

Zum Chemismus der Verdauung im tierischen Organismus.

XIV. Mitteilung.

Über das Verhalten des Alkohols im Verdauungstraktus.

Von

M. H. Nemser.

(Aus dem pathologischen Laboratorium des K. Institutes für experimentelle Medizin
und dem Peter-Paul-Spital zu St. Petersburg.)

(Der Redaktion zugegangen am 20. August 1907.)

Daß Alkohol sehr schnell im Verdauungstraktus resorbiert wird, ist eine bekannte Tatsache. Wo aber die Resorption anfängt, wo und in welchen quantitativen Verhältnissen sie sich vollzieht, wo sie endet, wie sie unter verschiedenen Bedingungen verläuft etc., zur Aufklärung dieser Fragen ist erst durch die Verdauungsfistel-Methode von E. S. London die Möglichkeit gegeben worden. Bei den Versuchen standen mir folgende Hunde von E. S. London zur Verfügung:

1. «Klikuscha», (mit einer Fistel 1 cm vom Pylorus entfernt).
2. «Rjabtschik», (Fistel am Ende des Duodenums).
3. «Polkan», (Fistel 175 cm vom Pylorus).
4. «Margarita», (100 cm vor dem Coecum).
5. «Bjelka», (2—3 cm vor dem Coecum).
6. «Woltschok», (Magenfistelhund).
7. «Ussaty», (Fistel unmittelbar hinter dem Pylorus).
8. «Pudel», (zwei Darmfisteln, deren eine am Ende des Duodenums, deren zweite in der Mitte des Dünndarmes angebracht ist).

Die Fistelröhren sind bei allen diesen Hunden genügend groß und so eingerichtet, daß sie eine wirkliche Grenze zwischen den betreffenden Teilen des Verdauungstraktus bilden und einen bestimmten Teil desselben gänzlich vom Inhalte und von den Säften der benachbarten Teile isolieren.

Jedem Versuchshunde wurde mittels einer Magensonde, nach 24stündigem Hungern eine genau bestimmte Quantität Alkohol in genau bekannter Verdünnung (100—200 ccm, ca. 20^o/o), mit oder ohne Nahrung dargereicht. Nach einer bestimmten, für jeden Fistelhund verschiedenen Zeit fing der Inhalt des Magen- und Darmkanals an durch die Fistel herauszufließen. In die Fistelröhre wurde noch am Anfange des Versuchs ein Pfropfen mit einer breiten Kanüle eingesetzt, welche letztere in einen vorgelegten Kolben hineinragte und mittelst eines Gummipfropfens luftdicht verschlossen war. Der Gummikorken wurde noch mit einem Glasrohr versehen, welches mit einer Kapillare endete. Durch diese Einrichtung wurden etwaige Verluste an Alkohol durch Verdunstung während des lange dauernden Versuchs vermieden. Nach völligem Abfluß der Flüssigkeit (resp. des Speisebreies) aus der Fistel wurden dem Hunde in 2—3 Portionen ca. 300 ccm destillierten Wassers in den Magen eingeführt, wodurch die an den Wandungen des Magen- und Darmkanals hängenden Alkoholreste in denselben Kolben nachgespült wurden. Damit wurde der Versuch beendet, das Gummirohr aus der Fistel herausgezogen, mit etwas Wasser nachgewaschen und aus dem Kolben herausgezogen, welcher sofort in ein Wasserbad hineingestellt wurde, während die Öffnung mit einem Kühler und einem kleineren vorgelegten Kolben wasserdicht in Verbindung gesetzt wurde. (Für Luftaustritt war durch ein Kapillarrohr gesorgt.) Vor dem Erhitzen des Wasserbades wurde der Inhalt des Kolbens mit schwacher Schwefelsäure etwas angesäuert, damit bei nachfolgender Destillation kein Ammoniak in das Destillat übergehe. Im Wasserbade wurde der Kolben eine halbe Stunde erhitzt, bis das vorhandene Eiweiß koaguliert war, dann wurde abgekühlt. Die in der Vorlage befindlichen 2—3 Tropfen Destillat wurden zurückgegossen, der Kolben verkorkt, gewogen und stehen gelassen. Mittelst eines Syphons, immer bei Luftabschluß, werden jetzt 250 ccm der obenstehenden klaren Flüssigkeit, bei 20^o C., in einen Maßkolben übergeführt und diese Quantität zum Destillieren verbraucht. Es wurden zwei Drittel, also 150—180 ccm abdestilliert und das Destillat bei 20^o C. auf das frühere Volumen ergänzt. Das spezifische

Gewicht dieses Destillats wurde durch ein genaues Pyknometer bei 20° C. bestimmt und mittelst bekannter Tabellen die darin enthaltenen Volumprocente Alkohol abgelesen. Diese letzte Zahl wurde dann immer vom ganzen Flüssigkeitsinhalt auf 100 ccm umgerechnet und somit die in der ganzen Flüssigkeit enthaltene Quantität Alkohols bestimmt.

Wo Nahrung gegeben wurde (100,0—200,0 Fleisch), wurde noch der Trockenrückstand des Speisebreies bestimmt und vom Gewicht des ganzen Speisebreies abgezogen.

Um der Frage nach der Resorption in der Mundhöhle näher zu treten, habe ich noch einen Versuch an mir selbst unternommen und in folgender Weise ausgeführt. Zwei Kolben wurden mit doppelt durchbohrten Gummikorken verstopft und in der Weise durch 2 Glasröhren vereinigt, daß die Luft in ihnen kommunizierte, zwei andere Glasröhren ragten bis zum Boden der beiden Kolben und vereinigten sich nach oben in ein gabelförmiges Rohr. In die beiden letzteren Röhren wurde je ein Hahn eingeschaltet. In einen Kolben wurden 200 ccm Alkohol in der gewöhnlichen Verdünnung eingeführt und das Ganze gewogen. Dann wurde das freie Ende des gabelförmigen Rohres in den Mund genommen und aus dem gefüllten Kolben eine kleine Portion Weingeistes eingesaugt (Luftzutritt durch ein Kapillarrohr). Nach ein paar Minuten wurde diese Portion, durch Schließen und Öffnen der betreffenden Hähne in den zweiten Kolben, bei Vermeidung jeglicher Schluckbewegung, übergeführt. Dann wurde in derselben Weise eine zweite Portion aufgesogen und in den zweiten Kolben hineinbefördert. In dieser Weise fuhr man fort, bis alles aus dem ersten Kolben in den zweiten übergeführt war. Danach wurde das Ganze abermals gewogen und im Inhalt der Alkoholgehalt bestimmt. Die Gewichtszunahme der Kolben betrug im ganzen 8,0 g, augenscheinlich in Folge der Beimengung von Speichel.

Aus der Tabelle I ist ersichtlich, daß das Volumen des aus der Fistel zurückzugewinnenden Alkohols mit der Entfernung der Fistel von der Cardia fortwährend abnimmt, daß also die Menge des resorbierten Alkohols immer mehr und mehr wächst.

Tabelle I.

Num- mer des Ver- suchs	Versuchsobjekt	Lage der Fistel	Fleisch- nahrung	Volumen der dar- gereichten Alkohol- mischung ccm	Volumen des darin ent- haltenen Alkohols ccm	Volumen des zurück- erhaltenen Alkohols ccm	Prozent des resor- bierten Alkohols	Mittel- zahlen %	Ver- suchs- dauer (Stun- den)	Mittel- zahlen für jeden Darm- abteil %
1	Mundhöhle	des Verfassers	0	200,0	46,6	44,6	4,3		1/3	
2	«Klikuscha»	2 cm vom Pylorus	0	100,0	25,0	20,8	16,8	20,8	1	
3	»	»	200,0	100,0	25,0	17,5	30,0		1	
4	»	»	0	100,0	25,0	20,3	18,8		1 ^{5/12}	20,8
5	»	»	0	100,0	25,0	21,3	14,8		1	
6	»	»	0	100,0	21,0	16,0	23,8		1	
7	«Rjabtschik»	Am Ende des Duodenums	200,0	100,0	25,0	18,7	23,2		29,5	4 1/2
8	»	»	0	100,0	21,0	13,5	35,7	4 1/2		
9	«Polkan»	175 cm vom Pylorus	200,0	100,0	25,0	4,6	81,6	82,2	6 1/2	
10	«Margarita»	100 cm vor dem Coecum	200,0	100,0	25,0	3,6	85,6		8	52,7
11	»	»	0	100,0	21,0	4,3	79,5		11	
12	«Bjelka»	2—3 »	200,0	100,0	21,0	0	100,0		11	17,8

Während im Munde (Vers. 1, Tab. I) nur 4,3% Alkohol bei außerordentlich lange dauernder Berührung desselben mit der Schleimhaut resorbiert worden, sehen wir, daß schon im Magen (Vers. 2—6) sehr viel Alkohol resorbiert werden kann und zwar im Minimum 14,8%, im Maximum 30,0%, im Mittel 20,8%. Im Duodenum wird die Resorption weiter fortgesetzt, obgleich der Zahlenunterschied hier im Vergleich mit der des Magens nicht sehr groß ist, das Minimum beträgt für Magen + Duodenum (Vers. 7—8, Tab. I) 23,2%, das Maximum 35,7, das Mittel 29,5%. Zieht man die Mittelzahl des Magens in den Versuchen Nr. 2—6 von dieser letzten Mittelzahl ab, so bekommt man für das Duodenum allein $29,5 - 20,8 = 8,7\%$. Die kleineren Zahlen für das Duodenum rühren natürlich nicht von dem geringeren Resorptionsvermögen desselben, sondern von seiner relativen Kürze, resp. kleineren Oberfläche her. Die ziemlich lange Dauer der Versuche (4 $\frac{1}{2}$ St.) steigerte die Resorption sehr wenig, da die Hauptmasse des Alkohols immer sehr schnell, wie eine große Welle weiter befördert, das Duodenum verläßt. Ein besonderer Versuch hat dies sehr deutlich gezeigt: bei dem «Klikuscha» wurde im Versuche Nr. 3 die Alkoholbestimmung in zwei Portionen des Speisebreies ausgeführt, und zwar wurde die erste Portion $\frac{1}{4}$ Stunde nach Beginn des Versuchs aufgesammelt, für die zweite Portion wurde der Rest des Speisebreies bis zu Ende des Versuches verwendet. In der ersten Portion wurden 16,5 ccm Alkohol gefunden, in der zweiten nur 1 ccm, im ganzen also 17,5 ccm, wie die Tabelle angibt. Also schon während der ersten Viertelstunde verließen $\frac{2}{3}$ des dargereichten Alkohols den Magen und das Duodenum. Dasselbe zeigen auch die in der Tab. II dargestellten Versuche Nr. 13, 14, wo schon nach einer halben Stunde nur 33% des dargereichten Alkohols wiedergefunden wurden.

Wie aus den Versuchen Nr. 8—10, (Tab. I) zu ersehen ist, wird die Hauptmasse des Alkohols im Jejunum resorbiert, das Minimum beträgt für Magen + Duodenum + Jejunum 79,5%, das Maximum 85,6%, das Mittel 82,2%, für das Jejunum allein also im Mittel $82,2 - 29,5 = 52,7\%$.

Tabelle II.

Num- mer des Ver- suchs	Versuchs- objekt	Lage der Fistel	Fleisch- nahrung	Volumen der dar- gereichten Alkohol- mischung ccm	Volumen des darin ent- haltenen Alkohols ccm	Volumen d. zurück- bekom- menen Alkohols ccm	Prozent des ver- schwun- denen Alkohols	Trocken- substanz im Speise- brei %	Trocken- substanz der dar- gereicht. Nahrung %	Prozent der ver- schwun- denen Trocken- substanz	Ver- suchs- dauer (Stun- den)
13	«Woltschok»	Fistel im Magen	100,0	20,0	6,6	67,0	19,2	23,8	19,3	1/2	
14	»	» »	100,0	20,0	4,7	76,5	16,1	23,8	32,3	1	

Tabelle III.

Num- mer des Ver- suchs	Versuchs- objekt	Lage der Fistel	Fleisch- nahrung	Volumen der dar- gereichten Alkohol- mischung ccm	Volumen des darin ent- haltenen Alkohols ccm	Volumen des zurück- bekommenen Alkohols ccm	Prozent des resor- bierten Alkohols	Versuchs- dauer (Stunden)
15	«Ussaty»	Unmittelbar hinter dem Pylorus	0	200,0	46,2	28,0	39,3	1 1/2
16	»	» » »	0	200,0	51,6	35,4	31,2	1 1/4

Die Reste des Alkohols, also im Mittel (100,0—82,2) = 17,8% werden im Ileum resorbiert. Wie der Versuch an der «Bjelka» (Tab. I, Nr. 12) zeigt, ist schon aus der nahe vom Coecum angelegten Fistel kein Alkohol mehr zurückzugewinnen.

Außer den erörterten Grundfragen haben sich uns noch einige spezielle Fragen ergeben, bei deren Untersuchung sich besondere Tiere und auch besondere Versuchsanordnungen erforderlich zeigten. Wie lange der Alkohol im Magen verweilt, das zeigten die Versuche am «Woltschock» (Tab. II, Nr. 13 und 14). Nach einer halben Stunde fehlten im ausgeheberten Mageninhalt 67,0% und nach einer Stunde 76,5% des dargebrachten Alkohols, während in der Trockensubstanz der Nahrung nach einer halben Stunde nur 19,3%, nach einer Stunde nur 32,3% fehlten. Der Alkohol verläßt den Magen also viel schneller ($2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ mal) wie die festen Teile der Nahrung.

Die nächste Frage war folgende: wie weit kann die Resorption im Magen und Darne bei größeren Alkoholgaben und längerem Verweilen des Speisebreies im letzteren steigen? In den nachstehenden Versuchen Nr. 15—17 bedienten wir uns der Reflexmethode, um das längere Verweilen der Nahrung in dem betreffenden Abschnitt des Verdauungskanals zu erzielen. Wurden nämlich in den unter der Fistel befindlichen Abteil des Darmes künstliche peptische Verdauungsprodukte eingespritzt, so flossen aus der Fistel höchstens Tropfen Flüssigkeit ab; wurden nun aber die eingespritzten Verdauungsprodukte durch die Peristaltik weiter in den Darm gejagt, so ergossen sich aus der Fistel größere Quantitäten der Flüssigkeit oder des Speisebreies. Wurde während des Versuchs von Zeit zu Zeit eine gewisse Quantität peptischer Produkte in den erwähnten unteren Abschnitt des Darmes hineingebracht, so sah man aus der «offenen» Fistel eine beliebig lange Zeit beinahe nichts ausfließen.

Ein besonderer Kontrollversuch zeigte uns, daß Alkohol die Fistelgrenze nicht überschreitet, denn in den Versuchen 15 und 16, wo die frei abfließende Galle und der Duodenalsaft besonders aufgesammelt wurden, konnte in den letzteren keine Spur Alkohol nachgewiesen werden.

Die Antwort auf die oben gestellte Frage finden wir in

denselben Versuchen 15, 16. Wurde das zweifache Quantum Alkohols eingegeführt, so war die Resorption im Magen auch absolut doppelt so groß.

Der Hund mit zwei Darmfisteln, (Vers. 17, Tab. IV) gab uns die Möglichkeit, das Resorptionsvermögen des Jejunums für Alkohol zu verfolgen, indem das Jejunum vollständig vom Inhalte der benachbarten Teile des Darmtraktes isoliert blieb. Eine große Quantität Alkohol (51,6 ccm Alkohol absolutus) wurde dargereicht und 32,6% davon im Laufe einer Stunde resorbiert.

Tabelle IV.

Num- mer des Ver- suchs	Ver- suchs- objekt	Lage der zwei Fisteln	Fleisch- nahrung	Volumen der dar- gereichten Alkohol- mischung ccm	Volumen des darin ent- haltenen Alkohols ccm	Volumen d. zurück- bekom- menen Alkohols ccm	Prozent des resor- bierten Alkohols	Ver- suchs- dauer (Stun- den)
17	«Pudel»	1. Fistel am Ende des Duodenum 2. Fistel in der Mitte des Duodenum	0	200,0	51,6	32,6	36,8	1

Wir konnten auf Grund unserer Versuche keinen Einfluß der Nahrung auf den Gang der Resorption des Alkohols bemerken. Zur Aufklärung dieser Frage werden neue spezielle Versuche angestellt werden. Ungeachtet der Anwesenheit von Nahrung, wird der darin enthaltene Alkohol mit großer Schnelligkeit weiter befördert.

Fassen wir unsere Resultate zusammen, so kommen wir zu folgenden Schlüssen:

1. Die Resorption des eingeführten Alkohols verbreitet sich, wenn auch nicht gleichmäßig, sehr schnell über den ganzen Magendarmkanal.

2. Im Munde werden bei Einführung von gewöhnlichem Weingeist nur minimale Quantitäten Alkohols resorbiert.

3. Alkohol wird beim Hunde schon im Magen resorbiert. Diese im Mittel 20,8% betragende Resorption wird noch da-

durch auffallender, daß die Hauptmasse des Alkohols im Magen nicht lange verweilt, und daß der ganze Versuch am Magen nur ca. eine Stunde dauert.

4. Im Duodenum wird die Resorption fortgesetzt. Unter gewöhnlichen Bedingungen entfällt auf das Duodenum 8,7% des resorbierten Alkohols.

5. Im Jejunum wird die hauptsächlichste Resorptionstätigkeit entfaltet. 52,7% des dargereichten Alkohols werden hier resorbiert.

6. Im Ileum werden die letzten Reste Alkohol, im Mittel, 17,8% resorbiert.

7. Wird in einem bestimmten Abschnitt des Verdauungstraktus die doppelte Quantität Alkohols eingeführt, so gelangt auch eine doppelt so große Quantität zur Resorption.

8. Alkohol, welcher in den Magen eingeführt wird, verbreitet sich schnell wie eine kräftige Welle durch den Darmtraktus, um gegen das Ende des Ileums zu verschwinden.

