XVIII.

Aus dem Pharmakologischen Institut der Universität Königsberg i. Pr.

Über die Wirkung von Gasen auf den isolierten Dünndarm des Kaninchens.

Von

Dr. **Werner Teschendorf**,

Assistent am Institut.

(Mit 1 Abbildung und 3 Kurven.)

Die Wirkung von Gasen kann sich am Darm nach zwei Richtungen äußern: erstens mechanisch durch Dehnung, Aufblähung, zweitens pharmakologisch. In diesem Falle werden die Gase entweder direkt von der Darmschleimhaut absorbiert oder kommen gelöst in Darminhalt oder Darmsaft zur Resorption. Auch können sie auf dem Wege der Diffusion in die Zellen der Darmwand und in das Blut gelangen. Der letzte Vorgang spielt jedoch nach Kan Kato¹⁾ keine wesentliche Rolle und ist auch auf Grund folgender Überlegung als gering zu bemessen: Wir wissen zwar aus den Untersuchungen über die Lungenatmung, daß die Diffusion neben der Absorption bei dem Gasaustausch im Körper in Rechnung gezogen werden muß. (Siehe bei Loewy²⁾.) Bestimmt man aber den Anteil der Diffusion rechnerisch oder experimentell, so ergeben sich hierfür für den Austausch der meisten Gase, mit Ausnahme hauptsächlich des Wasserstoffs, sehr geringe Werte. Ferner ist der Weg durch die Darmschleimhaut sehr viel größer als durch das respiratorische Epithel der Lunge, so daß die Diffusion in der Darmschleimhaut

1) Kan Kato, Über Gasresorption im Darm. Internat. Beiträge zur Pathol. und Therap. der Ernährungsstörungen 1910, Bd. 1, S. 3/5. Referat Nr. 998 im Zentralbl. f. Biochem. u. Biophys. 1910, Bd. 10, S. 312.

2) A. Loewy, Die Gase des Körpers. Handbuch der Biochemie des Menschen und der Tiere. Jena 1911, Bd. 4, T. 1, S. 103/104.

einen größeren Widerstand zu überwinden hat. Man wird außerdem die Diffusion um so eher vernachlässigen können, als Gasmengen, die auf diesem Wege in die Körperzellen gelangen, keine Wirkung entfalten, wenn sie sich nicht in ihnen lösen oder sich chemisch binden; also auch durch Diffusion in tiefere Gewebsschichten eingedrungene Gase können nur durch Absorption zur Wirkung gelangen. Für die Resorption von Gasen wird daher der für die Körpertemperatur geltende Absorptionskoeffizient ausschlaggebend sein, wozu sich der Druck im Darm als direkt proportionaler Faktor hinzugesellt. Besteht jedoch zwischen dem Gas und den Körperflüssigkeiten ein chemisches Bindungsvermögen, so richtet sich die Gasabsorption im wesentlichen nach der Affinität, welche die Flüssigkeit zu dem Gas besitzt und ist von dem herrschenden Druck mehr oder weniger unabhängig. Schließlich kann es für die Resorption eines Gases im Darm nicht gleichgültig sein, ob es ein atmosphärisches ist oder nicht, da die Absorptionsverhältnisse für ein Gas um so günstiger liegen müssen, je niedriger sein Partialdruck im Blut ist.

Aber auch Gase, die ihrem Volumen nach den Darm bereits stark blähen, werden selbst bei völliger Resorption an Menge meist zu gering sein, um Erscheinungen am Gesamtorganismus hervorrufen zu können, zumal mit der Absorption in den Darmgefäßen eine Ausscheidung in der Lunge Hand in Hand geht. Eine Allgemeinwirkung wird daher nur bei langdauernder Neuzufuhr oder Neuentwicklung eines Gases im Darm zustande kommen. Die pharmakologische Wirksamkeit der Gase wird, soweit sie ihrer Resorbierbarkeit nach in Frage kommt, in erster Linie eine lokale sein und sich auf den Darm selbst erstrecken.

Chemische Analysen von Darmgasen sind sowohl beim Menschen, als auch in Tierversuchen bei bestimmter Nahrungszufuhr ausgeführt worden. Nach Hamarsten¹⁾ bildet einen Teil der Darmgase die verschluckte Luft, jedoch wird der Sauerstoffgehalt der Darmgase übereinstimmend als sehr gering angegeben, da dieses Gas schon von der Magenwand absorbiert wird, während Stickstoff bei seinem kleinen Absorptionskoeffizienten, ohne erheblich absorbiert zu werden, den ganzen Darmkanal durchwandert. Die Zusammensetzung der übrigen Darmgase richtet sich nach der genossenen Nahrung. Besonders hoch ist der Gehalt an Kohlensäure, die im Magen gebildet wird und nach Schierbeck²⁾ dort nüchtern eine Spannung von 30—40 mm Hg, nach Eiweißkost 130—140 mm Hg hat. Nach

1) O. Hamarsten, Lehrbuch der physiologischen Chemie 1907, 6. Aufl., S. 403. Wiesbaden.

2) Schierbeck, s. bei Hamarsten, a. a. O.

Planer⁴⁾ kann sie im Darm je nach der Nahrung etwa 38—48% der Darmgase ausmachen. Die Kohlensäureentwicklung muß ziemlich stark sein, da sie vom Magen, wie Ylppö¹⁾ in Selbstversuchen feststellte, bereits wieder ziemlich rasch resorbiert wird, und zwar setzen sich 700—1000 ccm Kohlensäure innerhalb einer Stunde mit dem Partialdruck der Kohlensäure im Blut ins Gleichgewicht.

Bei der Milchverdauung und der Buttersäuregärung der Kohlehydrate entsteht Wasserstoff. Bei der Eiweißfäulnis bildet sich Methylmercaptan und Schwefelwasserstoff. Dies Gas entsteht nach Heffter²⁾ besonders bei oraler Zufuhr von Schwefel sowohl im Dünn- wie Dickdarm. Es wirkt besonders anregend auf die Dickdarmperistaltik und wird vermöge seines sehr hohen Absorptionskoeffizienten sehr leicht vom Organismus aufgenommen und entweder oxydiert oder in den Lungen ausgeschieden. Auch bei diesem, von den Darmgasen wohl am leichtesten resorbierbaren Gas kommen allgemeine Vergiftungserscheinungen höchstens bei chronischem Schwefelgebrauch vor (Meyer und Gottlieb³⁾). Bei der Eiweißfäulnis entsteht in reichlicher Menge Methan, nach Ruge⁴⁾ ungefähr zu 26—38%, nach Nahrung mit Hülsenfrüchten sogar zu 44—56% der Gesamtmenge der Darmgase.

Über die Zeit, die die Darmgase zur Passage durch den Darmkanal brauchen, geben die erwähnten Selbstversuche von Ylppö einen Anhalt, welcher nach Luftaufblähung des Magens bereits nach 2 Stunden Flatulenz einsetzen sah.

Versuchsanordnung.

Zur Beobachtung der Wirkung von Gasen auf den isolierten Darm schien die Versuchsanordnung von Trendelenburg⁵⁾ in entsprechend abgeänderter Form geeignet, die die Darmperistaltik mit Hilfe des Volumens des Darminhaltes registriert. Die Abänderungen kamen unter den Gesichtspunkten zustande: 1. den Gasdruck, 2. die Gasmenge im Darm konstant zu halten. Da der Gasauftrieb im Darm um so größer ist, je tiefer das isolierte Darmstück in Flüssigkeit gesenkt wird, wurde zunächst eine Versuchsanordnung angewandt, bei welcher der Darm nahe der Flüssigkeitsoberfläche horizontal befestigt war, indem an der Aufbindungsstelle bei Trendelenburg ein T-Rohr angeschlossen wurde, dessen hori-

1) A. Ylppö, Über die Magenatmung beim Menschen. Biochem. Zeitschr. 1917, Bd. 78, S. 273.

2) A. Heffter, Beiträge zur Pharmakologie des Schwefels. Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmak. 1904, Bd. 51, S. 175.

3) H. Meyer und R. Gottlieb, Experiment. Pharmakol. Berlin-Wien 1920, 4. Aufl., S. 229.

4) Ruge bei F. Hoppe-Seyler, Physiologische Chemie. Berlin 1881, S. 329. Dasselbst auch Planer.

5) P. Trendelenburg, Physiologische und pharmakologische Versuche über die Dünndarmperistaltik. Arch. f. exper. Pathol. und Pharmakologie 1917, Bd. 81, S. 55.

zontaler Teil in den Darm eingebunden wurde. Der Faden, mit welchem das Darmstück am stomachalen Ende verschlossen war, führte über eine in der Flüssigkeit befindliche Rolle zum Hebel, welcher die Länge markierte, das obere Ende des Rohres diente zur Gaseinführung, wobei die Mariottesche Flasche gesenkt wurde. Die Resultate mit dieser Versuchsanordnung ließen jedoch nach mehreren Richtungen hin zu wünschen übrig, so daß ich nicht näher auf sie eingehen will. Es wurde daher zu einer anderen Versuchsanordnung übergegangen, bei der das Darmstück senkrecht in der Flüssigkeit angeordnet war und zwar in der Überlegung, daß, wenn die Druckverhältnisse stets konstant gehalten werden und die Aufblähung immer gleich stark ist, man die pharmakologische Wirkung von Gasen daneben voraussichtlich trotz des Überwiegens der ersten Wirkung noch werde erkennen können.

Diese Versuchsanordnung ist in untenstehender Abbildung wiedergegeben. Zum Aufbinden des Darmes diente eine abnehmbare Kappe *P*, die auf das Ansatzstück zugeschliffen war. Unterhalb dieser Stelle war das Glasrohr durch

Versuchsanordnung (schematisch). Druckschreibung (unterster Schreibhebel) stand in Seitenstellung, die anderen in Stirnstellung. *Sc.* = Skala zum Ablesen des Standes der Mariotteschen Flasche. Zeitschreibung ist in der Zeichnung fortgelassen.

den Hahn *G* von 0,5 cm Bohröffnung verschließbar. Unterhalb dieses Glashahnes wurde das Glasrohr kurz vor seiner Umbiegungsstelle zu einer abgeplatteten Kugel *K* erweitert; von der zur Mariotteschen Flasche führenden Röhre *c* wurde die Röhre *d* abgezweigt und hinter der Verzweigungsstelle die Hähne *C* und *D* angebracht. Röhre *d* führte zu einer Überlaufvorrichtung, die auf den Flüssigkeitsspiegel in der Mariotteschen Flasche eingestellt werden konnte. In den oberen Teil der Glaskugel *K* war eine weitere Röhre *a* eingeschmolzen, die sich in *a*₁ und *b* verzweigte, welche mit den Hähnen *A* und *B* versehen waren. *a*₁ führte zu einer fein reagierenden Mareyschen Kapsel (*Ma*), deren Hebel in Stirn-

schreibung einem Kymographion anlag. Statt der Mareyschen Kapsel wurde in einer Reihe von Versuchen der von Trendelenburg angegebene Volumschreiber verwandt, bei dessen Verwendung Hahn *C* geschlossen wurde, da sonst von Röhre *a* aus nur ein Teil des verdrängten Volumens registriert wird. Jedoch war in unserer Versuchsanordnung der Widerstand der Flüssigkeit, der sich der Darmperistaltik entgensetzte, geringer, wenn auf die Registrierung des gesamten verdrängten Volumens verzichtet wurde und Hahn *B* während der Registrierung offen blieb. In diesem Fall erwies sich die Aufzeichnung durch die Mareysche Kapsel als genügend. Zum Versuch wurde der Glasapparat so weit unter 39° warme Tyrodelösung¹⁾ gesenkt, daß der Oberrand der Glaskappe sich 7 cm unter dem Flüssigkeitsspiegel befand, desgleichen die Mariottesche Flasche gefüllt und nach Austreibung der Luft aus den Röhren *c* und *d* nebst Verbindungsschläuchen die Flüssigkeitsspiegel über der Glasapparatur, in der Mariotteschen Flasche und Überlaufsvorrichtung auf das gleiche Niveau eingestellt, bzw. sich einstellen gelassen. Der gleiche Flüssigkeitsspiegel stellt sich bei geöffnetem Hahn *B* auch in Röhre *a* ein. Wurde jetzt ein 6 cm langes Stück Dünndarm auf das Ansatzstück *P* gebunden, dieses auf die Apparatur aufgesetzt, wozu diese bis etwa 2 cm unter den Flüssigkeitsspiegel gehoben wurde, und das stomachale Ende des Darmstückes mit einem Faden verschlossen und einem Hebel zur Aufzeichnung der Längsschreibung verbunden, so hatte man bei geschlossenen Hähnen *B* und *D* die Trendelenburgsche Versuchsanordnung, nur daß die Volumschreibung von *a* abgeleitet wurde. Zu den Gasversuchen wurde in das stomachale Ende des Darmes ein kleiner Metallhahn *M* eingebunden, der mit dem Hebel, der die Längsbewegungen in Stirnschreibung registrierte, so ausgewogen war, daß der Hebel auf den Darm nur einen ganz geringen Zug ausübte. Dieser Metallhahn war während des Versuches geschlossen und diente dazu, das Gas entweichen zu lassen. Die Gasfüllung geschah im Prinzip so, daß ein bestimmtes Flüssigkeitsvolumen in der Glasapparatur durch ein gleich großes Gasvolumen ersetzt wurde, welches in den Darm gelangte ohne den Druck in der Mariotteschen Flasche zu erhöhen.

Im einzelnen gestaltete sich ein Versuch folgendermaßen: Bei gleichem Flüssigkeitsdruck im Darm und umgebender Flüssigkeit ist, während des Fehlens der Peristaltik, Hahn *G* geschlossen, desgleichen Hahn *A* und *D*. Hahn *B* und *C* werden geöffnet. Glasröhre *b* wird durch Ansaugen bis oben mit Flüssigkeit gefüllt und Hahn *B* geschlossen. Jetzt wird mittels eines Schlauches, aus dem die Luft vertrieben ist, ein Gasometer an Röhre *b* angeschlossen, Hahn *B* geöffnet und vorsichtig etwas Gas in die Glaskugel *K* gedrückt, welches sich im obersten Teil derselben sammelt und den Raum bis zum Glashahn *G* füllt. Ist dies geschehen, so wird der Schlauch von Röhre *a* entfernt, worauf durch Rückstrom aus der Überlaufsvorrichtung so viel Gas aus dem Glaskörper *K* verdrängt wird, als sich unterhalb der Einschmelzungsstelle der Röhre *a* befindet. Jetzt wird Hahn *D* geschlossen und *C* geöffnet, worauf sich in Röhre *a* der alte Flüssigkeitsspiegel wieder einstellt, darauf wird Hahn *B*

1) Zusammensetzung s. bei Trendelenburg, a. a. O.

geschlossen und *A* geöffnet. Mit einem Glasstab wird jetzt auch Hahn *G* geöffnet. Die im Darm befindliche Flüssigkeit sinkt nach unten und das Gas steigt im Darm in Blasen auf und füllt ihn vollständig. Die Gasmenge ist dabei so abgepaßt, daß nur ein kleiner Überschuß in die oberste Stelle der Aufsatzkappe hinunterreicht.

Veränderungen des Standes der Mariotteschen Flasche konnten mit Hilfe eines doppelten Hebelsystemes in fünffacher Verkleinerung aufgeschrieben werden. Die Längsschreibung wurde fünfmal vergrößert in Stirnschreibung aufgezeichnet.

Zur Besprechung der mechanischen Wirkung oder der Darmblähung durch Gase war ein Gas zu wählen, dessen geringer Absorptionskoeffizient von vornherein eine pharmakologische Einwirkung ausschloß. Es lag auf der Hand, dazu Stickstoff zu wählen. Es zeigte sich aber sofort, daß zwischen der Wirkung des Stickstoffs und der atmosphärischen Luft kein erkennbarer Unterschied bestand, so daß wir zunächst die Vorgänge bei einer Luftaufblähung betrachten können. Wurde ein 6 cm langes Darmstück mit Luft gefüllt, so war in der gewählten Versuchsanordnung, bei welcher der tiefste Punkt des Darmstückes sich 7 cm unter Wasser befand, der Gasdruck gleich dem Auftrieb, welchen eine Luftsäule von dem Volumen und der Form des Dünndarmstückes bildet, die bis zu dieser Tiefe hinabreicht. Die Aufblähung war also eine verhältnismäßig starke. Aus diesem Grunde war es nicht angängig, den Darm eines Meerschweinchens zu gebrauchen, da dieser bei einem derartigen Innendruck zu schnell ermüdete. Geeignet war jedoch Kaninchendünndarm, der in einigen Pausen mehrfach aufgebläht werden konnte, ohne stärkere Ermüdungszeichen erkennen zu lassen. Beim Eindringen der Luft erfolgte eine Dehnung der Längs- und Ringmuskeln, die sich entweder in einem schnellen Absinken des Hebels der Längsschreibung äußerte, oder zunächst eine Kontraktion der Längsmuskeln auslöste, der dann eine baldige Erschlaffung unter ständiger Verminderung der Pendelbewegungen folgte. Bei manchen kräftig arbeitenden Dünndarmstücken kam diese Ausdehnung wenig oder überhaupt nicht zustande (Kurve 2, Anf.), man konnte sogar eine Tonuszunahme bemerken, die sich beim Ablassen des Gases dann aber noch erheblich steigerte. Nach Trendelenburg¹⁾, welcher die Wirkung der Steigerung des Flüssigkeitsdruckes im Innern des Darmes untersuchte, wäre eine Kontraktion der Längsmuskeln als erste Reaktion beim Eindringen der Gase als Regel zu erwarten gewesen. Sie trat jedoch bei frischen Darmstücken, welche 10—15 Minuten nach dem Aufbinden

1) a. a. O.

in Gebrauch genommen wurden, bei Gasaufblähung meist nicht ein, sondern erst, nachdem anscheinend die Erregbarkeit durch mehrfache Gasfüllungen bereits stärker geworden war. In Kurve 1 sehen wir die Erscheinung erst bei der dritten und vierten Gasfüllung auftreten. Der Grund für die Abweichung von den Trendelenburgschen Versuchen liegt wohl in der verschieden großen Steigerung des Innendruckes, die bei Trendelenburg erheblich geringer war. Andererseits findet man auch in vivo den Darm bei Anwesenheit von Gasen meist im Zustande starker Erschlaffung, ohne daß der Gasdruck im Darm besonders stark zu sein braucht. Die Ermüdbarkeit des Darmes schien durch eine Gasfüllung geringer zu sein, als durch entsprechend starke Steigerung des Innendruckes durch Flüssigkeit. Wurde nur eine kleine Gasblase in das Darmstück gebracht, so trat gewöhnlich eine Zunahme der Pendelbewegungen, nicht jedoch eine Steigerung des Längsmuskeltonus auf. Die Dehnung der Ringmuskeln hat nach Trendelenburg¹⁾ Einsetzen der Peristaltik zur Folge. Dasselbe geschieht bei der Gasaufblähung, und zwar wurden die peristaltischen Bewegungen oftmals stärker, wenn die Pendelbewegungen mehr und mehr abnahmen.

Entleerung des Gases hatte stets eine schnelle Längsmuskelkontraktion zur Folge, die Pendelbewegungen setzten wieder ein, während die Peristaltik plötzlich aufhörte. Der Tonus der Längsmuskulatur erreichte dabei gewöhnlich die Stärke, welche er vor Beginn der Gasfüllung gehabt hatte, entweder indem er nach anfänglich schnellerer, dann allmählicherer Kontraktion auf die alte Stärke anstieg, oder, nachdem er zunächst über die ursprüngliche Stärke hinaus zugenommen hatte, sich langsam auf den alten Tonus einstellte.

Ermüdung des Darmstückes zeigte sich besonders im Aussetzen der peristaltischen Bewegungen und in der Unfähigkeit, den ehemaligen Tonus wieder herzustellen.

Die pharmakologische Wirksamkeit der Gase am isolierten Darm wurde in der Weise geprüft, daß die Aufblähung mit dem zu untersuchenden Gas zwischen zwei Aufblähungen mit Luft geschaltet wurde. Auf diese Weise konnte man Fehler durch Ermüdung der Darmmuskulatur leichter vermeiden und hatte stets Vergleichen mit einem nicht reizenden Gasgemisch zur Verfügung. Wirkte ein Gas erregend, so trat die Dehnung der Längsmuskulatur entweder später ein oder es erfolgte nach anfänglicher Ausdehnung erneute

1) a. a. O.

Kurve 1. 2. VI. 1921. Kaninchen von 1050 g Gewicht. Isoliertes Dünndarmstück. Zeitmarkierung = 6 Sekunden. Darunter Längenschreibung. Unten Volumenschreibung. Zwei Füllungen mit Luft, zwei Füllungen mit Kohlensäure abwechselnd.

Tonuszunahme. Die lähmende Wirkung eines Gases äußerte sich vor allem in schnellem Aussetzen der Peristaltik und schnellerer Abnahme der Pendelbewegungen und stärkerem Sinken des Tonus als bei der Aufblähung durch chemisch unwirksame Gase.

Bei der Prüfung der pharmakologischen Wirksamkeit der Gase zeigte es sich in der Tat, daß nur solche Gase irgendeine pharmakologische Wirkung erkennen ließen, die einen sehr hohen Absorptionskoeffizienten hatten. Wie zu erwarten, war Stickstoff in pharmakologischer Hinsicht völlig unwirksam, auch Sauerstoff ließ eine spezifische Wirkung vermissen, ebenso wie Wasserstoff die Darmtätigkeit nicht anders als in mechanischer Hinsicht beeinflusste.

Kohlensäure schien vermöge ihres erheblich höheren Absorptionskoeffizienten eher als die anderen im Darm vorkommenden Gase geeignet zu sein, eine chemische Wirksamkeit zu entfalten. Eine solche Wirkung wurde auch verschiedentlich beobachtet, und zwar wirkte Kohlensäure in einer Reihe von Versuchen erregend. Jedoch blieb diese Wirkung in der größeren Zahl der Versuche aus, und auch aus der abgebildeten Kurve 1 ist ein Unterschied gegenüber der Wirkung der Luft nicht zu erkennen.

Außerordentlich stark lähmend wirkte Schwefelwasserstoff und hob in kürzester Zeit den Tonus sowohl in Ring- wie Längsmuskulatur auf (Kurve 2). Eine Erholung des Darmstückes nach mehr als 1 Minute langer Einwirkung von reinem Schwefelwasserstoff war nicht zu beobachten, unvollkommene Erholung trat ein, wenn Schwefelwasserstoff in Verdünnung von 1 auf 30 Teile Luft 1—2 Minuten in den Darm gebracht wurde. Bei einem Darmstück, bei dem der Druck der Innenflüssigkeit um 1 cm erhöht wurde und Zunahme des Tonus und der Pendelbewegungen eingetreten war, sowie Peristaltik eingesetzt hatte, trat nach Zusatz von 1 Teil mit Schwefelwasserstoff gesättigter Tyrodelösung zu 200 Teilen Außenflüssigkeit gleichfalls völlige Lähmung der Darmmuskulatur ein.

Methan¹⁾, welches nach den angeführten Analysen gleichfalls zu den häufigsten Darmgasen gehört, hat keine spezifische Wirkung, ebenso wenig Äthan²⁾, dessen Absorptionskoeffizient größer als der des vorigen ist.

Von Gasen, die gemeinhin nicht im Darm vorkommen, wurden Kohlenoxyd und Stickoxydul geprüft, die beide weder reizende noch lähmende Eigenschaften haben.

1) Entwickelt aus Zinkmethyl (in Ampullen von Kahlbaum, Berlin-Adlershof).

2) Entwickelt aus Zinkäthyl (Kahlbaum).

Von Dämpfen verhielt sich in pharmakologischer Hinsicht Pentandampf¹⁾ unwirksam. Reizend wirkte der Dampf von Chloräthyl, bei dessen Einführung in den Darm nach einer anfänglichen Dehnung eine erneute Zunahme des Tonus und der Pendelbewegungen, sowie der

Kurve 2. 7. VI. 1921. Kaninchen von 1020 g Gewicht. Isoliertes Dünndarmstück. Zeitmarkierung = 6 Sekunden. Luftaufblähung. Bei »leer« das Gas aus dem Darm entfernt. Bei »H₂S« Aufblähung mit Schwefelwasserstoff. Oben Längen-, unten Volumenschreibung.

Peristaltik einsetzte (Kurve 3). Äther konnte zwar als Dampf in der Glaskugel der Apparatur gehalten werden, da die Flüssigkeitsmenge darin sich bald damit sättigte; der Versuch, Ätherdampf in das Darmstück übertreten zu lassen, mißlang jedoch wegen der großen Löslichkeit des Äthers in der Flüssigkeit. Man sah den Äther sofort beim Öffnen des Hahns *G* der Versuchsanordnung ver-

1) Pentan von Fa. Kahlbaum, Berlin-Adlershof, mit Siedepunkt von 33–35°.

schwinden. Nach Erhöhung des Innendruckes um 1 cm Flüssigkeit und Auftreten von Peristaltik der Außenflüssigkeit zugesetzt, wirkte Äther in Verdünnungen von 1:200 zunächst erregend.

Kurve 3. 16. VI. 1921. Kaninchen von 2100 g Gewicht. Bei »CIAe« Aufblähung mit Chloräthyl dampf. Oben Längen-, unten Volumschreibung. Zeitmarkierung = 6 Sekunden.

Zusammenfassung.

Am isolierten Kaninchendünndarm wurde die Wirkung einiger Gase und Dämpfe geprüft unter Anwendung der Trendelenburgschen Versuchsanordnung, welche mit einigen Modifikationen gestattete, den Innendruck und die einwirkende Gasmenge konstant zu erhalten.

Die mechanische Wirkung der Gase äußert sich in einer Aufblähung des Darmstückes, bei welcher eine Dehnung der Längs- und Ringmuskulatur erfolgt. Es tritt sofort Peristaltik auf. An der Längsmuskulatur kann auf den ersten Dehnungsreiz hin zunächst eine Kontraktion beobachtet werden, die jedoch schnell nachläßt und in eine starke Erschlaffung übergeht, wobei

die Pendelbewegungen mehr und mehr abnehmen. Nach Ablassen des Gases treten Pendelbewegungen sofort in großer Stärke auf. Der anfängliche Tonus stellt sich sehr schnell wieder her, oft erst nach einer stärkeren Kontraktion der Längsmuskulatur.

Die pharmakologische Wirkung von Gasen hängt im allgemeinen von ihrer Resorbierbarkeit ab. Von den geprüften Gasen ließen nur solche mit hohem Absorptionskoeffizienten eine pharmakologische Wirkung erkennen. Von diesen Gasen hatte den kleinsten Absorptionskoeffizienten die Kohlensäure, welche in einer Anzahl von Versuchen leicht erregend wirkte, sich gewöhnlich aber chemisch ebenso unwirksam wie Luft verhielt. Schwefelwasserstoff lähmte die Darmmuskulatur noch in stärkeren Verdünnungen. Chloräthyl dampf wirkte erregend. Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenoxyd, Stickoxydul, Methan, Äthan und Pentandampf äußerten ihre Wirkung fast ausschließlich in mechanischer Hinsicht.