

Defekte Verdauung und Resorption.

I. Mitteilung.

Von

E. S. London, W. F. Dagaew, B. D. Stassow und O. J. Holmberg.

(Aus dem pathologischen Laboratorium des K. Institutes für exp. Medizin zu St. Petersburg.)

(Der Redaktion zugegangen am 27. Juli 1911.)

I.

Allgemeine Betrachtungen und methodische Angaben.

Von **E. S. London.**

Bei dem experimentellen Studium verschiedener Verdauungs- und Resorptionsfragen bedienen wir uns bis jetzt der Temporärisolierungs- und der Polyfistelmethode. Es gibt aber eine Reihe von Fragen auf diesem Gebiete, welche mit Hilfe dieser Gruppe von methodischen Verfahren allein nicht studiert werden können. Es sind dazu noch andere Hilfsmethoden nötig und zwar in erster Linie die Ausschaltungsmethode. Es liegt eben im Wesen dieser Fragen, daß sie nur durch vollständige temporäre oder permanente Außertätigkeitssetzung, resp. Ausschaltung des betreffenden Organs oder eines Teiles desselben gelöst werden können.

Versuche mit temporärer und permanenter Ausschaltung verschiedener Abschnitte des Verdauungstraktus können dreierlei Interesse bieten.

Einmal ergänzen sich auch unter ganz normalen Verhältnissen die Verdauungsdrüsen gegenseitig in gewissen Grenzen. Nicht immer nehmen die Verdauungsdrüsen infolge von verschiedenen Bedingungen, über die wir uns noch sehr schwer

ein klares Urteil bilden können, einen gleichmäßigen Anteil in der Verarbeitung der Nährsubstanzen. Wenn man namentlich Versuche unter möglichst gleichen äußeren Bedingungen anstellt, so kann man nicht selten wahrnehmen, daß z. B. Eiweißsubstanzen, welche bis zu einer gewissen Grenze sowohl im Magen durch Pepsin, als auch im Darne durch Trypsin verdaut werden können, in einem Falle umfangreichere Veränderungen im Magen, im anderen umfangreichere im Darne erfahren. Wie nun die übliche Koordination und gegenseitige Kompensation stattfindet, diese Frage kann nur durch Versuche mit vollkommener temporärer oder permanenter Ausschaltung verschiedener anatomisch-physiologischer Glieder des Verdauungsapparates oder mit demselben in bestimmter Beziehung stehender Organe geklärt werden.

Zweitens läuft in dem Maße, wie die normale Verdauungsphysiologie aus den koordinierten Funktionen sämtlicher Verdauungsglieder zusammengesetzt ist, die Technik des Studiums der pathologischen Physiologie bald auf temporäre bald auf permanente Ausschaltung verschiedener Funktionen hinaus.

Drittens muß auf die Erschließung der Verdauungspathologie eine rationelle Therapie folgen, zu welchem Zwecke wiederum Experimente dieser Art erforderlich sind.

Eine permanente Ausschaltung verschiedener Abschnitte des Verdauungskanals kann durch gewöhnliche chirurgische Exzisionsverfahren erreicht werden. Zur temporären Ausschaltung können dagegen die nämlichen mechanisch-operativen Eingriffe, welche bei der Temporärisolierungsmethode Anwendung gefunden haben, dienen. Ebenso wie dort, wird auch hier die Ausschaltung des betreffenden Abschnittes vermittelst verschiedener Fistelkanülen und Ballonvorrichtungen erreicht.

Im folgenden sollen nur kurz die Ergebnisse der Ausschaltungsversuche dargestellt werden; ausführlicherwise werden die Versuche in russischen Dissertationen erscheinen.

II.

Die Folgen einer partiellen und totalen Entfernung des Magens.Von **W. F. Dagaew.**

Die aus dem Titel hervorgehende Aufgabe der vorliegenden Untersuchung wurde einer möglichst detaillierten Bearbeitung an Hunden unterzogen, die im Vergleich zu den Kontrolltieren auf dreierlei verschiedene Art operiert worden waren.

Bei einer Reihe der Versuchshunde (6 an der Zahl) wurde mitsamt dem Pylorus die ganze pars pylorica des Magens entfernt, wobei in einem Teil der Fälle 1. das offene Ende (genauer der Anfangsteil) des Duodenums in die hintere Wand des Fundus eingenäht wurde; in einem anderen Teil, 2. das Duodenumende vernäht und eine Anastomose zwischen Magen und Jejunum, 20—25 cm von der plica duodenojejunalis entfernt, hergestellt wurde. Bei einem Hunde hatten wir uns auf letzteres Vorgehen beschränkt, da aber der Hund sich nur langsam nach der Operation erholte, an häufigem Erbrechen litt und nach ca. 3 Wochen an einem Ulcus zugrunde ging, das sich gegenüber der Anastomose entwickelt hatte, so wurde bei zwei anderen Hunden die Operation durch eine Jejunojunostomie ca. 10 cm oberhalb der Gastroenterostomie vervollständigt. Bei einem Hunde wurde der ganze Magen, vom Ösophagus an, etwas über der Cardia bis zum Duodenum, etwas unter dem Pylorus reseziert. Alle diese Hunde wurden mit Magen- oder Darmfisteln versehen, wobei letztere am Ileum, 125 cm von der Ileocoecalklappe entfernt, angelegt wurden. Als Kontrolltiere dienten entsprechende Fistelhunde, bei denen die anatomisch-physiologischen Verhältnisse des Gastrointestinaltraktes unverändert geblieben waren.

Im ganzen wurden 8 Hunde zu den Versuchen herangezogen und an ihnen mehr als 100 Versuche gemacht. Zur Verfütterung gelangten: Traubenzucker- und Amylodextrinlösung, Kuhmilch, Pferdefleisch, zermahlen und in Stücke von verschiedener Größe geschnitten, Fleisch, gemischt mit einer wasserhaltigen Stärkeemulsion, Schweineschmalz und endlich eine gleichmäßige Mischung von Fleisch und Schweineschmalz.

Nur die Zucker- und Amylodextrinlösungen wurden durch die Fistel, mit Hilfe eines Trichters, der durch einen Gummischlauch mit einer durch den Fistelpropfen gesteckten Glasröhre in Verbindung stand, in den Magen gebracht. Alle anderen Nahrungsmittel wurden per os gegeben. Alle Hunde, sogar der magenlose, fraßen mit gutem Appetit. Letzterer konnte übrigens keine großen Mengen mit einemal zu sich nehmen; wenn derselbe sein Maß nicht einhielt, so stellte sich Erbrechen von charakteristischem Typus ein, den man vielleicht «Hals-typus» nennen könnte, insofern bei diesem Akt hauptsächlich die Halsmuskeln merklich teilnehmen. Mit der Zeit wurde die Nahrungsmenge, die er vertragen konnte, immer größer, sodaß er endlich zu kleinen Portionen aus der Hand 300 g Hackfleisch ohne Erbrechen zu sich nehmen konnte.

Sowohl die Versuchsanordnung als auch die Analyse des Chymus entsprach der Beschreibung, die in früheren dem hiesigen Laboratorium entstammenden Arbeiten enthalten ist.

Die Resultate sind nachstehend tabellarisch geordnet, mit allen erforderlichen Bemerkungen versehen, und wir können uns daher hier darauf beschränken, das Gesamtfazit zu ziehen.

I. Die motorische Funktion.

Wenn eine verdünnte (5%ige) Glykoselösung in den Magen gebracht wird, so wird diesem Organ nur die einfache Aufgabe auferlegt, die Lösung in den Darm zur Resorption überzuführen. Ein solches Experiment gibt uns somit ein sicheres Mittel, die rein motorische Funktion des Magens zu studieren.

Tabelle I zeigt nun, daß eine Zuckerlösung den Magen eher verläßt, wenn die pars pylorica erhalten ist, als wenn dieser Abschnitt vollständig ausgeschaltet ist. Daraus ergibt sich die Folgerung, daß die pars pylorica des Magens bei der Magenentleerung nicht als regulatorische Bremsvorrichtung tätig ist, sondern regulatorisch akzelerierend wirkt, gewissermaßen als aspirierende Vorrichtung. Die Notwendigkeit eines derartigen intermediären Apparates ergibt sich, wie anzunehmen ist, daraus, daß der Darm infolge seiner beständigen Kon-

traktionsbewegungen ein bedeutendes Hindernis für die Magenexkretion bietet. Da nach einer Gastro-jejuno-stomie die Entleerung des Magens stärker verlangsamt ist, als nach einer Gastroduodenostomie, so muß, von dem bezeichneten Standpunkte aus beurteilt, die Behinderung der Magenexkretion durch das Jejunum größer, als diejenige durch das Duodenum, angenommen werden.

Tabelle I.
Zuckerlösung. Magenfistel.

1	2	3	4
Dauer des Versuches in Minuten	Menge der gewonnenen Flüssigkeit in ccm	Menge des gewonnenen Zuckers in g	in %,o des zugeführten

Kontrollversuche.

7,5	385	17,7	72
15	357	15,4	63
30	255	9,0	37
45	130	2,0	8
60	40	0,5	2

Nach der Entfernung des pylorischen Magenteiles
mit Gastroduodenostomie.

7,5	428	21,0	86
15	280	14,0	57
30	262	12,8	52
45	215	9,5	39
60	75	3,4	14
75	37	1,6	7
90	—	—	—

Nach Entfernung des pylorischen Magenteiles mit
Gastrojejuno- resp. Jejunojejuno-stomie.

7,5	390	17,5	71
75	246	9,2	37
165	90	3,5	15

Tabelle II.

10 g lösliche Stärke. Magenfistel.

1	2	3	4	5	6	7
Dauer des Ver- suches in Min.	Menge der Flüssigkeit in ccm	Gewonnener Mageninhalt				Reduzierende Substanzen des in ‰ zum Gesamt- zuckerwertes des betr. Mageninhaltes
		Zur Neu- tralisation verbraucht n_{10} -Lauge (-) resp. Säure- menge (+) in ccm	Gesamte Kohlenhydrate (nach Hydrolyse mit HCl) in Zuckerwerten in ‰ des Zugeführten in g			

Kontrollversuche.

7,5	143	- 16,5	5,18	56	0,09	2
15	67	- 17,5	2,85	31	0,04	1
30	60	- 56,0	1,64	18	0,06	4
45	31	- 22,5	1,03	11	0,02	2
60	62	- 66,0	0,74	8	0	0

Nach Entfernung des pylorischen Magenteiles mit
Gastroduodenostomie.

7,5	105	+ 2,5	5,7	61	1,95	34
15	67	+ 6,0	2,8	30	1,03	37
30	45	+ 5,0	2,4	26	0,90	38
45	30	+ 2,5	1,5	16	0,65	43
60	31	+ 6,2	1,5	16	0,63	42
75	44	+ 5,0	2,4	—	0,90	38

Nach Entfernung des pylorischen Magenteiles mit
Gastrojejuno- und Jejunojejunostomie.

7,5	—	+ 2,8	7,86	85	0,36	4
15	136	+ 5,0	6,88	74	0,56	8
30	92	+ 5,0	5,70	52	0,43	5
45	92	+ 5,0	4,56	49	1,75	38
60	65	+ 0,5	3,5	38	0,33	9
90	45	- 5,0	3,0	32	0,25	8
120	25	+ 10,0	1,6	16	0,60	38
135	27	+ 5,0	1,5	14	0,20	2

Tabelle III.
Fleisch. Magenfistel.

1	2	3	4	5	6	7	8
Num- mer des Ver- suches	Dar- reichungs- art des Fleisches (200 g)	des Breies in g	Zusammensetzung des Magenbreies				Verhältnis des auf- genom- menen zum ab- gegebenen N in %
			Menge des zur Neu- tralisation verbrauchten Alkali (—) resp. Säure (+) in $\frac{n}{10}$ ccm	der nicht koagulier- baren Sub- stanzen in g	Stickstoff koagulierbaren Substanzen in g		

Kontrollversuche.

1	gemahlen	180	— 139,6	1,154	0,513	31	26
	Stücke zu 5g	160	— 97,6	0,326	1,962	86	36
	» » 10 »	144	— 100,0	1,050	1,829	63	45
	» » 40 »	120	— 104,0	0,895	3,001	77	61

Nach Entfernung des pylorischen Magenteiles
und Gastroduodenostomie.

	gemahlen	190	— 60,0	1,748	1,643	48	53
	Stücke zu 5g	190	— 66,0	1,620	3,435	68	79
	» » 10 »	260	— 57,2	1,280	4,174	77	85
	» » 40 »	265	— 60,0	1,397	4,265	74	90

Nach Entfernung des pylorischen Magenteiles und Gastrojejun-
und Jejunojunostomie.

	gemahlen	160	— 93,0	2,915	2,252	44	81
	Stücke zu 5g	225	— 66,0	2,026	3,455	63	86
	» » 10 »	240	— 88,0	2,209	3,550	62	90
	» » 40 »	245	— 66,0	2,240	3,909	63	96

Da die pars pylorica des Magens über dem Fundusniveau liegt, so haben wir Grund, ihren Funktionsanteil bei der Entleerung des Magens mit der Rolle eines Transportelevators bei der Ausladung der Kammerreservoirs zu vergleichen.

Wenn die Ausschaltung der pars pylorica hinderlich auf die Entleerung einer Substanz einwirkt, die gar keiner chemischen Verarbeitung durch Verdauungssäfte unterliegt, so mußte solches

erst recht erwartet werden, sofern es sich um Ingesta handelt, die normalerweise hauptsächlich im Magen verarbeitet werden, wie z. B. Fleisch, oder fast ausschließlich im Darm, wie z. B. Amylodextrin und Fett, oder endlich teils hier, teils dort, wie z. B. Brot und Milch. In der Tat läßt sich aus allen Tabellen ersehen, daß die Entfernung der pars pylorica des Magens unvermeidlich zur Verlangsamung der Entleerung des Magens führt. Wenn wir nun berücksichtigen, daß der unversehrte, durch eine offene transpylorische Fistel von dem Einfluß des Darms befreite Magen mit großer Geschwindigkeit entleert wird, so ergibt sich aus der Gegenüberstellung dieser beiden Tatsachen der Schluß, daß:

Tabelle IV.

20 g Schweinefett. Magenfistel.

1	2	3	4	5
Verdauungs- stunden	Gewicht des gewonnenen Breies in g	Zur Neutralisation verbrauchte $\frac{n}{10}$ - Lauge (—) resp. Säurelösung (+) in ccm	Aus dem Magen gewonnene Fettmenge in g	Fettmenge in % des verfütterten Fettes

Kontrollversuche.

2	55	— 26,0	8,31	41
4	15	— 6,0	0,283	1
6	3	— 1,6	0	0

Nach Entfernung des pylorischen Magenteiles mit Gastro-
duodenostomie.

2	70	— 16,0	17,19	86
4	80	+ 30,0	5,54	28
6	90	+ 14,0	4,45	22

Nach Entfernung des pylorischen Magenteiles mit Gastro-
jejuno- resp. Jejunostomie.

2	40	+ 1,2	15,55	78
4	36	+ 2,0	12,42	62
6	29	+ 1,2	10,17	51

Tabelle V.
Prot. Magenrest

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Num- mer des Ver- suches	Ver- dau- ungs- stun- den	(Ge- wicht des ge- won- nenen Breies in g	Menge des zur Neutri- sation verbrauchten Alkali (—) resp. Säure (+) in n/10 ccm	in g	Zusammensetzung des gewonnenen Magenbreies			in g	Filtrat		in g	Verhältnis des aufgenommenen zum abgegebenen sowie der entsprechenden Kohlenhydrate
				N	Dextrine	Kohlenhydrate	Zucker in % der Filtratkohlen- hydrate	N	Filtrierückstand	Stärke in % zu den Speisekohlen- hydraten	N	
I	2	560	777	1,960	8,15	1,49	15	0,429	56,96	56	77	66
II	4	330	—	0,735	2,11	0,5	19	0,123	22,36	22	28	25
III	6	195	—	0,367	1,06	0,12	13	0,068	8,10	8	14	9
Nach Entfernung des pylorischen Magenteiles und Gastroduodenostomie.												
IV	2	365	—	2,212	12,60	1,72	13	0,512	62,96	62	88	75
V	4	245	—	1,283	6,92	1,81	21	0,467	36,85	36	57	45
VI	6	260	—	1,176	6,64	1,22	16	0,215	30,32	30	45	37
VII	8	131	—	0,603	3,05	0,73	19	0,187	18,4	18	25	22
VIII	10	65	—	0,283	1,26	0,24	16	0,106	10,38	10	12	12
IX	12	—	—	0,159	0,41	1,07	—	0,007	0	0	5	1
Nach Entfernung des pylorischen Magenteiles und Gastrojejun- resp. Jejunojejunostomie.												
X	2	400	—	2,404	16,59	11,81	42	—	—	—	—	—
XI	4	419	—	2,173	17,3	7,04	29	—	52,50	50	—	77
XII	6	390	—	2,078	17,06	3,88	19	0,987	42,82	41	99	63
XIII	8	160	—	0,807	7,47	2,97	28	0,454	16,66	16	41	27
XIV	10	30	—	0,795	1,61	0,49	30	0,157	4,27	4	29	6
XV	14	—	—	0,058	0,33	0,15	31	0,014	0	0	2	0,5

Kontrollversuche

1. Die Rückwirkung des Darms auf die motorische Arbeit des Magens nicht, oder vielleicht nicht nur, auf den Pförtner, sondern auf den Fundus projiziert wird:

2. die kräftige Transporttätigkeit der pars pylorica unter normalen Verhältnissen im Antagonismus steht oder vielleicht einfach abwechselt mit rhythmischer Untätigkeit des Fundusteiles.

II. Die mechanische Zerkleinerung.

Für eine richtige Bewertung der mechanisch zerkleinernden Arbeit der pars pylorica des Magens, sind spezielle Beobachtungen an Hunden mit drei Fisteln erforderlich, einer am Fundus, der anderen diesseits, der dritten jenseits des Pförtners ohne und mit Ausschluß des Antrum, wobei als Versuchsnahrung unter anderem eine Substanz dienen muß, die der fermentativen Bearbeitung hauptsächlich im Darm unterliegt, z. B. Kartoffeln. Derartige Versuche stehen noch aus und vorläufig stehen uns nur Daten zur Verfügung, die den Mageninhalt bei Fütterung mit je 200 g in verschiedenem Grade künstlich zerkleinerten (Fleischhackmaschine, oder in Stücke von 5, 10 und 40 g zerschnitten) Fleisches betreffen. In dem nach 3 Stunden erhaltenen Mageninhalt wurde unter anderem auch die Zahl und der Zustand der Fleischstücke bestimmt. Es stellte sich heraus, daß bei einem normalen Hunde nach 3 Stunden von 40 Fleischstücken à 5 g nur 16, dem Anscheine nach wenig veränderte Stücke gefunden wurden, während bei einem Hunde mit Gastroduodenostomie 34 und mit Gastrojejunostomie 30 Stück nachgeblieben waren.

In einem anderen Versuch mit Einführung von 20 Stücken Fleisch à 40 g fanden sich beim Kontrolliere 8 Stücke fast unveränderten Fleisches, während bei den Versuchshunden fast unveränderte 19 und 17 Stücke gezählt wurden. Wenn 5 Stück à 40 g eingeführt wurden, so fanden sich alle 5 vollständig wieder, jedoch waren sie ungefähr um die Hälfte kleiner geworden, während bei den Versuchshunden auch die Größe der Stücke kaum unverändert erschien. Sicher spielt hier die chemische Seite der Verdauungsarbeit eine hervorragende Rolle,

es liegt aber kein Grund vor, die Bedeutung der zerkleinernden Wirkung des Antrums vollkommen auszuschließen. Übrigens sind für eine richtige Deutung dieser Tatsachen obenerwähnte spezielle Versuche nötig.

III. Das sekretorische Verhalten.

Nach Entfernung der pars pylorica des Magens verschwindet die anatomische Grenze zwischen den Gebieten der cis- und transpylorischen Sekretion. Die normale Bewegungsrichtung des Mageninhaltes vom Magen zum Darm kann wegen Fehlens eines Hindernisses durch einen entgegengesetzten Strom vom Darm zum Magen gestört werden. Dieser Rückfluß¹⁾ ist dem Grade nach verschieden, je nach der Zusammensetzung des Verdauungsmaterials. Bei reiner Eiweißkost, z. B. Fleisch, fehlt der Rückfluß, wie es scheint, entweder vollständig oder er ist jedenfalls unbedeutend. Der Mageninhalt behält dabei sein normales Aussehen und eine stark saure Reaktion (Tab. III, 14). Bei Zufuhr von reinen Kohlenhydraten, z. B. Amylodextrin, oder von Schweineschmalz ist der retropylorische Rückfluß so stark, daß die ganze Verdauungsperiode hindurch im Magen eine relativ stark alkalische Reaktion besteht (Tabelle II, 3). Bei gemischter Nahrung ist die Reaktion bald sauer, wie bei Brot (Tab. V, 4) und Eigelb, bald alkalisch, wie bei Milch (Tab. VII, 3).

Tabelle VI.

Eiergelb aus gekochten Eiern. Magen- und Darmfistel.

1 Versuchshunde	2		3		4		5			
	Gehalt des Fettes an freien Fettsäuren (% nach Subtraktion des präexistierenden Fettsäuregehaltes)									
	Mageninhalt				Darminhalt 125 cm vom Coecum					
	2		5		2		5			
Stunden nach der Speisezufuhr										
Normaler Hund	7		13		49		54			
Gastroduodenostomie	} Pylorusteil entfernt		10		19		44		42	
Gastrojejunostomie			—		18		35		58	

¹⁾ Vgl. Karl Öhrl und A. Schittenhelm, Z. f. d. ges. Physiol. u. Path. d. Stoffw., 1910. S. 881.

Tabelle VII.
Milch. Magenfistel.

1	2	3	4				7	8	9	10		
			Zusammensetzung des Magenbreies							Zucker	Fett	Verhältnis (in %) der gewonnenen Substanzen zu den zugeführten
Namen des Versuches	Dauer der Verdauung in Stunden	Säure (—) resp. Alkali-gehalt (+) in ccm einer 1/10-Normal-lösung	nicht koagu-labler Sub-stanzen	koagu-labler Sub-stanzen	Zu-sam-men	in g	in g	in g	in %			Zucker

Kontrollversuche.

I	1	— 100	0,924	0,567	1,491	7,44	11,04	6	22	46	81
II	3	— 144	0,487	0,03	0,517	0,42	2,92	6	1	15	27
III	4	— 46	0,442	0,03	0,472	0,47	2,29	5	1	14	11
IV	5	— 7,5	0,109	0,01	0,119	0,14	0,54	5	0,4	3	5

Nach Entfernung des pylorischen Magenteiles mit Gastro-duodenostomie.

V	1	+ 4	1,024	1,047	2,071	21,05	8,96	8	63	64	66
VI	3	+ 3,2	0,712	0,752	1,579	5,28	6,39	17	16	46	60
VII	4	+ 10,0	0,588	0,542	1,130	3,92	5,2	7	11	33	24
VIII	5	+ 15,0	0,408	0,503	0,911	1,68	0,36	6	5	25	4
IX	6	+ 24,5	0,235	0,752	0,987	1,47	0,71	6	4	28	4
X	7	+ 19,0	0,259	0,554	0,813	0,84	0,80	6	2	26	5
XI	8	+ 45,0	0,196	0,625	0,821	1,08	0,89	6	4	28	5
XII	10	+ 8,0	0,214	0,559	0,778	0,62	0,76	5	2	27	5
XIII	12	+ 6,0	0,209	0,335	0,544	0,38	0,56	7	1	16	4

Nach Entfernung des pylorischen Magenteiles mit Gastrojeuno- und Jejunojunostomie.

XIV	3	+ 31,2	1,238	0,920	2,158	4,62	8,49	10	13	68	57
XV	6	+ 10,0	0,519	0,850	1,369	1,24	6,08	7	4	43	41
XVI	8	+ 15,0	0,399	0,797	1,196	1,0	2,03	7	6	41	14
XVII	10	+ 5,3	0,368	0,568	0,936	0,4	1,94	5	3	29	12
XVIII	12	— 2,8	0,289	0,296	0,585	0,21	1,79	4	1	18	12

Nach Entfernung der pars pylorica erfährt auch die Magensaftsekretion eine bedeutende Veränderung. Erstens macht sich eine Verspätung des Beginns der sekretorischen Tätigkeit des Magens bemerkbar. Am deutlichsten tritt das hervor, wenn man bei Milchfütterung den Abfluß aus der Ileumfistel beobachtet. Bei normalen Hunden beginnt nach 6—8 Minuten aus dieser Fistel eine vollkommen klare, gelbliche Flüssigkeit abzufließen, die hauptsächlich aus angedautem Milchserum besteht, welches nach der Gerinnung der Milch den Magen verläßt. Ist aber die pars pylorica reseziert und der Hund gastroduodenostomiert, so läuft aus der Ileumfistel im Laufe der ersten Stunde ganz unveränderte Milch. In der Periode des Niederganges der Magenverdauung wird wiederum eine starke Abnahme der Sekretion beobachtet. Das ist deutlich zu sehen an dem Aussehen des Mageninhaltes der Versuchshunde von der 5. bis 6. Stunde: bei Öffnen der Magenfistel läuft sehr wenig Flüssigkeit ab und im Fundus läßt sich mit dem Finger ein käsiger Klumpen abtasten, der nur zerstückelt mit Hilfe einer Pinzette unter Augenkontrolle herausbefördert werden kann. Je mehr sich die Verdauungsperiode ihrem Ende nähert, um so kleiner wird dieser Klumpen, er nimmt aber nur recht langsam an Größe ab.

Im allgemeinen sezerniert ein des Antrums beraubter Magen *ceteris paribus* in geringeren Mengen, als unter normalen Umständen der Fall ist. Besonders deutlich tritt das in den Versuchen mit Brotfütterung hervor (Tab. V, 3). Obgleich die Magenentleerung bei den Versuchshunden langsamer vor sich ging, und in jedem gegebenen Zeitpunkt der Magen bei denselben mehr Speisereste enthielt, als bei dem Kontrolltier, und obgleich ein Rückfluß aus dem Darm bestand, so wurde doch bei diesen Hunden *ceteris paribus* fast auf allen Etappen der Verdauung der Mageninhalt an Gewicht kleiner befunden, als beim Kontrolltier.

Auf einen Zusammenhang des Antrum mit der Fundalsekretion weisen auch die Arbeiten von Groß, Borodenko und Zeleny und Sawitsch hin.

IV. Der Verdauungschemismus.

Die Ausschaltung der pars pylorica wirkt zurück, sowohl auf die Verdauungsvorgänge im Magen, als auf diejenigen im Darm.

a) Die Magenverdauung.

Je nach der Nahrungsart ergibt sich das eine oder das andere Bild der Einwirkung.

1. Bei reiner Eiweißkost (Fleischnahrung) tritt eine Verzögerung des Ablaufes der Verdauungsvorgänge im Magen ein und zwar eine um so stärkere, je größer das Volumen der verschluckten Stücke war, der Charakter dieser Vorgänge bleibt aber unverändert. In jedem beliebigen Zeitpunkt finden sich sowohl bei den Versuchstieren, wie auch bei den normalen Hunden verdaute und unverdaute Substanzen, wobei bei beiden Arten der Hunde die entsprechenden Substanzen denselben Spaltungsgrad aufweisen. Bei dem normalen Hunde war die Peptidzahl im Durchschnitt 69, bei den Versuchshunden 73 und 70. Der Chemismus bleibt somit normal.

2. Bei jener Kostmischung wie Brot, Eigelb, bei der ein Rückfluß transpylorischer Sekrete stattfindet, aber nicht in dem Grade vor sich geht, daß die saure Reaktion des Mageninhaltes verändert wird, nähert sich der Charakter der chemischen Prozesse im Magen, besonders nach einer Gastrojejunostomie, ständig dem Typus normaler Duodenal- und Oberjejunalprozesse, in welchen Darmabschnitten der Verdauungsinhalt ein Gemisch von cis- und transpylorischen Sekreten ist, mit saurer Gesamtreaktion. Wenn das Brotquantum 200 g beträgt, so erreicht normalerweise der Dextringehalt 8,15 g (Tab. V, 6 und 7) und der Gehalt an reduzierenden Substanzen, in Form eines Zuckeräquivalentes, 1,49 g. Nach Ausschaltung der pars pylorica des Magens erreichen diese Werte eine Höhe bis zu 17,3 und 11,84, d. h. vergrößern sich bedeutend (bis zu 42% reduzierende Substanzen, gegen 19, Tab. V, 8). In dieser Hinsicht gibt die Gastrojejunostomie, auch wenn sie mit Jejunojejunostomie kombiniert war, viel überzeugendere Daten, als die Gastroduodenostomie.

Intensität und Extensität des Spaltungsprozesses der Verdauungsprodukte der Stärke gehen hier nicht parallel, und in jedem Zeitpunkte der Verdauungstätigkeit ist der Stärkegehalt höher bei den Versuchstieren, als bei den normalen (Tab. V, 11). — Bei Eigelbkost wird ebenfalls Erhöhung der Fettspaltung im Magen beobachtet (Tab. VI, 2—3), bei Abschwächung des Verdauungsprozesses.

Tabelle VIII.
Milch. Ileumfistel.

1	2	3	4	Zusammensetzung des Breies						11	Verhältnis (in %) der betreffenden Stundenportion zum gesamten Chymus			
				nicht koagulabler Substanzen in einzelnen		koagulabler Substanzen in einzelnen		8	9		10	12	13	14
Nummer resp. Viertelstunde	Stunde	Viertelstunden	Stunden	Viertelstunden	Stunden	Viertelstunden	Stunden			Verhältnis zum Gesamt-N der betr. Stundenportion in %				
				in g		in g				in g		Mittelwerte		
Kontrollversuche.														
I		41		0,126		0,023				1,20	0,10			
II	1	55	128	0,143	0,442	0,010	12	0,497		1,50	0,30	15	21	15
III		14		0,123		0,010				0,57	0,05			
IV		18		0,05		0,012				0,22	0,10			
I		175		0,357		0,020				5,29	0,18			
II	2	84	347	0,167	0,805	0,007	6	0,956		2,62	0,07	53	39	32
III		60		0,225		0,028				3,14	0,93			
IV		28		0,056		0,003				0,94	0,19			
I		66		0,151		0,017				1,61	0,31			
II	3—4	34	196	0,142	0,505	0,042	17	0,633		0,57	0,28	24	26	28
III		32		0,078		0,027				1,22	0,15			
IV		64		0,134		0,017				2,14	0,28			
I		12		0,048		0,021				0,07	0,18			
II	5—6	12	59	0,079	0,276	0,026	21	0,336		0,08	0,19	7	14	26
III		13		0,062		0,008				0,10	0,22			
IV		22		0,087		0,016				1,40	0,35			
Im ganzen . . .		730		1,928				2,422		22,67	3,88			

Tabelle VIII. — Fortsetzung.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Versuchs- Num- mer resp. Stunde Viertel- stunde	Stunde	Menge des aufgenom- menen Breies in einzelnen		Zusammensetzung des Breies				Ge- samt- N	Zucker (Hydro- lyse durch HCl) in einzelnen Viertelstunden in g	Fette	Verhältnis (in %) der betref- fenden Stunden- portion zum gesamten Chymus Zucker X 100 Mittelwerte		
		Viertel- stun- den in g	Stun- den	nicht koagu- labler Substanzen in einzelnen Viertel- stun- den in g	Stun- den in g	Stickstoff koagulabler Substanzen in ein- zelnen Viertel- stun- den	Verhält- nis zum Gesamt-N der betr. Stunden- portion in %				12	13	14

Nach Entfernung des pylorischen Magenteiles mit Gastrojejunostomie resp. Jejunostomie.

I		10		0,042		0,013			0,03	0,08			
II	1-2	15	71	0,046	0,312	0,017	22	0,391	0,13	0,05	15	11	10
III		11		0,098		0,024			0,34	0,15			
IV		35		0,126		0,025			1,26	0,18			
I		15		0,054		0,036			0,40	0,15			
II	3-4	50	134	0,116	0,209	0,044	33	0,316	2,66	0,20	12	16	12
III		25		0,078		0,014			2,02	0,14			
IV		44		0,061		0,057			2,08	0,07			
I		50		0,128		0,033			2,91	0,27			
II	5-6	8	80	0,046	0,305	0,029	28	0,415	0,23	0,44	16	28	18
III		14		0,056		0,017			0,90	0,08			
IV		8		0,075		0,031			0,30	0,06			
I		10		0,057		0,025			0,20	0,05			
II	7-8	30	93	0,104	0,358	0,063	32	0,548	0,35	0,32	21	7	26
III		13		0,059		0,022			0,18	0,19			
IV		40		0,138		0,080			0,38	0,68			
I		30		0,123		0,105			0,60	0,42			
II	9-10	10	61	0,054	0,214	0,029	41	0,405	0,04	0,13	16	5	12
III		14		0,037		0,028			0,07	0,03			
IV		7		—		—			0,05	0,02			
I		18		—		—		0,147	0,04	0,31			
II	11-13	10	58	—	—	—	—	0,092	0,02	0,24	19	2	23
III		5		—		—		0,025	0,02	0,07			
IV		25		—		—		0,233	0,20	0,50			
Im ganzen		497		1,398				2,571	15,41	4,83			

3. Reine Kohlenhydrate und Fette bestimmen für beide der erwähnten Abweichungen von der Norm diejenige Art der Magenverdauung, die unter normalen Verhältnissen typisch ist für den mittleren Darmabschnitt mit ständig alkalischer Reaktion. So steigt bei Amylodextrinzufuhr der Gehalt an reduzierenden Substanzen im Magen bis zu 43 (Tab. II, 7) gegen den maximal normalen Wert von 4%. Ebenso geht bei Fütterung mit Schweineschmalz die Fettspaltung mit Seifenbildung einher, wovon in der mittleren Phase der Verdauungsperiode bis zu 0,2 g nachgewiesen werden kann.

Die Beobachtungen bei Fütterung mit Kohlenhydraten und Fetten decken sich im allgemeinen mit denjenigen bei Milchfütterung. Die chemische Natur der Magenverdauung nähert sich dabei, wegen Vorherrschaft alkalischer Reaktion, dem Typus der normalen Vorgänge in den mittleren Darmabschnitten: sowohl Lactase, als auch Fette (Tab. VII, 9) und Eiweiß (Peptidzahl) der Milch erfahren dabei bedeutend tiefere Veränderungen als normal.

Unter dem Einfluß der Ausschaltung der pars pylorica des Magens verändert sich auch der Ablauf der Magenentleerung. Am deutlichsten ist das in den Versuchen mit Milchfütterung zu sehen (Tab. VII, 10—12). Unter normalen Verhältnissen verläßt der ganze Zucker den Magen in 1—2 Stunden. N-haltige Substanzen verweilen darin etwas länger und noch länger die Fette. Nach Entfernung der pars pylorica des Magens verläßt in der ersten Stunde die Milch den Magen in gleichmäßigem Strome mit allen ihren Bestandteilen, denn, wie oben bemerkt worden ist, läuft die Milch in den Darm und durch ihn hindurch ganz unverändert und unverkäst. Daher erhalten wir, an Stelle der verschieden großen Zahlenwerte für den normalen Mageninhalt, eine Stunde nach der Milchaufnahme mit 22% (Zucker), 46% (N) und 81% (Fett), eine Reihe gleichwertiger Zahlen: 63, 64 und 66. Im weiteren Verlauf beginnt ein getrennter Abfluß für die einzelnen Milchkomponenten aus dem Magen, jedoch nicht in der normalen Reihenfolge: Am langsamsten verläßt den Magen nicht das Fett, sondern das Eiweiß.

β) Die Darmverdauung.

Es ist selbstverständlich, daß eine Abweichung der Magenverdauung von der Norm auch eine Veränderung des Ablaufes der Verdauungsprozesse im Darm nach sich zieht. In den nachstehenden Versuchen haben wir die Darmverdauung hauptsächlich für Milchfütterung verfolgt und nur teilweise für Eigelbfütterung.

Da ein Versuch mit kontinuierlichem Chymusabfluß (während der ganzen Verdauungsperiode geöffnete Fistel) gezeigt hatte, daß das obere Ileum bei 600 ccm Milch eine sehr große Menge Fistelextrakt liefert, so wurde zur Wahrung möglichst natürlicher Versuchsbedingungen die Methode der diskontinuierlichen Exkretion vorgezogen. Jede Stunde wurde die Fistel für 15 Minuten geöffnet, um den Chymus abfließen zu lassen, und darauf für $\frac{3}{4}$ Stunden geschlossen. Auf diese Weise geben 4 untereinander verkettete Versuche ein der Wirklichkeit nahestehendes Bild der Chymusfortbewegung.

Ein flüchtiger Blick auf Tab. V genügt, um sich davon zu überzeugen, daß nach Ausschaltung der pars pylorica des Magens die Bewegung des Chymus durch den Darm stark verändert wird, wobei die Veränderung verschieden ist, je nach der Art der Vereinigung des Fundesteiles mit dem Darm. Unter normalen Verhältnissen ist die Geschwindigkeit der Fortbewegung des Chymus durch den oberen Ileumabschnitt am größten in dem ersten Viertel der 2. Stunde (175 ccm). Nach einer Gastroduodenostomie ist das in der ersten Viertelstunde nach der Fütterung der Fall (148 ccm), während nach einer Gastrojejunostomie eine derartige Beschleunigung der Fortbewegung des Chymus nicht beobachtet wird. Wenn wir die Teilstundenwerte summieren, so fällt normal die Periode der lebhaftesten Chymuspassage auf die 2. Stunde, bei Gastroduodenostomie auf die 1. und bei Gastrojejunostomie auf die 3.—4. Stunde.

Die Gesamtmasse des das obere Ileum passierenden Chymus ist bei der Gastroduodenostomie größer (um ca. 200 ccm) als in der Norm und zwar, wie es scheint, deswegen, weil in der Frühperiode der Verdauung unveränderte Milch eintritt. Nach

Gastrojejunostomie ist umgekehrt die Gesamtmasse des Chymus kleiner, wahrscheinlich deswegen, weil der Chymus in kleinen Portionen in den Darm gelangt, und dank der langsamen Passage durch den oberen Darmabschnitt einer stärkeren Resorption unterworfen wird.

Was für die Gesamtmasse des Chymus gilt, trifft auch für die einzelnen Nahrungskomponenten zu. Normal wurden aus der Fistel entleert: 2,422 g N, 22,67 g Zucker und 3,88 g Fett. Bei einem gastroduodenostomierten Hunde: 1,798 g N, 30,43 Zucker und 10,38 Fett, und nach einer Gastrojejunostomie: 2,571 N, 15,41 Zucker und 4,83 Fett. Besonders auffallend ist der hohe Wert für Fett nach Gastroduodenostomie, was aber durch den Eintritt einer großen Menge unveränderter Milch in den Darm erklärt wird.

Es ist wohl anzunehmen, daß die Details der erwähnten Abweichungen von der Norm in den einzelnen Versuchen durch technische Verschiedenheit der Operationen Eingriffe beeinflußt sein müssen, doch muß der allgemeine Charakter dieser Abweichungen immer gleich sein.

Die Einwirkung der totalen Magenexzision auf die Verdauung.

Die Frage, auf welche Weise und in welchem Grade die totale Ausschaltung des Magens von dem Verdauungsapparat kompensiert wird, verlangt zu ihrer vollständigen Klärung eine sehr große Zahl verschiedenartiger Untersuchungen. Fürs erste wurden an einem Hunde, bei dem der Ösophagus unmittelbar mit dem Duodenum verbunden war, Exkretionsversuche durch eine im oberen Ileumabschnitt angebrachte Fistel, bei reiner Fleischfütterung (gehackt 100 g) und unter Zusatz von Stärke (10 g) oder von beiden Substanzen, und bei Milchfütterung (150 ccm), angestellt. Bei Herstellung eines Gemisches wurde sorgfältig auf Gleichmäßigkeit desselben geachtet.

Ohne vorläufig auf Einzelheiten der Versuche einzugehen, wollen wir uns auf Wiedergabe der Gesamtergebnisse beschränken:

Bei einer jeden der angeführten Nahrungsarten können

in der Fortbewegung des Darminhaltes drei Perioden sicher unterschieden werden.

Ungefähr 8 Minuten nach der Nahrungsaufnahme beginnt die erste Portion des Darminhaltes in ganz unveränderter Form sich aus der Fistel zu zeigen, oder was dasselbe ist, den oberen Teil des Ileums zu passieren. Z. B. Milch erscheint als solche, ohne jedes Zeichen einer Verkäsung.

Nach $\frac{1}{2}$ —1 Stunde erscheinen leicht von der Verdauung angegriffene Speisereste. Besonders deutlich tritt das an der Milch hervor, wenn die rein milchige Flüssigkeit durch verkäste Massen abgelöst wird. Darauf folgt die Passage fast reiner Verdauungssekrete (Gemisch von Pankreassaft, Galle und Darmsaft). Zuletzt kommt die 3. Periode, die dadurch charakterisiert ist, daß die sich fortbewegenden Massen beinahe das Aussehen des gewöhnlichen Darmchymus haben, der sich von der Norm nur durch Reichtum an unverdauten Speiseteilen unterscheidet.

Die Menge des Chymus, die hier hauptsächlich von der Sekretmenge abhängig ist, schwankt je nach der Zusammensetzung der Nahrung. Bei reiner Fleischnahrung (100 g) betrug das Gewicht des Chymus 126 g. Nach Zusatz von 10 g Stärke stieg das Gewicht des Chymus auf 140, nach 10 g Fett auf 213 und nach Zusatz beider Substanzen auf 235 g. Nach Aufnahme von 150 ccm Milch wurde Chymus im Gewichte von 213 g erhalten.

Bei Milchnahrung wurde die größte Menge N-haltiger Substanzen resorbiert, denn statt der mit Milch zugeführten 0,807 g N wurde durch die Fistel 0,546 g zurückerhalten (= 68%). Tatsächlich war die Resorptionsquote noch größer, weil ein Teil des Chymus-N aus den Sekreten stammt. Bei reiner Fleischnahrung betrug der N-Gehalt des Chymus 88% der Zufuhr, bei Fleisch mit Stärke 71%, bei Fleisch mit Fett 89%, bei einer Mischung von Fleisch mit Fett und Stärke 87%. Was die Zusammensetzung der N-haltigen Chymusbestandteile anbelangt, so ist zu bemerken, daß bei allen Nahrungsarten dieselbe einen Reichtum an koagulierbaren N-haltigen Stoffen aufwies (63—73%: das verfütterte Fleisch enthielt von solchen Stoffen 82%). Kohlenhydrate wurden besser resorbiert. Aus Milch

wurden 57%, aus Stärke 72% resorbiert. Über den Fettgehalt ist es noch schwierig zu urteilen, weil Fette wahrscheinlich im Anfangsteile des Darmes aufgehalten werden.

Kurz, die Fortbewegung des Speisebreies im Darm und die Umwandlung seiner Bestandteile beim Fehlen des Magens bietet ein ganz eigentümliches, von der Norm durchaus verschiedenes Bild.

Einige Zeit nach Beendigung der Versuche an dem magenlosen Hunde fiel die Kanüle aus der Fistel heraus. Bei gesunden Hunden haben solche Zufälle in der Regel keine besonderen Folgen. Wenn dem Hunde einige Tage keine Nahrung verabfolgt wird, schließt sich die Fistel spontan infolge von Narbenschumpfung. Im gegebenen Falle ging die Narbenschumpfung sehr langsam vor sich und der Hund ging ein. Bei der Sektion stellte sich heraus, daß die Wand des Duodenums stark verdünnt war und sich hier gewissermaßen ein Reservoir gebildet hatte, scheinbar um den herbeigeführten künstlichen Defekt zu kompensieren.

III.

Die Bedeutung der Resektion verschiedener Darmabschnitte für die Verdauung.

Von B. D. Stassow.

Nachstehende Versuchsreihe hatte den Zweck, aufzuklären, in welcher Weise ein permanenter Ausschluß dieses oder jenes Darmabschnittes auf der Strecke vom Pylorus bis zum Anus die Fähigkeit sowohl oberhalb als unterhalb liegender Abschnitte des Verdauungsapparates beeinflußt. Eine derartige Aufgabe setzt selbstverständlich eine große Menge verschiedenartiger Kombinationen operativer Eingriffe voraus. Fürs erste wollen wir uns daher darauf beschränken, die für das Jejunum, Ileum und den oberen Abschnitt des Dickdarmes erhaltenen Daten mitzuteilen.

Die Versuche bestanden darin, daß an bestimmten Stellen des Darmes Fistelkanülen angelegt wurden, und wenn nach ca. 3 Wochen der Hund sich von der Operation vollkommen erholt hatte, so wurde er einem genauen Studium unterworfen.

Der Hund wurde im Gestell befestigt und erhielt eine gleichmäßig zubereitete Nahrung aus Fleisch, Stärke und Schweinefett. Der aus der Fistel fließende Chymus wurde in einem im Eisschrank aufbewahrten Gefäß aufgefangen nach gewogenen Stundenportionen. Die für eine ganze Verdauungsperiode aufgefangene Chymusmenge wurde einer vollen Analyse, wie sie in vorhergegangenen Untersuchungen ausgeführt worden war,¹⁾ unterworfen. Einige Zeit nachher wurde dem Hunde dieser oder jener Darmabschnitt reseziert, und nachdem der Hund nach einigen Wochen vollkommen wiederhergestellt war, wurde er wieder in derselben Weise wie vor der Resektion beobachtet. Die Beobachtungen der Folgeerscheinungen der Resektion wurden möglichst lange fortgesetzt, d. h. entweder bis zum natürlichen Tode des Tieres oder bis zu dem Zeitpunkt, wo es wünschenswert erschien, noch eine neue Resektion vorzunehmen. Aus den Tabellen, in die alle erhaltenen Zahlenwerte aufgenommen und die mit allen notwendigen Bemerkungen versehen sind, ist leicht zu ersehen, wie die normalen Verhältnisse hier geändert werden.

In der Norm sind bei jeder Speisensart die einzelnen Abschnitte des Verdauungstraktus auf einen ganz bestimmten Anteil in der Verarbeitung der Nahrungsbestandteile angewiesen. Aus der an einer bestimmten Verdauungsstufe angelegten Fistel gewinnt man also mit dem Chymus einen bestimmten Teil der Nahrungsstoffe, welcher noch unresorbiert oder sogar unverdaut geblieben ist, zurück. Wird nun ein Darmstück ausgeschnitten, so muß die Verdauungs- resp. Resorptionstätigkeit einzelner Teile des Verdauungsapparates sich ändern und demgemäß die Fistelexkretion Abweichungen von der Norm aufweisen.

Bei 2 Hunden (Nr. 1 und Nr. 4) wurde eine Ileumresektion unterhalb der Fistelstelle ausgeführt, und zwar wurde bei einem Hunde (Nr. 4) ca. $\frac{1}{3}$ und beim anderen (Nr. 1) etwa $\frac{1}{2}$ des Darmrohrs ausgeschaltet. Bei beiden Hunden begann die Fistel nach der Operation geringere Mengen un-

¹⁾ E. S. London und A. W. Sivré, Diese Zeitschrift, Bd. 60. S. 194.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Datum	Dauer des Versuches in Stunden	Gewicht des gewonnenen Chymus in g	Stickstoff			Kohlenhydrate			Fette	Differenz zwischen den zugeführten und zurückgewonnenen (in %)		
			Filtertrakt in g	Filterrückstand in g	in % zum gegebenen N	Filtertrakt in g	Filterrückstand in g	in % zu den gegebenen Kohlenhydraten		N	Kohlenhydrate	Fette

Hund Nr. 1 (Nahrung: 400 g Hackfleisch, 50 g Stärke und 25 g Fett).

Kontrollversuche (Fistel aus der Mitte des Dünndarmes).

6. V. 1910	11½	692	3,79	0,80	6	1,68	16,27	36	16,65	64	60	31
10	13	546	2,83	0,52	4	3,86	17,54	39	15,51	73	52	36
16	11	785	5,44	0,96	8	1,91	14,07	31	8,41	50	64	65

Nach der Darmresektion (4. VI. 1910 reseziert 164 cm Darm unterhalb der Fistel 25 cm oberhalb der Ileocoecalklappe).

12. VI. 1910	12	287	1,41	0,64	5	4,08	9,10	20	1,79	84	46	93
24	12	275	2,18	0,19	1	2,80	11,48	26	3,27	82	68	87
28	13	303	1,94	0,31	2	4,17	11,45	26	1,42	82	65	94
8. IX.	7	590	4,87	1,74	14	3,66	23,99	53	13,36	48	39	45
28	5	1125	7,64	3,29	26	5,78	16,11	36	20,48	15	51	16

6. X. †

Hund Nr. 2 (Nahrung: 400 g Hackfleisch, 50 g Stärke und 20 g Fett).

Kontrollversuche (Fistel bei der Ileocoecalklappe).

28. V. 1910	12	187	0,37	0,32	3	2,19	3,57	8	0,49	95	93	98
3. VI.	12	140	0,84	0,21	2	1,40	2,30	5	0,28	90	95	99
14	12	155	0,89	0,03	—	3,54	6,73	15	1,71	85	85	—

Nach der Dünndarmresektion (18. VI. reseziert 132 cm Jejunum unterhalb der plica duodenalis).

20. VI. 1910	12	548	2,02	0,21	2	4,92	3,15	7	2,34	83	82	88
30	12	207	0,98	0,27	2	2,50	2,0	4	0,09	90	90	95
6. VII.	12	238	1,12	0,23	2	3,64	1,62	4	0,52	90	88	97
9. IX.	11	588	3,20	0,31	3	4,49	18,05	40	2,64	73	52	86
28	13	550	2,50	0,22	2	5,48	7,61	17	2,02	79	71	90
29. XI.	12	741	2,57	0,22	2	8,20	15,61	35	2,51	78	47	87
3. XII.	13	652	2,89	0,22	2	8,30	13,89	31	4,53	76	50	77
30	12	672	2,64	0,24	2	1,80	1,07	2	1,20	78	93	94
18. I. 1911	12	732	2,42	0,21	2	3,23	25,75	57	3,21	79	36	83
15. II.	12	467	1,53	0,10	1	6,29	3,39	8	—	87	78	—
15. III.	1	359	1,59	0,22	2	2,29	10,41	23	—	86	72	—

Fortsetzung.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Datum	Dauer des Versuches in Stunden	Gewicht des gewonnenen Chymus in g	Stickstoff			Kohlenhydrate			Fette	Differenz zwischen den zugeführten und zurückgewonnenen (in		
			Filtertratt in g	Filterrückstand in g	in % zum gegebenen N	Filtertratt in g	Filterrückstand in g	in % zu den gegebenen Kohlenhydraten		N	Kohlenhydrate	Fette

Nach der Dickdarmsekretion (30. III. reseziert 10 cm unterhalb der Ileocoecalklappe).

18. IV. 1911	12	367	1,36	0,08	1	1,0	10,06	23	—	89	75	—
5. V.	12	577	2,16	0,13	1	7,81	11,56	26	—	82	57	—
1. VI.	12	369	1,46	0,15	1	5,53	7,05	16	—	87	72	—

Hund Nr. 3 (Nahrung: 200 g Hackfleisch, 25 g Stärke und 10 g Fett).

Kontrollversuche (Fistel an der Grenze zwischen Jejunum und Ileum).

15. II. 1911	12	173	0,61	0,17	2	3,88	3,42	15	—	88	67	—
23.	11	148	0,71	0,15	2	5,65	1,65	7	—	87	67	—
2. III.	11	119	0,72	0,10	2	4,89	1,59	7	—	87	71	—

Nach der Darmresektion (7. III. reseziert 150 cm aus dem Jejunum oberhalb der Fistel).

15. III. 1911	11	497	2,10	0,14	2	9,08	7,40	32	—	65	26	—
23.	12	205	1,09	0,19	3	4,68	2,06	8	—	80	70	—
6. IV.	11 $\frac{1}{2}$	180	0,91	0,25	4	—	—	—	—	82	—	—
18.	11 $\frac{1}{2}$	300	1,85	0,19	3	5,40	7,23	32	—	68	43	—
5. V.	11 $\frac{1}{2}$	491	2,87	0,10	2	2,75	12,73	56	—	54	30	—
1. VI.	9	429	2,47	0,13	—	12,16	8,18	59	—	59	9	—

Hund Nr. 4 (Nahrung: 200 g Hackfleisch, 25 g Stärke und 10 g Fett).

Kontrollversuche (Fistel zwischen Jejunum und Ileum).

2. III. 1911	11	137	0,76	0,25	4	2,39	4,15	18	0,16	84	71	—
15.	11	207	1,04	0,10	2	4,21	5,80	26	—	82	55	—
23.	11	152	0,80	0,41	6	5,70	4,20	19	—	81	56	—

Nach der Darmsekretion (30. III. reseziert 100 cm aus dem Ileum unterhalb der Fistel).

18. IV. 1911	12	196	1,07	0,04	1	3,98	3,62	16	—	83	66	—
5. V.	11 $\frac{1}{2}$	141	0,66	0,23	4	1,80	4,72	21	—	86	71	—
1. VI.	11	143	0,46	0,20	3	3,47	3,10	14	—	90	70	—

löslicher N-Substanzen (im Mittel 3% gegenüber 6%) und Stärke (im Mittel 23% gegenüber 36%) auszuschcheiden als vor der Operation (Kolumne 6 und 9 der Tabelle). Das weist auf eine bei einer Ileumresektion vikariierend erhöhte Verdauungstätigkeit der höherliegenden Verdauungskanalabschnitte hin. Ebenfalls erwiesen sich bei beiden Hunden die Menge der Fistelausscheidung und die darin gelösten Substanzen geringer als vor der Operation (beim Hunde Nr. 1 im Mittel 288 g Chymus mit 1,84 g N gegenüber 674 g Chymus mit 4,02 g N; beim Hunde Nr. 4 160 g Chymus mit 0,73 g N gegenüber 165 g Chymus mit 0,87 g N). Daraus folgt, daß bei einer Ileumresektion auch die Resorptionsfähigkeit der höherliegenden Verdauungskanalabschnitte vikariierend erhöht wird.

Beim Hunde Nr. 1 wurde ein größerer Ileumteil ($\frac{1}{2}$) ausgeschaltet als beim Hund Nr. 4 ($\frac{1}{3}$) und dementsprechend erwiesen sich die kompensierenden Verdauungs- und Resorptionserscheinungen beim ersteren stärker als beim letzteren. Indem aber beim Hunde Nr. 4 die Kompensation dauernd anhielt, hörte sie beim Hund Nr. 1 mit der Zeit auf. Sowohl die Verdauung als auch die Resorption verschlechterten sich immer mehr und mehr; es entstand Diarrhoe und der Hund ging etwa 4 Monate nach der Operation zugrunde.

Bei den Hunden Nr. 2 und Nr. 3 wurde ein Jejunumstück extirpiert oberhalb der Fistelstelle, welche sich beim Hunde Nr. 3 an der Grenze zwischen dem Jejunum und Ileum und beim Hunde Nr. 2 in der Nähe der Ileocoecalklappe befand.

Aus den gewonnenen Daten leuchtet es ein, daß eine Jejunumresektion einer Ileumresektion physiologisch nicht gleichwertig ist. Wie aus der 6. Tabellenkolumne ersichtlich, wird der Auflösungsprozeß der Eiweißstoffe rasch zur Norm gebracht, sodaß der Chymus schon in der Mitte des Dünndarmes die normale Menge (2%) ungelöster N-Substanzen aufweist. Dagegen beginnt nach einiger Zeit die Kohlenhydrateverdauung stark zurückzubleiben. Was nun die Resorption anbetrifft, so läßt sich im Dünndarm bis zu der Ileocoecalklappe

hin weder in bezug auf die Eiweißstoffe, noch auf die Kohlenhydrate oder Fette irgend welche vikariierende Erscheinung feststellen. In den Dickdarm passieren große Mengen Chymus (bis 771 g) mit verhältnismäßig großen Mengen N-Substanzen (bis 3,51 g), Kohlenhydraten (bisweilen mehr als die Hälfte der zugeführten Menge — 27,65 g) und Fetten (bis 4,53 g) (Tabellenkolumnen 4—10).

Da die Hunde mit reseziertem Jejunum trotz der gestörten Verdauung und Resorption keine augenscheinlichen äußerlichen Anomalien (Diarrhöen usw.) aufwiesen, so mußte angenommen werden, daß bei einer Jejunumresektion der Dickdarm zur Kompensationswirkung herangezogen wird. Aus diesem Grunde wurde an einem der Hunde bei Zufuhr von 400 g Fleisch, 100 g Stärke und 20 g Schweinefett der Stoffwechsel bestimmt, dann das obere Drittel des Dickdarmes reseziert. Nach einiger Zeit wurden an dem Hunde dieselben Verdauungs- und Stoffwechselversuche ausgeführt, wie vor der Operation. Es erwies sich erstens, daß durch die partielle Dickdarmresektion die Verdauung und Resorption oberhalb der Ileo-coecalklappe gar nicht beeinflußt wurde. (Tabelle, Hund Nr. 2, 18. VI. bis 1. VI.) und zweitens, daß der Hund nach der Dickdarmresektion seinen Stoffverbrauch unter denselben Bedingungen schlechter deckte, als vor der Operation. Dadurch gewinnt unsere Voraussetzung die Bestätigung, daß nach einer Jejunumresektion der Kompensationsprozeß durch den Dickdarm ausgelöst wird.

Weitere Beobachtungen an denselben Hunden und Versuche an anderen Hunden sind im Gange.

IV.

Die Verdauung und Resorption bei Pankreasausschaltungen.

Von O. J. Holmberg.

Zu der vorliegenden Versuchsreihe dienten uns 5 Versuchsfistelhunde, unter denen 4 Defekte durch operative Eingriffe erzeugt worden waren. Bei einem Hunde wurden die beiden pankreatischen Gänge unterbunden und durchschnitten, bei einem anderen die a. und v. pankreaticoduodenalis unter-

bunden, bei zwei Hunden wurde fast das ganze Pankreas (ausgenommen ein Teil des linken Schenkels) ausgeschnitten. Der fünfte Hund war ein normaler und diente zur Kontrolle. Bei einem pankreaslosen Hund war die Fistel einige Zentimeter vor der Ileocoecalclappe angelegt, bei allen übrigen 120 cm proximalwärts im oberen Ileum.

Mittels der Caseinprobe und Serumeiweißröhrchen an Chymus- und Faecesfiltraten wurde festgestellt, daß nur die Pankreasexstirpation ein völliges Verschwinden des Pankreassaftes aus dem Darne zur Folge hatte. Bei diesen Hunden trat nach einiger Zeit ein typisches Pankreasdiabetes auf.

Die Versuche bestanden darin, daß die nüchternen Hunde im Gestell bei offener Fistel mit einer bestimmten Nahrung (gemahlenes Fleisch, welches durchschnittlich 9,6 g N, darunter 7,7 g koagulierbarer Substanzen, hatte — allein oder mit verschiedenen Zusätzen wie Traubenzucker, Erythrodextrin, Schweinefett — Milch; Eigelb) gefüttert wurden, und der gesamte Fistelchymus aufgenommen und analysiert wurde. Bei Verfütterung mit Eigelb war die Fistel geschlossen und wurde nur 3—5 Stunden nach der Nahrungsaufnahme für je $\frac{1}{4}$ Stunde geöffnet, um eine Chymusportion aufzunehmen. Das Endresultat der gesamten Verdauung und Resorption wurde beim Stoffwechselversuche an einem der pankreaslosen Hunde erörtert.

Die bis jetzt gewonnenen Daten berechtigen uns zu folgenden Schlußfolgerungen:

1. Die Obliterierung der Pankreatoduodenalgefäße verursacht eine kaum merkliche Störung der normalen Vorgänge im Verdauungstraktus.

2. Der Ausschluß beider ducti pankreatici beeinflusst vorübergehend in geringem Maße die Verdauung. Die unbedeutenden Störungen werden endlich ganz gut kompensiert.

3. Wird der Zutritt des Pankreassaftes in dem Verdauungstraktus völlig abgeschlossen, was nur durch Pankreasexstirpation zu erreichen ist, so werden die Nahrungsstoffe, entsprechend den mehr oder weniger normalen Verhältnissen des Magen- und Darmsaftes,

resorbiert. Es scheinen dabei keine Kompensationsvorgänge hervortreten. Der Magen löst nicht mehr Eiweiß wie in der Norm (73%): mit der Zeit nimmt die Verdauungsarbeit des Magens sogar ab (anstatt 73% nur 55%). Das folgt daraus, daß man im Ileum-, Ileo-coecal- und Faecesexkret immer größere Mengen koagulierbarer Eiweißsubstanzen findet. Die Magentätigkeit wird hauptsächlich dann abgeschwächt, wenn die Zuckerkrankheit rasch fortzuschreiten begonnen hat. Die durch den Magensaft gelösten Eiweißstoffe werden durch den Darmsaft tiefer abgebaut. Der Darmsaftabbau ist gering in den ersten Wochen nach der Operation, weshalb man in den löslichen Fistelexkreten aus dem oberen Ileum etwa 80% Peptid-N findet (bei der Norm 50—60%). Ein so hoher Peptid-N-Gehalt wurde auch in einem Versuch beim Ileo-coecalfistelhund gefunden. Mit der Zeit beginnt der Darmsaft die Eiweißabbauprodukte tiefer zu spalten, aber doch geht die Spaltung nicht so tief vor sich wie in der Norm. Diese Verhältnisse haben wir mittels der Formoltitrierungsmethode und außerdem auch mittels der Fischerschen Estermethode erforscht. Die Resultate der Formoltitrierung sind in der Tabelle (Kolumne 8) angegeben. Für die Estermethode haben wir 100 g Filtrattrockensubstanz verwandt, welches während der zweiten und dritten Woche nach der Operation aufgesammelt worden war. Wir konnten aus diesem Material (Peptid-N = 80%) nur Spuren von Aminosäuren isolieren.

In einem Versuche wurden dem pankreassaftlosen Ileumfistelhund 300 g Fleisch, dem 2 g Pankreassaftpulver zugefügt worden waren, verabreicht. Ohne den Pankreassaft exzerniert die Fistel beim Ileumhund nach Verfütterung von Fleisch einen dicken Chymus. Die Zufügung von Pankreassaft hatte zur Folge eine Exkretion von dünnflüssigem Chymus von gewöhnlichem normalen Aussehen. Der Chymus enthielt nur 3% koagulierbarer N-Substanzen und die Differenz zwischen dem Chymus-N und dem Nahrungs-N war nur gleich 10% (ohne Pankreassaft 33—70%).

Die löslichen Kohlenhydrate — Dextrin- und Gly-

Fortsetzung.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Datum des Versuches	Zugeführte Nahrung	N (Hydro- lysat-)	Zucker (Hydro- lysat-)	Fette der Nahrung in g	Menge des ausge- schlie- denen Chymus in g	Zusammensetzung des ausgeschiedenen Chymus inkoagulabler Substanzen Peptid-N in % des Hydrolysat- N in g	Stickstoff koagu- labler Sub- stanzen in % des gegebenen N	Zucker (Hy- dro- lysat) in g	Fette Prozent- gehalt an abge- spaltenen Fett- säuren in g	Differenz zwischen den ausgeschiedenen und zugeführten Substanzen N Zucker Fette				
3. Versuchshund mit reseziertem Pankreas. Fistel 125 cm vom Coecum.														
11. I. 1911	1300 g Fleisch	9,6	—	—	185	0,96	80	27	—	—	—	33	—	—
4. II.	300 >	9,6	—	—	248	1,96	66	32	—	—	—	38	—	—
15. VI.	300 >	9,6	—	—	240	3,35	65	45	—	—	—	70	—	—
20.	300 > + 2 g Pankreas- saft	9,8	—	—	133	0,8	65	3	—	—	—	10	—	—
17. II.	300 > + 20 g Dextrin	9,8	18	—	330	2,70	66	47	15	—	—	66	83	—
30. III.	300 > + 20 > Glukose	—	19	—	310	3,28	68	49	1,47	—	—	81	8	—
18. IV.	600 ccm Milch	3,1	25,2	19,1	450	0,96	58	—	20,1	12,92	—	41	80	68
27. VI.	Eigelb	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24.	300 g Fleisch + 10 g Fett	9,6	—	—	240	1,4	55	—	—	—	—	—	—	—
4. Versuchshund mit reseziertem Pankreas. Fistel in der Nähe von der Ileocoecal- klappe.														
3. III. 1911	1300 g Fleisch	9,6	0,94	—	125	0,94	50	31	—	—	—	35	—	—
7. IV.	300 >	9,6	—	—	180	1,30	58	48	—	—	—	52	—	—
13. VI.	300 >	9,6	—	—	190	1,50	56	27	—	—	—	38	—	—
18.	300 > + 20 g Dextrin	9,6	18	—	235	2,75	82	59	6,5	—	—	76	39	—
18. IV.	300 > + 20 > Glukose	9,6	19	—	166	0,84	50	64	0,43	—	—	60	2	—
24. VI.	300 > + 10 > Fett	9,6	—	—	190	0,60	50	39	—	—	—	50	—	—
2. VII.	600 ccm Milch	3,2	26	—	130	0,30	70	25	—	—	—	—	—	—
30. VI.	Eigelb	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17

5. Hund Nr. 3. Stoffwechselversuch.

1 Kilo Fleisch und 800 ccm Milch	36,0	(Urin) 243 (Mittelwert pro Tag)	—	(Kot) 11,55 (Mittelwert pro Tag)	+3
-------------------------------------	------	--	---	---	----

koselösungen — wiesen ein eigenartiges Verhalten auf. Erstens wurden sie selbst in geringeren Mengen bis zu der Ileocoecalklappe resorbiert und zweitens wurde durch sie die Eiweißresorption im Dünndarm gestört.

Dagegen ändert das Fett die Verdauung und Aufsaugung der Eiweißstoffe im Dünndarm nicht.

Die Fettspaltung im Magendünndarm bei Darreichung von Eigelb ist bedeutend gestört, womit augenscheinlich die gestörte Ausnutzung der Fette in Zusammenhang steht. Die Pankreaslipase wird durch die Magen- resp. Darmlipase nicht kompensiert. Es fiel bei den Versuchen mit Eigelb unter anderem auf, daß dieses im Magendarmkanal eines pankreaslosen Hundes lange aufgehalten wird und verdauungsstörende Nachwirkungen hat.

Bei den Versuchen mit Milchverfütterungen ließ sich ebenfalls beobachten, daß die Eiweißstoffe in bedeutend geringerer Menge verdaut und resorbiert wurden als in der Norm, und daß die Verdauung und Resorption von Kohlenhydraten und Fetten noch schlechter war.

Weitere Versuche sind im Gange.