält.

Ob möglicherweise der Umstand, dass die Pferde einen längeren Weg im Schrittgange geführt wurden, die Resorption im Magen verkümmern kann, will ich dahingestellt sein lassen.

Dass Bewegung im Ganzen genommen sonst die Resorption nicht in der Richtung, sondern vielmehr in der entgegengesetzten beeinflusst, ist bekannt und steht ausser allem Zweifel. Eine Thatsache ist es indessen, dass ich bei keinem der Pferde, die sich nicht bewegt hatten (die aber auch kürzere Zeit gehungert), einen flüssigen Mageninhalt vorfand.

2. Die Magenverdauung des Pferdes läuft in Perioden ab, wie dies schon von Ellenberger und Hof-

¹⁾ Ellenberger und Hofmeister: Archiv f. wissensch. und pract. Thierheilkunde.

meister angegeben wurde. Wenn auch der Grundgedanke der genannten Autoren ein richtiger ist, findet jedoch der Ablauf nicht so einfach statt, wie von diesen Autoren geschildert. Ellenberger und Hofmeister waren nämlich zu dem Resultate gelangt, dass die Magenverdauung in zwei Perioden eingetheilt werden könne. In der ersten Periode, die Ellenberger und Hofmeister die amylytische nannten, sollte ein Theil der Stärke des Futters in Zucker, resp. Milchsäure, umgewandelt werden; in der zweiten, welche die proteolytische genannt wurde, sollte hauptsächlich eine Peptonisirung des Eiweisses statthaben.

Nach meinen Untersuchungen sind die Verhältnisse folgende:

a) Zuerst tritt eine Periode ein, in welcher überall im Magen Stärke verdaut, d. h. in Zucker-, resp. Milchsäure umgewandelt wird. Diese Periode ist also als rein amylytisch zu betrachten. Sie dauert ca. 1 Stunde nach der Aufnahme des Futters. Dann tritt

b) das amylo-proteolytische Stadium ein, in welchem Amylyse, und zwar überwiegend und überall, aber auch überall Proteolyse (vielleicht besonders in der Fundusdrüsenregion, weil hier die Salzsäurequelle sich befindet) im Magen statthat.

Diese Periode dauert bis ca. 7 Stunden nach der Mahlzeit und wird dann von

c) dem Stadium der Partial- oder Lokalverdauungen abgelöst. In diesem Stadium wird nur im *saccus oesophageus*, in der Umgebung der *Curvatura minor* und im grössten Theile des *Antrum pyloricum* Stärke verdaut, während in der Mitte des Magens (in dem Umfange der Fundusdrüsenregion) nur Proteolyse statthat.

Charakteristisch ist also das Fehlen der Amylyse in dem grössten Theile des eigentlichen Magens (nicht die stattfindende Proteolyse).

Diese Periode dauert wahrscheinlich als Regel bis zur nächsten Mahlzeit; unter besonderen Umständen (bei sehr

wasserreichem Mageninhalt) ist es indessen möglich, dass zuletzt

d) ein rein proteolytisches Stadium, in welchem nur Eiweiss und gar keine Stärke verdaut wird, eintreten kann.

)

Resumé.

1. Periode: Fehlen der Proteolyse, bloss Milchsäure.
2. Periode: Proteolyse und Amylyolyse überall, Milchsäure und etwas Salzsäure.
3. Periode: Fehlen der Amylyolyse in der Mitte des Magens, — hier Salzsäure, sonst Milchsäure.
- [4. Periode: Fehlen der Amylyolyse überall, Salz-
säure überall.]

Anmerkung. Im ganzen Magen befindet sich stets Milchsäure, selbst wenn überall auch Salzsäure vorhanden ist.

Wir werden später sehen, dass eine solche Eintheilung in 3 (oder 4) Perioden nur bedingungsweise berechtigt ist. Vorläufig wollen wir indessen die in den obenstehenden Tabellen aufgeführten Zahlen ein wenig näher betrachten.

Was erstens die Zahlen in der Tabelle über wasserreichen Mageninhalt betrifft, so scheint aus denselben hervorzugehen, dass unter besonderen Umständen eine bedeutende Amylyolyse überall im Magen, selbst 4 $\frac{1}{2}$ Stunden post pabulum, stattfinden könne. Ebenso scheint es, als könne das proteolytische Stadium verhältnissmässig früh (schon 8 Stunden p. p.) rein proteolytisch werden.

Hierzu muss man indessen bemerken, dass der Umstand, dass der Mageninhalt verhältnissmässig wasserreich war, sehr leicht die wirklichen (intra vitam statthabenden) Verhältnisse hat maskiren können. Es ist nämlich anzunehmen, dass bei den unvermeidlichen Manipulationen beim Schlachten des Pferdes, bei der Herausnahme und dem Trans-

porte des Magens eine Veränderung, bezw. Ausglei chung, der chemischen Verhältnisse des aus verschiedenen Partien des Magens herrührenden Inhalts stattgefunden habe. Man muss daher eigentlich annehmen, dass auch bei wasserreichem Mageninhalt die Verdauung in Perioden ablaufe, ähnlich denjenigen, die man bei festem Inhalte trifft. Die Trennung kann aber niemals so scharf werden, weil die Diffusion und die Mischung leichter als bei festem Inhalt stattfinden kann.

Der verhältnissmässig hohe Zuckergehalt, der bei einem Pferd (I^a) sogar 3,5 %¹⁾ betrug, deutet sodann auch darauf hin, dass die Amylyolyse unter den betreffenden Verhältnissen et was länger als normal statthat.

Der Umstand, dass es jedesmal eine Zeit lang (ca. 3 Stunden) dauerte, bis die Zuckerbestimmung vorgenommen werden konnte, bewirkt wohl auch, dass die Zuckermenge et was höher scheint, als sie intra vitam gewesen. Da indessen die Resorptionsverhältnisse wahrscheinlich, wie schon besprochen, abnorme gewesen sind, ist doch anzunehmen, dass der Zuckergehalt intra vitam nicht viel geringer als post mortem gewesen.

Bei den Pferden mit wasserarmem Mageninhalt sehen wir in Bezug auf die Zuckermengen, dass dieselben in der Regel links höher sind als rechts.

Dieses entspricht den Thatsachen, 1. dass links immer die Amylyolyse lebhafter als rechts stattfinden kann, weil dort keine Salzsäure producirt wird, und 2. dass die Resorption rechts immer stärker als links ist (wenn hier überhaupt eine Resorption statthat).

Dass der Säuregehalt bei wasserreichem Mageninhalt trotz der bedeutenden Zuckermenge (in Vergleich mit den Verhältnissen bei den aus denselben Verdauungsperioden herrührenden wasserarmen Mageninhalten) ein verhältnissmässig niedriger ist, lässt sich erklären, theils aus der Consistenz des Inhaltes, theils daraus, dass das Alkali des in

¹⁾ Gesamtmenge im Magen war bei diesem Pferde ca. 113 gr. Zucker.

grosser Menge vorhandenen Speichels erst zu neutralisiren ist, bevor freie Säure auftreten kann.

Wenden wir uns zur Betrachtung der wasserarmen Mageninhalte, so werden die sonderbaren Schwankungen in der Säuremenge in die Augen fallen. Vergleichen wir z. B. die Pferde I und II, so finden wir scheinbar in dem einen Falle in der rechten Magenhälfte 0,034 % Säure, in dem anderen 0,408 %. Man könnte hieraus vielleicht schliessen, dass sich bei 10 inconstanten Verhältnissen keine Regeln aufstellen liessen. Die Sache ist indessen ganz einfach. Der Saft, der vom Pferd I zur Zuckerbestimmung benutzt worden ist, wurde aus dem Inhalte der Pylorusregion im engeren Sinne — also aus der Partie, die direct an den Dünndarm (duodenum) grenzt — genommen, während der Saft mit 0,408 % Säure vom Pferd II aus der Fundusdrüsenregion herrührt, und zwar von der Stelle derselben, wo die Salzsäurereaction, nach der Tieffärbung des Tropäolinpapiers zu urtheilen, am stärksten war.

Ferner fällt es auf, dass die saure Reaction schon 1½ Stunden post pabulum von Salzsäure stammt, aber auch das lässt sich erklären. Bei allen Pferden wurde nämlich, wie schon erwähnt, die Reaction vermittelt einer Canüle (siehe oben) untersucht; wie auch schon besprochen, dauert die erste, die rein amylolytische, Verdauungsperiode nur ca. 1 Stunde p. p., und obschon die Reaction, wenn man den Inhalt der ganzen rechten Magenhälfte im Anfange der zweiten Periode zusammenmengt, nur auf Milchsäure deutet, ist es doch möglich, an begrenzten Stellen die Salzsäurereaction zu constatiren, und wo dies geschah, wurde HCl in der Tabelle notirt. Nun rührt ferner der Saft vom Pferd I (siehe unten: Die Bewegung des Futters im Pferdemagen) grösstentheils vom Futter her, das nur ca. 2 Stunden im Magen gewesen ist, während der Saft vom Pferd II vom Hafer, der sich ca. 14 Stunden im Magen aufgehalten, herstammt, so dass sich der auffallende Unterschied zwischen den 2 Pferden I und II auch hieraus erklären lässt.

In den anderen Fällen, wo wir rechts eine bedeutend höhere Säuremenge als links¹⁾ finden, handelt es sich um ähnliche Verhältnisse. In den übrigen Fällen finden wir weniger Säure rechts als links; so verhält es sich z. B. bei den Pferden VI, VIII, X und XI. Bei diesen 4 Pferden entstammt indessen der Saft auch einer innigen Mischung des Inhalts der rechten Magenhälfte.

Alles deutet somit darauf hin, dass sich in dieser Magenregion keine säuregebende Quelle befinde. So ist es auch; die rechte Magenhälfte besteht ja beim Pferde aus 2 verschiedenen Partien: der Fundusdrüsenregion mit Belagzellendrüsen und der eigentlichen Pylorusregion mit Hauptzellen allein.

Die erstere secernirt bekanntlich Salzsäure und Pepsin, die letztere wenigstens nicht Salzsäure; dagegen ist es möglich (ja wahrscheinlich), dass diese Region als Regel, und sicher, dass sie bisweilen (z. B. bei Pferd II^a)²⁾ eine alkalische Flüssigkeit secernirt. Ob in dieser Region Pepsinbildung statthat, lasse ich dahingestellt sein; nur will ich bemerken, dass es, falls das Secret alkalisch wäre, merkwürdig sein würde, weil erstens die Pepsinsecretion (und -Extraction) bekanntlich durch Anwesenheit von Salzsäure bedeutend leichter, als ohne dieselbe, stattfindet, und zweitens das Pepsin seine peptonisirende Wirkung nur bei Vorhandensein von Säure, resp. Salzsäure, entfalten kann, und drittens endlich weil die Reaktionsverhältnisse in der Pylorusregion in allen (wenigstens in allen von mir beobachteten) Fällen weder auf Salzsäure, noch auf Säure in beträchtlicher Menge deuten.

1) Es soll hier abermals in Erinnerung gebracht werden, dass die Zahlen, die die Milchsäuremengen angeben, ungefähr 3 mal zu niedrig sind.

2) Dass die alkalische Reaction, die nach Abtrocknen der Schleimhaut mittelst Lackmuspapier zu constatiren war, nicht von Galle stammte, wurde selbstverständlich bei Untersuchung des Inhaltes dieser Region festgestellt.

Dazu kommt noch, dass Extractionsversuche, wie die von Ellenberger und Hofmeister¹⁾ vorgenommenen, bestimmt darauf deuten, dass das in der Schleimhaut des Antrum pyloricum befindliche Pepsin inbibirt sei.

Um auf die obenerwähnten, scheinbar regellosen, Schwankungen der Säuremengen zurückzukommen, bemerken wir, dass dieselben, wenn wir die Verhältnisse bei den 10 Pferden²⁾, von welchen der zur Säurebestimmung benutzte Saft aus dem Gemenge des ganzen Inhaltes jeder Magenhälfte herrührt, ins Auge fassen, nicht — oder so gut wie nicht — stattfinden. Ungefähr von der 4. Stunde an sind die Schwankungen rechts und links beinahe ganz dieselben, und sind die Säuremengen rechts immer niedriger als links.

Stellen wir eine Vergleichung mit den Mengen des gelösten Eiweisses und des Peptons an (siehe die mitfolgende Curvetabelle), bemerken wir auch, dass die «Säurecurve» ähnliche (jedoch nicht dieselben) Schwankungen, wie die «Eiweisscurve», macht. Während indessen die Eiweissmengen ungefähr von der 5. Stunde nach der Mahlzeit bis an die 10. Stunde nach derselben sinken, tritt erst nach der 6. Stunde eine kleine Abnahme in den Säuremengen ein.

Eigentlich hätte man glauben sollen, dass die erwähnten zwei Curven (die Eiweiss- und die Säurecurve) in Bezug auf die Form gleich seien; dass sie es nicht sind, muss unbedingt zum Theil von den Resorptionsverhältnissen abhängen, die bei den wasserarmen Mageninhalten höchst wahrscheinlich am besten gewesen sind, zum Theil muss man bedenken, dass, wenn die Eiweisscurve von der 10. bis auf die 12. Stunde viel stärker als die Säurecurve steigt, eine kleine Steigerung

¹⁾ Ellenberger und Hofmeister: Archiv für wissensch. und pract. Thierheilk., Bd. 9, 1883.

²⁾ Alle 6 Pferde mit wasserreichem und die Pferde VI, VIII, X und XI von denen mit wasserarmem Mageninhalte.

in Bezug auf Salzsäure leicht eine verhältnissmässig bedeutend höhere Peptonisirung hervorrufen kann.

Trotz der bedeutenden Zucker- und geringen Säuremenge¹⁾ sehen wir (sowohl bei den wasserarmen wie bei den wasserreichen Mageninhalten), dass schon in einer frühen Verdauungsperiode ziemlich viel Eiweiss und verhältnissmässig überaus viel Pepton vorhanden ist²⁾. Diese Thatsache ist um so bemerkenswerther, als die Verdauungsversuche mit Magenflüssigkeit (aus den ersten Verdauungsstunden) und Fibrin überall negatives Resultat ergaben. Es muss daher angenommen werden, dass das in den Haferkörnern anwesende Eiweiss als Pflanzeneiweiss viel leichter denn thierisches Eiweiss peptonisirt werden kann. Ferner ist es möglich, dass diese Peptonisirung theils von dem im Speichel in geringer Menge anwesenden Eiweissferment, theils von den Mikroorganismen (thierischen, pflanzlichen, oder beiden) im Magen abhängt. Ebenso ist es höchst wahrscheinlich, dass das im Speichel, im Magensaft und im Magenschleim vorhandene, flüssige thierische Eiweiss sammt dem Magenepithel leichter als Fibrin peptonisirt werden kann.

Es sei jedenfalls bemerkt, dass dieses Eiweiss in der Berechnung des gelösten Eiweisses nicht in Abzug genommen worden, so dass immerhin die Zahlen, die die gelöste Eiweissmenge angeben, etwas zu hoch sind. Wenn man aber die Menge des resorbirten Eiweisses berechnet, ohne das vom Thiere secernirte Eiweiss zu berücksichtigen, scheint dieselbe geringer zu sein, als sie thatsächlich ist. Die Ausgiebigkeit der Magenverdauung (und die Verdauung im Ganzen genommen) geht indessen aus dem nicht gelösten Rückstande des Futters deutlich hervor.

Betrachten wir bei den wasserreichen Inhalten die Mengen des gelösten Eiweisses (Eiweiss + Pepton) und den denselben entsprechenden Theil der Curve (siehe die Curve-

1) Die Gesammtmenge der Säure im Mageninhalte betrug doch bei den untersuchten Pferden ungefähr 5—15 gr.

2) Dass gleich nach der Mahlzeit nicht mehr Pepton, als im Hafer vorhanden, im Mageninhalte gefunden wird, geht aus Ellenberger und Hofmeister's Versuch (siehe oben) hervor.

tabelle), so sehen wir, dass derselbe bei den ersten 4 Verdauungsstunden ziemlich hoch ist; dieses ist, wie schon bemerkt, wahrscheinlich zum Theil eine Folge der geringen Resorption.

In Bezug auf die Eiweissmengen bei den wasserarmen Mageninhalten ist das Eiweiss (und die Säure) vom Pferde VI in der Curve nicht in Betracht gezogen, weil im Magen dieses Pferdes ausser dem Versuchsfutter auch altes Futter, das sich viel längere Zeit als 6 Stunden im Magen aufgehalten, vorhanden war.

Pferd VIII zeichnete sich zwar auch durch ähnliche Verhältnisse aus; da indessen das anwesende alte Futter nur Heu und als solches leicht vom Versuchsfutter zu trennen war, sind die Zahlen von diesem Pferde wenigstens einigermaßen massgebend.

In Bezug auf die Eiweissmengen bei den Pferden I, IV, VII und IX, so wurden dieselben, wie früher erwähnt, metrisch festgestellt. Wenn man eine Curve von den Proportionszahlen machen wollte, würden wir sehen, dass dieselbe $1\frac{1}{2}$ Stunden post papulum am höchsten sein würde. Dieses entspricht nicht dem Verhältniss bei den anderen Pferden und zeigt, dass individuelle Verschiedenheiten vorkommen. Da ferner der Inhalt bei diesen 4 Pferden ein wasserarmer war, und da die Curve bei der niedrigsten Zahl von Verdauungsstunden am höchsten ist, scheint dies die besprochene Anschauung: dass die Resorption bei den wasserreichen Mageninhalten abnorm klein, und daher die Eiweissmengen höher als normal seien, zu bestätigen.

Anmerkung. Ellenberger und Hofmeister haben früher (Archiv für wissensch. u. pract. Thierheilkunde, Bd. 8, 1882) gefunden, dass die Peptonmengen 1 Stunde post papulum ziemlich gross waren, dass dieselben nach einigen Schwankungen die Maximalgrenze ungefähr 6 Stunden post papulum erreichten und dann immer mehr abnahmen. Wenn man von der Steigerung bei meinem Pferd XI (getödtet 12 Stunden post papulum) absieht, stimmt dieses Resultat ziemlich mit dem meinigen überein.

Um die Bewegungen des Futters im Pferdemagen zu erforschen, wurden folgende Untersuchungen angestellt:

Es wurden erst 4 Pferde längere Zeit mit Heu gefüttert; danach hungerten sie resp. 12, 10, 9 und 12 Stunden und erhielten dann ein Futter Hafer und Häcksel, wurden dann resp. $1\frac{1}{2}$, $4\frac{1}{2}$, $6\frac{1}{2}$ und $9\frac{1}{2}$ Stunden post pabulum getötet.

Der Magen wurde möglichst schnell und vorsichtig herausgenommen und der Inhalt in Bezug auf die Reaktionsverhältnisse (vermittelt einer Canüle und Troicart) und die Mischungsverhältnisse untersucht.

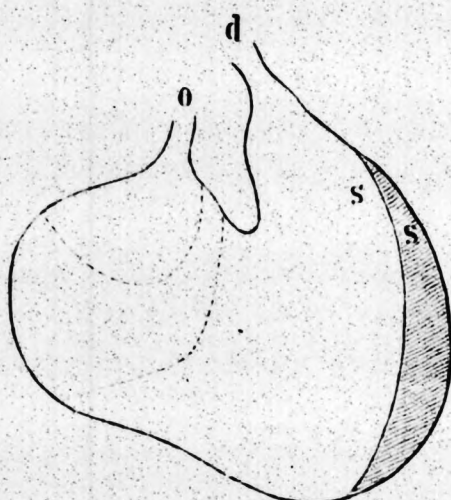
Der Befund war folgender:

Pferd I. $\left\{ \begin{array}{l} \text{Gehungert 12 Stunden.} \\ \text{Getödtet } 1\frac{1}{2} \text{ » post pabulum.} \end{array} \right.$

Der Mageninhalt mässig wasserreich.

Am Schlundeingange Hafer und neutrale oder schwachsaure Reaction.

Von der linken Seite des Schlundsacks bis gegen die kleine Curvatur erstreckte sich oberflächlich an der Magenwand hin eine dünne Heuschicht, sonst war der Magen voll Hafer und Häcksel.



Figur 1.

ausgenommen an der rechten Magenwand (dem rechten Theile der Curvatura major entsprechend), wo eine an der Mitte einige Zoll dicke, nach oben und unten zugespitzte Heuschicht lag. In derselben herrschte unten, schlundwärts, Milchsäure-, oben, darmwärts, an einer ziemlich begrenzten Stelle Salzsäurereaction. Dieselbe wurde auch in dem angrenzenden Hafer — doch nur an einer ganz kleinen Stelle — constatirt. Sonst war überall Milchsäure¹⁾ (siehe Figur 1).

¹⁾ Figur 1. Die punktirte Linie deutet die Grenze der dünnen oberflächigen Hauschicht an. Das Scravirte bedeutet Heu, das Nichtscravirte bedeutet Hafer.

at = alkalische Reaction.

s = Salzsäure.

Wo nichts steht, herrschte Milchsäure-Reaction.

o = oesophagus.

d = duodenum.

Pferd II. } Gehungert 10 Stunden.
 } Getödtet 4 $\frac{1}{2}$ » post pabulum.

Der Mageninhalt ziemlich fest. Am Schlund Hafer. Der ganzen grossen Curvatur entlang Heu und von derselben aus gegen die Mitte des Magens an verschiedenen Stellen ungleich tief hinein (aus der hinteren gegen die vordere¹⁾ Magenwand) erstreckte sich eine ziemlich beträchtliche Heuschicht, die ins Antrum pyloricum hineinreichte und hier mit Hafer, der sonst den übrigen Magen füllte, zusammenstiess.

Die Reaction war, ausgenommen an der rechten Magenwand, wo Salzsäure constatirt werden konnte, Milchsäurereaction.

Pferd III. } Gehungert 9 Stunden.
 } Getödtet 6 $\frac{1}{2}$ » post pabulum.

Der Mageninhalt ziemlich trocken, der Magen stark ausgedehnt. Das Pferd hatte viel Heu, aber wenig Hafer gefressen. Der im Magen vorgefundene Hafer erstreckte sich vom Schlundeingange hauptsächlich in 2 divergirenden Richtungen gegen, doch nicht bis zur Curvatura major.

Der rechten Hälfte der Curvatura major entlang bis gegen Antrum pyloricum war Salzsäure, sonst im ganzen Magen nur Milchsäure zu constatiren.

Pferd IV. } Gehungert 12 Stunden.
 } Getödtet 9 $\frac{1}{2}$ » post pabulum.

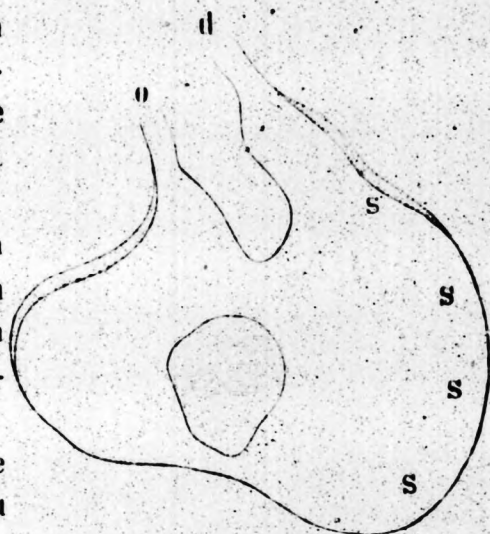
Mageninhalt fest.

Am Schlund und am Anfange des Dünndarms (im Antr. pyloric.) den Wänden entlang war eine feine Heuschicht.

Im Schlundsacke befand sich ein vom Hafer völlig umschlossener Heuball; an der grossen Curvatur war die denselben umschliessende Haferschicht nur ganz dünn.

Im Heuballe war die Reaction Milchsäurereaction; ebenso im übrigen Mageninhalt, ausgen. an der rechten Hälfte der grossen Curvatur, wo Salzsäure vorhanden war.

Im Antrum pyloricum war, wie gewöhnlich, auch keine Salzsäure zu constatiren (siehe Figur 2).



Figur 2.

¹⁾ Die Bezeichnungen: «linke, rechte, vordere und hintere Magenwand» beziehen sich auf den aus dem Körper herausgenommenen Magen, der auf einem Tisch mit dem Schlunde nach links und dem Darm (duodenum) nach rechts liegt. Die solchermassen nach oben wendende Magenwand ist die hintere.

Ausser diesen 4 Pferden wurde ein fünftes mehrere Tage lang mit Hafer und Häcksel gefüttert. Am vorletzten Morgen vor der Tödtung erhielt es ca. 2 Pfund Heu und am Mittag desselben Tages um 12 $\frac{1}{2}$ Uhr, ca. 1 Pfund Heu. Dann hungerte es bis am nächsten Morgen um 4 Uhr und wurde dann mit Hafer allein (2 Kilo) gefüttert. 6 Stunden nach Beendigung der Mahlzeit, die ca. $\frac{3}{4}$ Stunde dauerte, wurde das Pferd getödtet.

Pferd V. $\left\{ \begin{array}{l} \text{Gehungert 15 Stunden.} \\ \text{Getödtet 6 } \gg \text{ post pabulum.} \end{array} \right.$

Mageninhalt von ziemlich fester Consistenz, — wie gewöhnlich etwas wasserreicher in der am tiefsten liegenden Hälfte. Ungefähr in der Mitte derselben befand sich eine Heuschicht, die ca. $\frac{1}{2}$ Zoll hoch war und sich in schräger Richtung von oben bis gegen Curvatura major erstreckte.

Im Schlundsacke fand sich ein vom Hafer völlig umschlossener Heuball. Ausser dem Hafer und dem Heu befand sich im Magen, und besonders in dessen rechter Hälfte, ziemlich viel Häcksel, ohne dass man jedoch wegen der Farbe die Grenzen desselben genau erkennen konnte.

Obenstehende Resultate beweisen also ganz deutlich, dass die früher angenommene baldige Entleerung des Magens, wenigstens in Bezug auf das Pferd, nicht statthat ¹⁾.

Es geht aus den Versuchen hervor, dass sich das Futter bis zu 21 Stunden — ja noch länger²⁾, da man bei Pferd V Häcksel, der also ca. 40 Stunden ante mortem aufgenommen worden, vorfand — im Magen aufhalten kann.

Da ich in den erwähnten 5 Fällen überall Heureste, bzw. Häcksel, im Magen fand, und da der Umstand, dass Heu und Stroh ja cellulosereicher und daher weniger leicht verdaulich als Hafer sind, mir die «Wahltheorie» der alten Physiologen ins Gedächtniss rief, stellte ich die Versuche in umgekehrter Ordnung an.

1) Beim Hunde dauert nach Schmidt-Mühlheim's Angaben die Magenverdauung 12 Stunden. (Grundrisse der speciellen Physiologie der Haussäugethiere.)

2) Ellenberger (Die physiologische Bedeutung des Blinddarmes der Pferde; Archiv f. wissensch. und pract. Thierheilkunde, Bd. V, 1879) fand bei 24 und 36 Stunden post pabulum noch Futter, bei 48 Stunden dagegen fast nichts.

Ellenberger und Hofmeister, Arch. f. wissensch. u. pract. Thierheilk., Bd. 8, 1882, S. 421.

Vier Pferde, die längere Zeit mit Heu gefüttert worden, erhielten ca. 2 Tage lang nur Hafer und Häcksel. Nach einer Hungerzeit von normaler Länge erhielten sie ein gutes (ca. 3 Pfund) Heufutter und wurden dann je eine verschiedene Zeit nach der Mahlzeit getödtet.

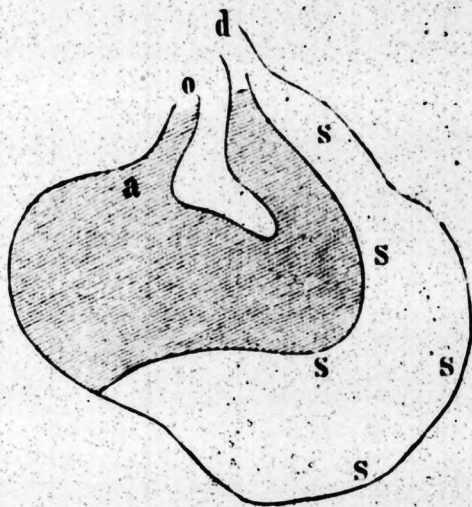
Pferd Ia. } Gehungert von Abends 7 Uhr bis Morgens 8 Uhr,
dann Heufutter.
Getödtet 1½ Stunde post pabulum.

Der Magen war ungeheuer ausgedehnt, der Mageninhalt trocken.

Am Schlund, im Schlundsack, der kleinen Curvatur entlang bis ins Antrum pyloricum hinein, an der linken Wand derselben war nur Heu und herrschte Milchsäurereaction, ausgenommen am Schlund, wo die Reaction eine alkalische war.

Im übrigen Magen, also dem größten Theile der Curvatura major entlang bis ins Antrum pyloricum hinein an der rechten Wand derselben war nur Hafer vorhanden.

Die Reaction war in demselben von der Stelle ab, wo Curvatura major in die Höhe geht, Salzsäurereaction; links davon — ungefähr in der Partie der grossen Curvatur, die der Curvatura minor gegenüber liegt und die mit cutaner Schleimhaut bekleidet ist, war Milchsäurereaction¹⁾ (siehe Figur 3).



Figur 3.

Pferd IIa. } Gehungert von Abends 7 Uhr bis Morgens 7 Uhr,
dann Heufutter.
Getödtet 3½ Stunden post pabulum.

Der Magen normal ausgedehnt, der Inhalt ziemlich fest.

Der grossen Curvatur entlang von der Stelle ab, die dem Schlund-
eingeänge gegenüber liegt, erstreckte sich an der Magenwand, die (intra
vitam) nach links und hinten gerichtet, eine ziemlich beträchtliche Hafer-
schicht. Ein wenig über der Stelle, wo die Curvatura major in die Höhe
steigt, erstreckte sich die Haferschicht auch bis zu der nach vorn und
rechts gekehrten Magenwand. Im Antrum pyloricum erstreckte sich nur
eine ganz dünne Haferschicht der rechten Wand entlang. Sonst — also:
am Schlund, im Schlundsack, am untersten Theile der Curvatura major,
an der rechten und vordern Magenwand sammt, ausgenommen an der
rechten Wand, im ganzen Antrum pyloricum — war im Magen nur Heu
vorhanden.

1) In dem obersten Theile des Antrum pyloricum war ein halb-
kreisförmiges Epitheliom.

Die Reactionsverhältnisse waren folgende: Ueberall im Heu, ausgenommen an der Stelle, die an die emporsteigende Haferschicht grenzte (doch nicht im Antrum pyloricum), war nur Milchsäure.

Im Hafer war Milchsäure links (wie beim vorigen Pferd), Salzsäure überall rechts.

Pferd IIIa. } Gehungert von Abends 6 Uhr bis Morgens 6 Uhr
 } dann Heufutter.
 } Getödtet 5 $\frac{1}{2}$ Stunden post pabulum.

Das Pferd hatte nur wenig Heu gefressen.

Der Magen war zusammengefallen, der Inhalt flüssig, sehr gering und bestand in Bezug auf feste Bestandtheile meistens aus Haferkörnern und nur wenig Heu. Die Reaction, ausgenommen im Antrum pyloricum, deutete auf Salzsäure. Im Schlundsack war die Flüssigkeit etwas schleimig.

Pferd IVa. } Gehungert ca. 12 Stunden, dann Heu.
 } Getödtet 17 $\frac{1}{2}$ » post pabulum.

Der Magen war beinahe leer; der geringe Inhalt war flüssig und bestand aus Hafer und Heu.

Nur in der rechten Hälfte des Magens war Salzsäurereaction zu constatiren.

Schlussfolgerung (vergl. die Schlussfolgerung aus dem I. Theile, S. 374).

Es ergibt sich aus obencitirten Versuchen Folgendes:

1. Der Pferdemagen ist nicht fähig, zwischen verschiedenen Futterarten zu wählen und besonders die am schwersten verdaulichen länger zurückzuhalten.

2. Unter normalen Verhältnissen (d. h. wenn das Thier nicht hungert) wird der Magen nie leer, sondern enthält beim Zutritte eines neuen Futters noch etwas von dem letzaufgenommenen.

3. Die Bewegung des Futters im Pferdemagen ist die folgende: Vom Schlundeingange aus bewegt sich dasselbe fächerartig nach allen Richtungen zugleich also, was besonders hervorzuheben ist, auch nach rechts, und verschiebt den alten Inhalt gegen die grosse Curvatur, und, da sich der Schlundsack rasch füllt und von hier aus der Druck grösser wird, auch darmwärts.

4. Unter gewissen Umständen kann ein Theil des früher aufgenommenen Futters vom neuen völlig eingekapselt werden. Dies trifft wahrscheinlich dann ein, wenn zufällig bei hastigem Fressen und bei bedeutendem Festliegen alter Massen der Druck des hinzukommenden Futters direct in der Richtung der Schlundeinmündung so stark ist, dass ein Absprengen eines Theiles des alten Inhaltes stattfindet. Wenn das abgesprengte alte Futter dann noch dazu etwas nach links und nach oben gedrückt wird, wird es von dem neuen Futter, das sich vom Schlunde aus nach links und nach unten bewegt hat, auf der linken Seite umgeben.

5. Die Eintheilung der Magenverdauung in 3 (oder 4) Perioden ist wahrscheinlich nur bedingungsweise berechtigt.

Erstens ist jedenfalls der Uebergang der einen Periode in die andere ein allmäliger. An kleinen begrenzten Stellen herrscht z. B. auch anfangs (vielleicht schon 15 Minuten post pabulum) Proteolyse (nämlich dicht an der Wand, wo die Fundusdrüsen sind). — Zweitens ist anzunehmen, dass, wenn der Magen (wie wahrscheinlich normaliter bei der Futteraufnahme) nicht leer ist, rechterseits noch die Verdauung des alten Inhaltes (Proteolyse) statthat, während linkerseits bereits die des neu aufgenommenen und zwar zunächst die Amylyolyse beginnt. Die Verdauung des Futters im Speciellen dürfte folgendermassen ablaufen:

a) Ein Theil des Futters geht schon während des Fressens in den Dünndarm über und wird also nur wenig (amylyolytisch) oder gar nicht im Magen verdaut.

b) Ein anderer Theil des Futters wird sowohl amylyolytisch (und zwar stark) als proteolytisch (auch stark) verdaut.

So geht's mit dem nach links in den Schlundsack und von da weiter sich bewegenden Futter.

c) Ein dritter Theil des Futters wird zwar auch amylyolytisch (aber im geringeren Grade), besonders aber proteolytisch im Magen verdaut. So verhält es sich mit dem Futter, das sich vom Schlundeingange nach rechts und nach unten gegen Curvatura major bewegt.

6. Wenn die Verhältnisse, welche bei obenerwähnten Versuchen stattgehabt haben, normaliter stattfinden, muss man im Pferdemagen immer **gleichzeitig** Folgendes constatiren können: Im saccus oesophageus und der Curvatura minor entlang und im eigentlichen Antrum pyloricum Amylolyse, in der Fundusdrüsenregion nur Proteolyse.

7. Beachtenswerth ist auch noch, dass im Antrum pyloricum die Salzsäurereaction verschwindet und dass an ihre Stelle wieder Milchsäurereaction tritt (wie im saccus oesophageus). Es findet demnach im Antrum pyloric. schon eine Vorbereitung für die Darmverdauung durch Abschwächung des Säuregehaltes des Inhaltes statt.

Anmerkung. Im Anschluss an Obenstehendes mag bemerkt werden, dass das Futter ca. 3 Stunden p. p. in das Ileum, ca. 4 Stunden p. p. in das Coecum und ca. 8 Stunden p. p. in das Colon ventrale übergegangen war. Nach Ellenberger's¹⁾ Angaben wurde das Futter 12 Stunden p. p. im Magen und spurenweise im Jejunum und Coecum, 24 Stunden p. p. im Coecum und Jejunum, 48 Stunden p. p. im Colon ventrale und Coecum, 72 Stunden p. p. im Colon dorsale und Colon ventrale, 90—100 Stunden p. p. im Colon dorsale oder Rectum angetroffen.

¹⁾ Die physiologische Bedeutung des Blinddarms der Pferde (Archiv für wissensch. u. pract. Thierheilkunde, Bd. V, 1879).