Studien über Resorption seitens des Darmkanales.

Von

Dr. G. Leubuscher,

Assistent am pathologischen Institute in Jena.

(Aus dem physiologischen Institute zu Breslau.)

In der Vorrede zu seinen kürzlich veröffentlichten Untersuchungen „Beiträge zur Physiologie und Pathologie des Darmes“ hat NOTHNAGEL sein Bedauern ausgesprochen, dass in den letzten Jahren die Pathologie des Verdauungstractus verhältnissmässig selten Gegenstand wissenschaftlicher Bearbeitungen gewesen sei und daran die Hoffnung und den Wunsch geknüpft, dass sich auch diesem etwas vernachlässigten Gebiete die Aufmerksamkeit der Forscher mehr zuwenden möchte. Muss diesem Ausspruche auch unbedingt beigestimmt werden, so drängt sich daneben doch eine andere Frage in den Vordergrund, nämlich die: Wie steht es mit den Forschungen und Ergebnissen auf dem berührten Gebiete in einer anderen Wissenschaft, welche als Basis der Pathologie angesehen werden muss, in der Physiologie? Man kann die Physiologie des Verdauungstractus in zwei grosse Gruppen eintheilen, deren erstere die Secretion der Verdauungssäfte, ihre Zusammensetzung und die Umwandlung der eingeführten Nahrungsmittel durch sie umfasst, und eine zweite Gruppe, enthaltend die Arbeiten und Anschauungen über den Act der Einverleibung dieser Nahrungsstoffe, über die Art und Weise, wie diese Aufnahme zu Stande kommt. Der erste dieser Abschnitte, die Chemie der Verdauungssäfte, ist eingehend studirt worden, und sind unsere Kenntnisse hinsichtlich der Secretion sowohl, als der Beschaffenheit der Secrete und ihrer Einwirkung auf die verschiedenen Nahrungs-

mittel derart, dass sie bereits ein gesichertes Fundament abgeben. Ganz anders aber verhält es sich mit der zweiten Gruppe, mit der Resorption seitens des Verdauungstractus, im speciellen mit der Resorption seitens des Darmkanales. Wir wissen, dass ein grosser Theil der in den Darm gelangten Stoffe durch die Darmwand dringt, von den Blut- und Lymphgefässen aufgenommen wird; wodurch, durch welche Kräfte aber diese Aufnahme geschieht, ist noch wenig bekannt. Nicht als ob uns bezüglich dieser Frage Arbeiten und Versuchsergebnisse mangelten, im Gegentheil sind namentlich in den letzten 30 Jahren viele und eingehende Forschungen veröffentlicht worden, die sich mit den Erscheinungen der Resorption beschäftigten.

Das Studium der Frage hängt auf das innigste zusammen mit dem Studium der histologischen Beschaffenheit der Darmschleimhaut und mit dem Studium über die Beziehungen zwischen Blut- und Lymphgefässen. Schon vor 120 Jahren hat J. N. Lieberkühn die Hypothese aufgestellt: „Durch die Peristaltik des Darmes werden die zu resorbirenden Stoffe durch die Oeffnungen des Zottenhäutchens in die Zotten gepresst, gelangen vorerst in die Blutgefässe und aus diesen in die Chylusgefässe“ [1]), und zwar nahm Lieberkühn dabei praeformirte Oeffnungen in dem Zottenhäutchen als Durchgangspforten für die Nahrungsstoffe an.

Wir haben in dieser Hypothese Lieberkühn's eine Ansicht, die, zwar wesentlich modificirt, bis in die neueste Zeit hinein als für die Resorption geltend, Vertreter gefunden hat, nämlich die Annahme, dass es besonders physicalische Vorgänge sind, die den Resorptionsact bewirken. Die Endosmose, die Diffusion und die Filtration waren die Kräfte, durch die man sich bemühte, die Aufnahme der verschiedenen Stoffe durch die Darmwandung zu erklären.

Man nahm und nimmt zum Theil noch an, dass die Darmwandung eine poröse Membran darstelle, welche die innerhalb des Verdauungstractus befindlichen, relativ concentrirten Lösungen von Ernährungsmaterialien trenne von der an diesen Substanzen ärmeren Blut- und Lymphflüssigkeit und dass nun ein endosmotischer Strom in diese letzteren herüber stattfinde. Eine für die Aufnahme gewisser Stoffe in Anspruch genommene Filtration könne dadurch zu Stande kommen, dass durch die Contraction der Darmmusculatur ein Druck auf den Darminhalt ausgeübt würde.

[1]) Dissertat. de fabrica et actione villorum. 1760 cit. n. Spina: Ueber Resorpt. u. Secret.

Diese Erklärung der Resorption hatte nun anscheinend auch keine Schwierigkeit für eine Reihe von Körpern. Wasser und gelöste Salze, Zuckerlösungen etc. können auf diesem rein endosmotischen Wege aufgenommen werden. Bei Salzlösungen muss alsdann Wasser aus dem Blute in den Darm übertreten, während die Salzlösung selbst resorbirt wird. Je höher das endosmotische Aequivalent dieser Salzlösung ist, um so grösser muss die übergetretene Wassermenge sein, und mit diesen Annahmen stimmte ja auch die Beobachtung überein, die man z. B. bei der Einfuhr von Mittelsalzen, die eben ein hohes endosmotisches Aequivalent besitzen, gemacht hat.

Grössere Schwierigkeit für die Erklärung ihrer Resorption bereiteten schon die Eiweisskörper, die in Folge ihres hohen endosmotischen Aequivalentes sehr schwer diffundiren. Hier schienen die Versuche von Funke[1]) Aufschluss zu geben. Funke betonte, dass für die Resorption der Eiweisskörper der Uebergang in die leichter diffusiblen Peptone nothwendig sei. Er stellte Versuche an über die Resorption von Pepton- und von Eiweisslösungen und kam zu der Ansicht, dass unverändertes Eiweiss, wenn überhaupt, nur in ausserordentlich geringen Mengen aufgenommen würde.

Mögen nun aber diese Angaben von Funke bezüglich der leichten Diffusibilität der Peptone selbst als richtig bezeichnet werden — die von v. Wittich angestellten Versuche[2]) sprechen dagegen, — so ist doch jedenfalls die Annahme widerlegt worden, dass unverändertes Eiweiss gar nicht oder nur in sehr geringen Mengen resorbirt würde. Durch Versuche von Brücke, Voit, Bauer, Eichhorst ist die Resorption von Casein, gelöstem Myosin, Alkalialbuminat, mit Kochsalz vermischtem Eiereiweiss, Leim nachgewiesen worden, und Experimente von Czerny und Latschenberger haben sogar die Aufnahme von unverändertem Eiweiss durch die Dickdarmschleimhaut gezeigt.

Ist somit hier schon eine Lücke für die Annahme einer einfachen Endosmose, so tritt die Schwierigkeit oder besser gesagt, die Unmöglichkeit, die Aufnahme der Fette auf diesem Wege zu erklären, noch schärfer hervor. Das in den Darm gelangte Fett wird durch die Einwirkung der Galle und des pancreatischen Saftes in eine feine Emulsion verwandelt. Man findet, wenn man

---

[1]) Funke, Lehrb. d. Physiologie Bd. I S. 354 ff. IV. Auflage.
[2]) Hermann, Handb. d. Phys. Bd. V II. S. 296.

die Darmwandung eines in Fettresorption begriffenen Thieres untersucht, die einzelnen Fetttröpfchen in den Epithelien der Schleimhaut, im Zottenparenchym, in den Chylusgefässen. Wie diese Fetttröpfchen durch die unversehrte Schleimhaut, d. h. durch eine mit Wasser durchtränkte Scheidewand, dahin gelangt seien, das hat man auf ganz verschiedene Weise zu erklären versucht. Brücke [1]) suchte die Annahme einer Endosmose auch für die Fette dadurch zu stützen, dass er zeigte, dass die Epithelzellen des Darmes nicht geschlossen wären, sondern offen und dass also die Fetttröpfchen zu ihrer Aufnahme nicht erst eine Membran zu durchdringen brauchten, sondern sich direct mit dem zähflüssigen Protoplasma mischen könnten.

Moleschott und Marfels [2]) glaubten für diese Annahme, resp. für die Annahme einer Filtration des Fettes entscheidende Beweise durch ihre Versuche liefern zu können. Sie stellten Experimente an über das Eindringen von festen unlöslichen Partikeln in die Epithelzellen und von hier aus in die Blut- und Lymphgefässe und glaubten positive Beweise dafür gefunden zu haben. Ihre Versuche bezogen sich einmal auf Emulsionen von fein vertheiltem Pigment der Chorioidea, welches sie theils lebenden Thieren in den Darm spritzten, theils unter Druck in die Darmschlingen todter Thiere brachten, wo sie dann diese Pigmentkörnchen sowohl in den Epithelzellen, als auch in den Chylusgefässen wieder aufgefunden haben wollen und zweitens auf das Einspritzen von geschlagenem Säugethierblut in den Darm von Fröschen, bei welchen sie im Herzblute die leicht kenntlichen Säugethierblutkörperchen gesehen zu haben angeben. Aber diese Versuche von Moleschott und Marfels haben keine Bestätigung gefunden, so ist es z. B. Donders, der die mit Chorioidealpigment angestellten Versuche genau in der von Moleschott und Marfels angegebenen Weise wiederholte, nicht gelungen, ein positives Resultat zu erhalten. Auch der Versuch von Funke gehört hierher, der ein fein emulgirtes Oel, welches bei Körpertemperatur fest ist (z. B. Stearin oder Wachs), in abgebundene Darmschlingen brachte und nach stundenlangem Verweilen in der Bauchhöhle nicht ein einziges Fetttröpfchen in den Epithelzellen auffinden konnte. Es

[1]) Brücke, Ueber die Aufsaugung des Chylus aus d. Darmhöhle. Sitzungsber. d. k. Academie zu Wien. 1852 Bd. IX.
Wiener medicin. Wochenschr. 1852 Nr. 52.

[2]) Der Uebergang kleiner fester Theilchen aus dem Darmkanal in den Milchsaft u. d. Blut. Wiener medic. Wochenschr. 1854 Nr. 52.

müssen also die erwähnten Resultate der Versuche von Moleschott und Marfels 'als auf irrigen Beobachtungen beruhend bezeichnet werden.

Weiterhin waren für die Erklärung der Fettresorption von grosser Bedeutung die Experimente von Wistinghausen [1]), die die Wichtigkeit der Galle für die Fettaufnahme zeigten. W. wies nach, dass die Durchtränkung thierischer Häute mit Galle oder Seifen die Membranen für Fette permeabel machte, indem sie die Capillarattraction für diese steigerte. Indessen hat sich trotz dieser Versuche die Annahme einer Endosmose für die Aufnahme des Fettes nicht viel Anhänger verschaffen können. Man wies namentlich darauf hin, dass die durch Wistinghausen gefundenen Thatsachen nicht hinreichend die reichliche und schleunige Aufnahme der Fette erklärten [2]).

Ferner sind Arbeiten von Perewoznikoff [3]) und Will [4]) erschienen, die eine völlig neue Theorie über die Fettresorption aufstellten. Sie zeigten nämlich, dass bei Verfütterung der chemischen Componenten des Fettes, Glycerin und Fettsäuren, sich in den Epithelzellen Fetttröpfchen in derselben Art und Weise zeigten, wie bei der einfachen Fettfütterung und dass also den Epithelzellen die Eigenschaft zukomme, aus den Componenten das Fett zu bilden. Es war nach diesen Versuchen wahrscheinlich, dass das Fett gar nicht in Form von Emulsionen resorbirt würde.

Zuletzt will ich aus der grossen Reihe der über diesen Gegenstand erschienenen Publikationen noch einige Arbeiten anführen, die uns zu einer in der neuesten Zeit mehr und mehr zur Geltung gelangten Resorptionshypothese führen, zunächst eine Arbeit von Thanhoffer [5]). Thanhoffer untersuchte den Darm von Fröschen und kam zu dem Resultate, dass die Cylinderzellen der Schleimhaut Flimmerzellen darstellten, deren Cilien jedoch Bewegungen eigenthümlicher Art ausführten. Mit schnellenden, pfeilförmigen Bewegungen sah er sie aus dem Innern der Zelle hervorspringen, zwischen sie gelangte Fetttröpfchen erfassen und dieselben bei ihrem Zurückziehen in das Innere des Zellenleibes befördern.

---

[1]) Experimenta quaedam endosmotica Dissertat. Dorpat 1851.
[2]) Landois, Physiologie.
[3]) Medicin. Centralblatt 1876.
[4]) Arch. f. die ges. Physiol. XX 1879.
[5]) Archiv für d. ges. Physiolog. VIII 1874.

Diese Angaben von Thanhoffer sind bisher bezüglich des Frosches nur theilweise von Fortunatow [1]) bestätigt worden.

Aehnliches, wie Thanhoffer bei Fröschen beobachtet hat, gelang Wiedersheim [2]) für den Höhlenmolch (Spelerpes fuscus) festzustellen.

Das Protoplasma am freien Rande einzelner Zellen bei frischen Darmpräparaten war in activer amöboider Bewegung begriffen, und sah Wiedersheim, dass einzelne protoplasmatische Fortsätze der Zellen ihre Form veränderten und in das Innere des Zellenleibes zurückgezogen wurden.

Wir haben in diesen Beobachtungen eine wesentliche Modification der bisherigen Anschauungen über die Resorption, dass nämlich eine active Thätigkeit der Zellen dabei mitspielt.

Schon Johannes Müller hatte, allerdings ohne näher darauf einzugehen, darauf hingewiesen, dass möglicherweise den Epithelzellen der Schleimhaut direct eine Betheiligung für die Aufnahme der Stoffe aus dem Darme zukomme. In neuester Zeit sind diese Anschauungen in eingehender Weise betrachtet und studirt worden. Am lebhaftesten und energischsten für die active Zellenbetheiligung ist Hoppe-Seyler eingetreten [3]). Er weist darauf hin, dass eine Filtration unmöglich bei der Resorption mitwirkend sein kann. Der Druck, der durch die Contraction der Darmmusculatur auf den Inhalt ausgeübt wird, kann nur ein geringer sein, weil der Inhalt seitlich ausweichen kann und nach vorwärts rückt. Für die Filtration ist ferner ausser einem ungleichen Druck eine genügende Festigkeit in der Lage der Theilchen des Filters nothwendig, fehlt diese, so gleicht sich der Druck durch ihre Bewegung aus, ohne dass die Flüssigkeit zur Bewegung durch die Poren genöthigt wird. Wird nun auf den Inhalt des Darmrohres ein Druck durch die peristaltische Contraction ausgeübt, so trifft dieser Druck in gleicher Weise die Oberfläche der Protoplasmen, welche letzteren vielleicht in seine Becher hinein gedrückt würden, aber auf keine Weise könnte Flüssigkeit durch die bewegliche, breiige Masse hindurchgedrückt werden. Auch die Osmose als Ursache der Resorption wird von Hoppe-Seyler verworfen. Er weist auf ein Experiment hin, bei welchem Alcohol in den Darm

[1]) Archiv für d. ges. Physiolog. XIV, 1877.

[2]) Festschrift zur 56. Versammlung deutscher Naturforscher etc. 83: Ueber die mechanische Aufnahme der Nahrungsmittel in der Darmschleimhaut.

[3]) Hoppe-Seyler, Physiolog. Chemie.

von lebenden Thieren gespritzt wurde in einer Verdünnung, so dass das Protoplasma nicht verletzt wurde, und wo man nun beobachtete, dass der Alcohol aus dem Darme in das Blut übertrat, ohne dass Wasser in den Darm übergetreten wäre, was man nach physicalischen Gesetzen hätte erwarten sollen. — Uns scheint dieser Versuch nicht stichhaltig, weil wir über die Natur des in der lebenden Darmwand gegebenen Diaphragma nichts wissen und weil man bei Einschaltung gewisser Membranen zwischen Alcohol und Wasser, z. B. einer Gummimembran, ebenfalls einen Uebertritt vom Alcohol zum Wasser und nicht das Umgekehrte beobachten kann. — Auf der anderen Seite führt Hoppe-Seyler aus, dass die Resorption von Wasser abhängig ist von der gesunden Beschaffenheit der lebenden Epithelzellen und dass eine einfache Reizung dieser Zellen genügt, um den Strom in umgekehrter Richtung von Blut und Lymphe in das Darmrohr gehen zu lassen. So ist die Resorption z. B. bei Darmcatarrhen und bei der Cholera aufgehoben, bei welchen die oberflächliche Zellenschicht zerstört ist. Auch aus der Einwirkung einer Anzahl von toxischer Substanzen, von Phosphor, arseniger Säure, Antimonpräparaten etc., die die Cylinderzellen entweder nur reizen oder gänzlich tödten und damit die Resorption vermindern oder sie gänzlich aufheben, ist die Betheiligung der Protoplasmen bei der Resorption zu ersehen.

Nach Hoppe-Seyler ist es dann Spina [1]) gewesen, der in einer grösseren Arbeit der vorliegenden Frage näher getreten ist. Spina ging von der Ansicht aus, dass das Studium der Resorption an höher organisirten Thieren durch verschiedene Umstände zu sehr erschwert würde, und stellte er deshalb seine Untersuchungen an dem Darmkanal der Stubenfliege und deren Larven an, ferner an einem im Froschdarm vorkommenden Entozoon, dem Distoma cygnoides. Spina glaubt durch diese Untersuchungen zu sehr wichtigen Resultaten gelangt zu sein. Er fand, dass durch den Einfluss von verschiedenen Reagentien Formveränderungen des Darmes hervorgerufen werden konnten und dass diese Formveränderungen einhergingen mit Formveränderungen der Epithelien des Darmes, in der Weise, dass bei der Contraction ein Anschwellen der Epithelien, bei der Dilatation ein Abschwellen beobachtet wurde. Den zunächst liegenden Schluss, dass diese Aenderungen der Figuration der Epithelien an die Contraction, resp. Dilatation

[1]) Ueber Resorption und Secretion. Leipzig 1882.

des Darmes, gebunden seien und also gleichsam mechanisch zu Stande kämen, weist er zurück, da er beobachtete, dass die Vergrösserung der Zellen auch dann eintrat, wenn die, z. B. durch electrische Reizung, bewirkte Contraction infolge von festem Darminhalt nur gering ausfiel. In solchen Fällen sah er sogar, dass die sich vergrössernden Zellen, an dem festen Darminhalt einen Widerstand findend, die Darmwand mechanisch nach aussen drängten und so eine Erweiterung des Darmes bewirkten.

Auch war die Grösse der Zellenvolumsänderung nicht immer proportional der Grösse der Contraction oder der Dilatation. Spina fand ferner, dass die Zellen gelöste Farbstoffe aus dem Innern des Darmes bei ihrer Vergrösserung aufnahmen und dass sie dieselben bei ihrer Verkleinerung wieder abgaben und zwar wahrscheinlich in das Leibesinnere des Thieres. Aus diesen Beobachtungen geht hervor, dass einmal active Formveränderungen der Epithelien existiren, und zweitens, dass bei diesen Formenveränderungen Inhalt aus dem Darm in das Innere der Zellen gelangt. Die Versuche, die Spina bezüglich der Resorption ungelöster Substanzen, Farbstoffkörnchen bei Fröschen anstellte, ferner über das Eindringen von Fäulnissbacterien in die Darmepithelien von Fliegenlarven sind negativ ausgefallen. Auch konnte er bei Fröschen, denen er Fettemulsionen in den Magen spritzte, nie jene allerfeinsten Fetttröpfchen, die er im Innern der Zellen fand, auch ausserhalb derselben finden. Er schliesst also daraus, dass die Annahme, dass die Fetttröpfchen der Emulsion von aussen in die Zellen gelangten, sehr unwahrscheinlich sei und dass vielmehr, wie Will es angegeben hat, die Epithelien aus den chemischen Constituenten des Fettes wieder Fett erzeugten. So interessant auch die Ergebnisse der Spina'schen Untersuchungen sind, so muss man sich doch fragen, ob die Erscheinungen, die am Insectendarm beobachtet werden, ohne weiteres auch auf den Darm der Wirbelthiere übertragen werden können. Hat doch Spina selbst schon Differenzen bezüglich der Resorption von Farbstoffkörnern bei Distoma cygnoides gegenüber dem Darm der Fliegenlarve constatirt — während bei ersteren ungelöste Körperchen des Darminhaltes in den epithelialen Belag eindrangen, war dieses bei letzteren nicht der Fall — und wenn er diese Verschiedenheit durch das Fehlen des Stäbchenorganes bei Distoma cygnoides zu erklären versucht, so ist das doch nur eine durch nichts bewiesene Hypothese.

Den hier zuletzt angeführten Arbeiten von Thanhoffer, Wie-

DERSHEIM, HOPPE-SEYLER, SPINA ist es aber zuzuschreiben, wenn man die bisher gangbar gewesene Hypothese der Filtration und der Endosmose grösstentheils fallen liess und begann die Resorption als eine Function der Epithelzellen des Darmes aufzufassen, wohlgemerkt ohne dabei die Möglichkeit einer Diffusion für gewisse Stoffe vollständig zu leugnen.

Ich habe auf Veranlassung von Herrn Geheimrath HEIDENHAIN einige Studien zur experimentellen Lösung der Frage angestellt: „Ist die Resorption im Darm lediglich die Folge von physicalischen Vorgängen, speciell von Diffusionsprocessen, oder treten bei der Resorption Erscheinungen auf, welche sich mit der Annahme einfacher physicalischer Diffusion nicht vereinigen lassen und auf eine specifische Betheiligung der Zellen der Darmschleimhaut hindeuten?“ Im Gegensatz zu SPINA wurden zu den Versuchen höher organisirte Thiere, Hunde, verwendet, weil ich eben, wie bereits erwähnt, der Ansicht bin, dass eine Uebertragung der Verhältnisse am Insecten- und Würmerdarm auf den Darm von Säugethieren nicht ohne weiteres statthaft ist.

Vorversuche.

Ehe zur Bearbeitung des vorliegenden Themas geschritten werden konnte, war eine Reihe von Vorfragen zu beantworten, die sich theils aus der Durchsicht bereits veröffentlichter Arbeiten, theils aus der gewählten Versuchsmethode ergaben.

Es sind in den letzten Jahren zwei Arbeiten erschienen, die ein Licht darauf werfen, dass die verschiedenen Abschnitte des Darmes sich bezüglich der Resorption der verschiedensten Substanzen sehr different verhalten. Die eine dieser Publicationen stammt von TAPPEINER[1]). T. injicirte in abgebundene Darmschlingen von Hunden gallensaure Salze von bekanntem Gehalte und stellte nach drei- bis fünfstündigem Verweilen der angefüllten Schlinge in der Bauchhöhle quantitative Untersuchungen des Inhalts an. Das injicirte Volumen schwankte zwischen 30,0 und 50,0. Die angewendeten Präparate waren glykochols. Natr., cholsaures Natr. und Hundegalle, die bekanntlich nur taurocholsaures Natr. enthält. Auf diese Weise wurde der ganze Darm bis zum Coecum bezüglich seiner Resorptionsfähigkeit geprüft. Die Resultate, zu denen TAPPEINER kam, waren folgende: Im Duodenum

[1]) Ueber die Aufsaugung der gallensauren Alkalien im Dünndarm. Sitzungsber. d. k. Academie d. Wissensch. Bd. 77. III. 1878.

wurde weder glykochols., noch taurocholsaures Natr., noch aus cholsauren Lösungen etwas aufgenommen; im jejunum wurde glycocholsaur. Natr. leicht resorbirt; im ileum alle drei zur Verwendung gekommenen Lösungen. Der Widerstand gegen die Aufnahme in den nicht resorbirenden Abschnitten war ein sehr grosser, da die betreffenden Salze auch in sehr verdünnten Lösungen (0,2—0,5 %) nicht resorbirt wurden. Der Uebergang von nicht resorbirenden zu resorbirenden Darmstellen war kein allmählicher, sondern ein ziemlich schroffer. T. hat auch Versuche mit successiver Resorption angestellt, in der Weise, dass er bei Lösungen von nur 0,5 % die Darmschlinge durch einen die Bauchwunde durchsetzenden Gummischlauch in Verbindung mit dem die Resorptionsflüssigkeit enthaltenden Gefässe liess. Er fand dabei, dass allmählich die resorbirte Menge abnahm, wie er meint durch Ermüdung des Darms.

Die zweite erwähnte Arbeit von Lannois und Lépine[1]) betrifft eine grössere Reihe von Experimenten, an Hunden angestellt, bei welchen in abgebundene Darmschlingen an verschiedenen Abschnitten des Darmes eine Anzahl von Substanzen auf ihre Resorbirbarkeit geprüft wurde. Die Versuche bezogen sich auf Peptone, Zucker, Oele, Jodkalium und Harnstoff. Es stellte sich dabei heraus, dass die Resorption durchgängig bedeutend besser war im jejunum, als im ileum, und zwar trat diese Differenz besonders deutlich hervor für Peptone, am wenigsten ausgeprägt war sie für die zur Verwendung gekommenen Salze. Eine Erklärung für dieses wunderbare Verhalten der verschiedenen Darmabschnitte wurde von den betreffenden Autoren nicht gegeben.

Es lag auf der Hand, dass die Resultate der erwähnten Arbeiten in Betracht gezogen werden mussten, wollte man nicht von vornherein mit unberechenbaren Factoren operiren. Die Ergebnisse der Arbeit der beiden französischen Beobachter, die ich, wie ich gleich hier bemerken will, für einige von mir geprüfte Substanzen bestätigen kann, regten ausserdem die Frage an, welches die Ursache der verschiedenen Resorption in den verschiedenen Darmabschnitten sein mochte, und ob man nicht vielleicht in der anatomischen Beschaffenheit der Schleimhaut der verschiedenen

[1]) Sur la manière différente dont se comportent les parties superieures et inférieures de l'intestin grèle au point de vue de l'absorption et de la Transsudation. Archives de Physiologie p. Brown Séquard. 1883 I. S. 92.

Darmtheile irgend einen Anhaltspunkt für diese Verschiedenheit gewinnen könnte.

Zu diesem Zwecke wurde eine grosse Anzahl von Präparaten der Schleimhaut von Duodenum, Jejunum und Ileum von Hunden und Katzen untersucht, und wenn auch die in dieser Beziehung erlangten Resultate die Frage noch keineswegs als gelöst erscheinen lassen, so können sie doch wenigstens bis zu einem gewissen Grade dazu verwerthet werden. Die Präparate wurden theils dem frischen Darm entnommen, theils wurde der Darm in Alcohol gehärtet, die Schnitte auf verschiedene Weise gefärbt (Alaunkarmin; Hamatoxylin-Alaun; Haematoxylin-Kali bichromium; Bordeauxroth) und so untersucht.

Es ergab sich nun aus diesen Präparaten, dass allerdings Differenzen der Schleimhaut zwischen Duodenum, Jejunum und Ileum existiren und zwar bezüglich der Häufigkeit des Auftretens eines der Epithelschicht angehörigen Gebildes, Differenzen, die so auffallend sind, dass sie bei genauerer Untersuchung garnicht entgehen können; es handelt sich um das Vorkommen derjenigen Gebilde, die man als Becherzellen zu bezeichnen pflegt. Die Anzahl der Becherzellen in den verschiedenen Abschnitten des normalen Darmes ist eine grundverschiedene; während man im Duodenum gewöhnlich, im Jejunum immer nur eine äusserst geringe Anzahl von Becherzellen vorfindet, so dass man oft erst nach ihnen suchen muss, ist ihre Zahl im ileum eine mindestens um das zehnfache grössere. Diese Zellen finden sich sowohl zwischen den Epithelien der Oberfläche, als in den Drüsen selbst, gewöhnlich zahlreicher an ersterer Stelle. Im Ileum sind sie oft so häufig, dass man beim ersten Anblick glaubt, ganze Zotten wären nur mit Becherzellen statt mit dem gewöhnlichen Epithel ausgekleidet. Ihr Vorkommen im Duodenum anlangend, so sind sie hier gewöhnlich sparsam vorhanden, doch kann man auch ausnahmsweise seltene Fälle beobachten, in denen die Häufigkeit der Becherzellen fast die des Ileum erreicht.

Alle diese Befunde wurden, wie ich noch einmal wiederholen will, am völlig normalen Darm erhoben und waren die Ergebnisse, natürlich innerhalb einer gewissen Breite schwankend, constant.

Fragen wir uns nun, welche Bedeutung diesen Resultaten für die Resorption zuzumessen sei, so wäre zunächst eine andere Frage zu beantworten, welche Bedeutung überhaupt den Becherzellen im Darme zukommt, resp. welches ihr Verhältniss zu den normalen Epithelien sei.

Die ersten genaueren Untersuchungen über die Becherzellen stammen von Gruby und Delafond, welche dieselben als „epithelium capitatum“ beschrieben und wurden sie in der Folgezeit häufig Gegenstand der Beobachtung, ohne dass man aber zu einem irgendwie sicheren Ergebnisse bezüglich ihrer Natur, ihrer Entstehung, als auch bezüglich ihrer Bedeutung gelangt wäre.

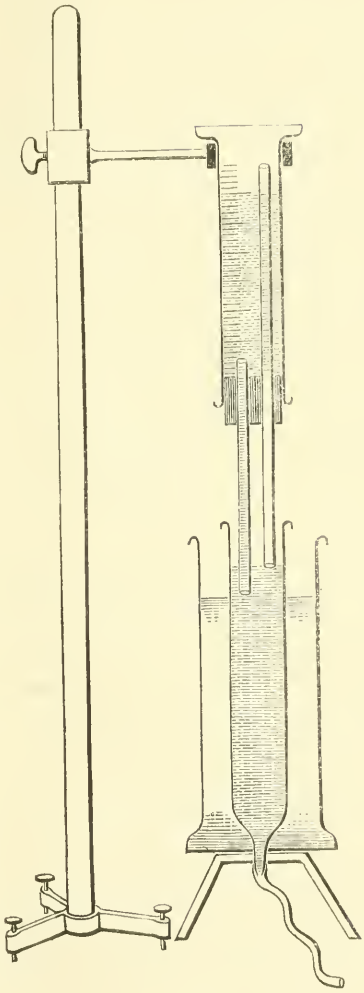
Während die einen Autoren die Becherzellen als Organe sui generis auffassten und ihnen demgemäss verschiedene Functionen zuertheilten, so hat Letzerich z. B. den Becherzellen die Aufgabe der Fettresorption vindicirt, haben andere wieder die Vermuthung ausgesprochen oder aus ihren Beobachtungen geschlossen, dass die Becherzellen nur in Regeneration befindliche Cylinderepithelien, also eine Stufe derselben in ihrer Entwicklung darstellten, und andere sind wieder zu der Ansicht gelangt, dass die Darmepithelien durch eine schleimige Metamorphose ihres Inhalts sich in Becherzellen umwandelten und dass letztere so direct zur Bereitung des Darmschleimes in Beziehung ständen. Bezüglich der Lösung dieser Fragen will ich mich weiterer Ausführungen enthalten und nur auf eine Ansicht noch näher eingehen, die in neuester Zeit in Spina wieder einen Vertreter gefunden hat. Es ist eine bekannte Thatsache, dass durch Einwirkung gewisser Agentien, wie Müller'scher Flüssigkeit, doppelt-chroms. Kali, Kalilauge, ferner bei Krankheiten, die destruirend auf die Epithelien der Darmschleimhaut einwirken, z. B. der Cholera, ein grosser Theil der Epithelien durch Gebilde, welche als Becherzellen imponiren, ersetzt werden kann. Diese Beobachtungen veranlassten Spina, einfach die Becherzellen als Kunstproducte, als Producte der Präparation, oder als durch pathologische Processe erzeugt, zu bezeichnen und ihr physiologisches Vorkommen überhaupt zu leugnen. Spina stellte auch eine Reihe von diesbezüglichen Versuchen an, die alle beweisen, dass, was auch nicht zu leugnen ist, eine grosse Reihe von chemischen und mechanischen Reizen eine Umwandlung von Epithelzellen in becherzellenähnliche Gebilde bewirken. Aber ist damit auch der zweite Theil der Spina'schen Behauptung, dass die Becherzellen keine physiologischen Gebilde sind, erwiesen? Weil unter gewissen Verhältnissen eine Umwandlung in Becherzellen hervorgerufen werden kann, darum soll jede Becherzelle künstlich oder durch pathologische Processe erzeugt sein? Ich glaube, dass meine Untersuchungen, bei welchen von Producten der Präparation nicht die Rede sein konnte, bei welchen die Darmschleimhaut gesunder Thiere untersucht wurde, entschieden da-

gegen sprechen, und ich glaube, dass ebenso die unverkennbare, constante Differenz des Vorkommens dieser Gebilde in den oberen und untern Darmabschnitten entschieden dagegen spricht. Diese letzterwähnte Verschiedenheit im Bau der Schleimhaut kann aber, und damit komme ich auf das zurück, was ich oben bei den Motiven für die Anstellung dieser Untersuchungen in dieser Richtung angegeben habe, möglicherweise den Grund abgeben für die verschiedene Resorptionsfähigkeit des jejunum und des ileum, wie sie durch Lépine und Lannois festgestellt worden ist.

Einwirkung des Druckes auf die Resorption.

Wenngleich es nach den oben erwähnten Ausführungen von Hoppe-Seyler nicht wahrscheinlich war, dass dem Drucke, welcher auf der zu resorbirenden Flüssigkeit lastete, eine solche Bedeutung zukam, als die Anhänger der Filtrationshypothese es für nothwendig erachten mussten, so war auch andrerseits nicht von der Hand zu weisen, dass gleichviel, ob die Resorption Folge von physicalischen Vorgängen sein mochte, gleichviel ob sie durch active Zellenthätigkeit bewirkt würde, dennoch von dem Drucke ein gewisser Einfluss auf die Resorptionsmenge zu erwarten wäre. Wir bestrebten uns desshalb, zunächst diesen Einfluss des Druckes festzustellen. Es war dazu nothwendig, dass die zum Versuche benützte Darmschlinge fortdauernd in Verbindung blieb mit dem die Resorptionsflüssigkeit enthaltenden Gefässe und ferner, dass das Niveau dieser Flüssigkeit im Gefässe, auch während die Darmschlinge resorbirte, sich gleich blieb, dass also während der Dauer des Experimentes stetig der gleiche Druck auf der Darmwand lastete. Es kam, um diese Bedingungen zu erfüllen, folgender Apparat in Anwendung:

Eine nach oben offene Burette stand an ihrer untern Oeffnung mit einem Gummischlauch und dieser wieder mit einer in die Darmschlinge einzuführenden Canüle in Verbindung. An demselben Halter, welcher die Burette trug, war über letzterer ein oben völlig, unten durch einen doppelt durchbohrten Gummipfropfen geschlossener, graduirter Cylinder befestigt. Durch die beiden Oeffnungen des Gummipfropfes gingen zwei Glasröhren hindurch, von denen die eine dicht über dem Gummipfropf endigte, während die andere bis an das obere Ende des Cylinders heraufragte. Nach unten zu steckten beide Glasröhren in der Burette und konnten, da der obere Cylinder an dem Halter verstellbar war, in der Bu-



rette erhoben und gesenkt werden. Die beiden Glasröhren endigten ausserdem nicht in gleicher Höhe innerhalb der Burette — die dicht über dem Gummipfropfen des obern Cylinders endigende ragte etwa 2 cm. tiefer herab, als die andere. Wurde nun der obere Cylinder mit Flüssigkeit gefüllt, so floss letztere soweit in die Burette hinein, bis ihr Niveau in dieser, dem Niveau, bis zu welchem die obere Glasröhre herabreichte, entsprach. Alsdann konnte, da der Luftdruck es hinderte, nichts mehr abfliessen und erst dann, wenn aus der Darmkanüle, welche die einzige Oeffnung der Burette darstellte, Flüssigkeit austrat, konnte wieder etwas aus dem oberen Cylinder in die Burette nachfliessen, aber immer nur bis zum Ende der oberen Glasröhre (siehe Figur). Es war also durch die höhere oder niedrigere Stellung dieser Glasröhre der Druck bestimmt, unter welchem die Flüssigkeit aus der Canüle ausströmte oder wenn die Canüle in eine abgebundene Darmschlinge eingeführt war, der Druck, unter welchem die Flüssigkeit auf der Darmwandung lastete. An dem oberen graduirten Cylinder konnte man die abgeflossene Menge einfach ablesen und ergab die Differenz des nach Beendigung des Versuches in der Darmschlinge vorhandenen Flüssigkeitsquantums und dieser Menge das resorbirte Volumen.

Von Nebenapparaten ist noch zu erwähnen, dass um die Burette herum ein weiter Cylinder angebracht war, der während des Versuches mit heissem Wasser gefüllt wurde, um eine Abkühlung der Resorptionsflüssigkeit zu verhüten; demselben Zwecke diente ein weiter Gummischlauch, der um die von dem untern Ende der Burette zur Canüle gehende Leitung herumgelegt war und von heissem Wasser durchströmt wurde, und schliesslich kam noch ein doppelter Blechmantel in Anwendung, der, mit heissem Wasser gefüllt, über das Versuchsthier gedeckt, eine Abkühlung desselben nach Möglichkeit verhüten sollte.

Zu den Experimenten wurden ausschliesslich Hunde benutzt und geschah die Vorbereitung des Versuches in folgender Weise:

Die Hunde wurden, auf dem Rücken liegend, aufgebunden. In eine frei präparirte Vena facialis wurden, je nach der Grösse des Thieres, verschieden grosse Quantitäten Chloralhydrat (0,5—1,0) resp. eine Dose Morphium injicirt, nach eingetretener Betäubung dann die Tracheatomie gemacht, Curace injicirt und künstliche Respiration eingeleitet. Hierauf wurde das Abdomen in der linea alba geöffnet, eine bestimmte Darmschlinge (jejunum oder ileum) hervorgezogen, dieselbe in verschiedener Länge bei den einzelnen

Versuchen unterbunden und die gläserne Darmkanüle eingelegt[1]). Der Darm, der dabei so kurze Zeit wie möglich ausserhalb der Bauchhöhle gelegen, wurde dann vorsichtig reponirt und die Bauchwunde durch Näthe sorgfältig geschlossen. Der Apparat war natürlich vor dem Einbinden der Canüle bis zu seinem Ende mit Flüssigkeit gefüllt. Diese Methode fand für mehrere, unten angeführte Versuchsreihen Anwendung.

Die Prüfung des Einflusses des Druckes auf die Resorption wurde nun weiter in folgender Weise ausgeführt. Nachdem der Apparat für einen gewissen Druck, z. B. 100 mm. Wasser, eingestellt war, wurde die schliessende Vorrichtung geöffnet und nun strömte die Resorptionsflüssigkeit in den Darm hinein. Als Resorptionsflüssigkeit wurde für diese Versuche Aqua destillata verwendet. — (Hat man den Darm in offene Communication mit dem Apparat gesetzt, so kann man an der Flüssigkeitssäule in der Burette deutlich die Druckverhältnisse der im Darme befindlichen Flüssigkeit ersehen. Es treten fortwährende Schwankungen in ersterer auf, die den Athembewegungen entsprechen. Ferner zeigen sich peristaltische Contractionen der Schlinge durch ein Zurückströmen von Flüssigkeit aus dem Darm und Ansteigen der Burettenflüssigkeitssäule an. Die Athembewegungen bleiben natürlich aus, sowie der Weg zum Darm irgendwie verlegt ist, und ist dieses ein Moment, welches auf ein etwaiges Verstopftsein der Canülen zu schliessen gestattet). — Nach einer verschieden langen Zeit, $\frac{1}{2}$ Stunde, 1 Stunde oder mehr, wurde der Zugang zur Canüle verschlossen und bestimmt, wieviel Flüssigkeit sich in der Darmschlinge befand. Zu diesem Zwecke war am andern Ende der abgebundenen Darmschlinge eine zweite kleine Canüle eingelegt worden und floss aus dieser dann die im Darme enthaltene Flüssigkeit aus[2]). Diese Flüssigkeitsmenge wurde von dem aus dem oberen Cylinder abgelaufenen Quantum abgezogen und entsprach

[1]) Von einem Ausspühlen des Darmes nahm ich Abstand, weil ich die dabei nothwendigen Manipulationen vermeiden wollte, und habe ich mich durch meine Versuche auch von der Unnöthigkeit einer derartigen Maassnahme in den meisten Fällen überzeugt.

[2]) Wie gleich hier bemerkt werden soll, ist dieses Verfahren aus verschiedenen Gründen unzweckmässig. Erstens gelingt es nicht sicher, die ganze Flüssigkeit aus dem Darm zu entfernen, da nur soviel herausfliessen wird, als nöthig, um die Wandungen der Schlinge zu entspannen und zweitens muss man, wie weiter unten gezeigt wird, überhaupt vermeiden, viele Ligaturen anzulegen, und ist eine solche beim Einbinden der zweiten Canüle nothwendig.

die erhaltene Differenz dem während der Zeit resorbirten Volumen. — Nun wurde der Apparat auf eine andere Druckhöhe eingestellt, betrug dieselbe also vielleicht 100, so wurde jetzt eine solche von 200 mm. Wasser gewählt, nun wurde wieder dieselbe Zeit, wie vorhin gewartet und auf's Neue die Resorptionsmenge bei dem veränderten Drucke bestimmt.

Auf diese Weise hatten wir es scheinbar in der Hand, die Resorption bei hohem und bei niedrigem Drucke zu berechnen; wir sagen scheinbar, denn es stellte sich heraus, dass noch ein anderer Factor mitspielte, der die in dieser Weise ausgeübte Versuchsmethode, unmöglich machte. Es zeigte sich nämlich, dass gleichviel, ob zum Anfang hoher, gleichviel ob niedriger Druck gewählt war, dennoch mit der Zeit stets die Resorption sank. Je länger der Versuch dauerte, um so weniger wurde resorbirt.

Ob die Abnahme der Resorption in den Versuchsbedingungen begründet ist oder ob es sich um eine Abnahme der resorbirenden Fähigkeit der Schleimhaut handelt, um eine „Ermüdung", das ist fraglich. Aus spätern Versuchen glauben wir jedoch mit einiger Wahrscheinlichkeit schliessen zu dürfen, dass, mag auch den Versuchsbedingungen ein gewisser Antheil an dieser Abnahme zugeschrieben werden können, dennoch die Hauptursache in irgend welchen physiologischen Veränderungen der Schleimhaut zu suchen ist. Wir glauben dies um so eher annehmen zu dürfen, als bereits durch ältere Versuche etwas ähnliches festgestellt worden ist. So hat Funke [1]) bei seinen Versuchen über die Resorption von Peptonlösungen gefunden, dass die Aufnahme des Peptons in den ersten Stunden bei weitem energischer vor sich geht, als in den folgenden, dass sie mit der Zeit schnell an Intensität abnimmt; und v. Becker [2]) hat bezüglich der Zuckerresorption constatirt, dass mit der Zeit die Grösse der Zuckeraufnahme immer mehr sinkt, dass also Absorptionsgrösse und Versuchsdauer nicht in geradem Verhältnisse zu einander stehen. Tappeiner schliesslich giebt für diejenigen seiner Versuche mit gallensauren Salzen, bei welchen er successive die Resorptionsflüssigkeit zufliessen liess, an, dass mit der Zeit die aufgenommene Menge abgenommen habe.

Es ergab sich also, dass auf diese Weise der beabsichtigte Zweck nicht erreicht werden konnte. Ein anderer Versuchsmodus

[1]) Lehrb. d. Physiologie Bd. I S. 358.

[2]) Ueber d. Verhalten d. Zuckers beim thierischen Stoffwechsel. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie 1854.

hätte nun darin bestanden, dass man verschiedene Hunde zum Vergleich mit einander benutzte, bei dem einen mit hohem, bei dem andern mit niedrigem Drucke operirte. Aber auch dieses Verfahren muss als nicht zum Ziele führend bezeichnet werden. Selbst gleich grosse, gleich altrige, zu derselben Zeit gefütterte Hunde wiesen an correspondirenden, gleich langen Darmstücken ausserordentlich grosse Differenzen der Resorption auf.

Ich führe hier zunächst einige Versuchsprotocolle für die Abnahme der Resorption mit der Zeit an.

Grosser Hund.

Der Darm ist in Resorption begriffen; die Chylusgefässe sind gefüllt. In eine nur wenig Inhalt habende Schlinge des untern jejunum wird die Canüle des Apparates eingeführt. Der Versuch war auf die angegebene Weise vorbereitet. Als Resorptionsflüssigkeit wird Aqua destillata verwendet.

I. Der Druck, unter welchem das Wasser in den Darm einfliesst, beträgt 200 mm. Wasser.

Zeit	Stand der Flüssigkeit im oberen Cylinder	Temperatur des Thieres	Blutdruck in der linken Carotis
9 Uhr 5 Min.	20	38,4	
9 „ 15 „	179	38,4	
9 „ 25 „	210	38,2	
9 „ 35 „	221	38,0	50 mm. Hg.
9 „ 45 „	238	37,7	55 „ „
9 „ 55 „	242	37,7	60 „ „
10 „ 5 „	244	37,7	70 „ „

Die zuführende Canüle des Apparates wird jetzt verschlossen, die abführende geöffnet. Im Darm sind 175 ccm. Inhalt. In den Darm geflossen sind im ganzen: 224. Resorbirt wurden 49 ccm.

II. Druck: 100 mm.

Zeit	Stand	Temperatur	Blutdruck
10 Uhr 20 Min.	24	37,6	
10 „ 30 „	60		
10 „ 40 „	88	37,5	70
10 „ 50 „	90	37,7	65
10 „ 55 „	90	37,7	65
11 „ 5 „	95	37,7	75
11 „ 20 „	100	37,6	

In der Darmschlinge sind 55 ccm. Flüssigkeit. Abgeflossen sind 76 ccm. Es wurden also resorbirt: 21 ccm.

III. Druck: 250 mm.

Zeit	Stand	Temperatur	Blutdruck
11 Uhr 45 Min.	178	37,2	
11 „ 55 „	270	37,0	
12 „ 5 „	294	36,5	80
12 „ 15 „	310	36,2	
12 „ 19 „	318	34,5	80
Der obere Cylinder wird gefüllt bei			
12 „ 21 „	30		
12 „ 25 „	38	34,0	
12 „ 35 „	38	34,0	
12 „ 45 „	38	33,8	

In der Darmschlinge sind 130 ccm. Abgeflossen sind 148 ccm. Es wurden also resorbirt 18 ccm.

In der 1. Stunde bei 200 mm. Druck wurden resorbirt 49 ccm.
„ „ 2. „ „ 100 „ „ „ „ 21 „
„ „ 3. „ „ 250 „ „ „ „ 18 „

Bei dem folgenden Experimente blieb der Druck während der ganzen Versuchsdauer gleich.

Kräftiger kleiner Hund.

Versuchsanordnung wie beim eben angeführten Experimente. Die Darmschlinge wird wiederum aus dem jejunum genommen, ist 25 cm. lang und völlig leer.

I. Druck: 100 mm.

Zeit	Stand d. Flüssigkeit	Temperatur	Blutdruck in d. Carotis
9 Uhr 5 Min.	65	36,8	
9 „ 15 „	100		
9 „ 25 „	145		
9 „ 35 „	168	36,6	60 mm. Hg.
9 „ 45 „	184		
9 „ 55 „	190	36,2	
10 „ 5 „	190	35,7	55 „ „

Abgeflossen im ganzen in die Schlinge: 125 ccm. Im Darm sind: 70 ccm. Es wurden resorbirt: 55 ccm.

II. Druck: 100 mm.

Zeit	Stand d. Flüssigkeit	Temperatur	Blutdruck
10 Uhr 10 Min.	190		
10 „ 20 „	252	35,7	50
10 „ 30 „	265	35,7	
10 „ 40 „	268		
10 „ 50 „	271	35,6	55
11 „	272	35,6	
11 „ 10 „	284	35,6	50

Abgeflossen sind im ganzen 94 ccm. Im Darme sind 76 ccm. Resorbirt wurden: 18 ccm.

III. Druck: 100 mm.

Zeit	Stand d. Flüssigk.	Temperatur	Blutdruck
11 Uhr 20 Min.	27	35,5	50
11 „ 30 „	70		
11 „ 40 „	73	35,5	
11 „ 50 „	73		
12 „	87	35,4	50
12 „ 10 „	96		
12 „ 20 „	100	35,4	

Abgeflossen sind 73 ccm. Im Darme sind 60 ccm. Resorbirt wurden: 13 ccm.

Es wurden also resorbirt in der 1. Stunde 55 ccm.
„ „ „ „ „ „ 2. „ 18 „
„ „ „ „ „ „ 3. „ 13 „

Es wurde nun zu folgendem Verfahren geschritten: Nicht wie bisher ein Apparat, sondern zwei von oben geschilderter Construction kamen in Anwendung; nicht eine Darmschlinge wurde auf ihre Resorptionsfähigkeit geprüft, sondern zwei bei demselben Hunde. Die Canülen der beiden Apparate wurden entweder in zwei dicht neben einander liegende Darmstücke oder in zwei von einander entfernte, aber in ihrer Lage genau bestimmbare Schlingen, z. B. oberes jejunum und unteres ileum, eingeführt. Es waren bei letzterer Methode, zwei von einander entfernte Darmstücke zu wählen, stets zwei Versuche nothwendig, um ein Experiment zu bilden, denn es musste jedesmal die verschieden grosse Resorptionsfähigkeit des jejunum und des ileum berücksichtigt werden. Liessen wir also das eine Mal die Jejunumschlinge unter einem Drucke von 100 mm., die Ileumschlinge unter einem Drucke von 200 mm.

resorbiren, so wurde das nächste Mal der Versuchsmodus umgekehrt; Jejunum 200 mm., Ileum 100 mm. Druck.

Was die Resorption in zwei dicht neben einander liegenden Darmstücken betrifft, so ist ihr Resultat, natürlich bei demselben Druck, im wesentlichen gleich, wie wir uns durch mehrere Versuche überzeugten.

Mittelgrosser Hund.

Zur Resorptionsflüssigkeit wird eine 0,5 % NaCl Lösung benutzt. Der Versuch wird in oben angegebener Weise vorbereitet. Die Canülen der beiden Apparate werden in zwei dicht an einander grenzende Jejunumschlingen eingeführt. Länge der oberen, nach dem Duodenum zu gelegenen Schlinge 19 cm., der unteren Schlinge 20 cm. Die beiden Darmschlingen sind anscheinend leer.

Druck 100 mm. Wasser.

Zeit	I. Obere Schlinge Stand d. Flüssigk. im obern Cylinder	II. Untere Schlinge Stand d. Flüssigk. im obern Cylinder
10 Uhr 15 Min.	96	45
10 „ 25 „	142	80
10 „ 35 „	166	95
10 „ 45 „	184	108
10 „ 55 „	200	110
11 „ 5 „	205	122
11 „ 15 „	208	128
11 „ 25 „	210	135
11 „ 35 „	212	140
11 „ 45 „	212	145
	Der Inhalt von Schlinge I betrug 64 ccm.	Der Inhalt von Schlinge II betrug 45 ccm.
	Abgeflossen waren 116 „	Abgeflossen waren 100 „
	Resorbirt 52 „	Resorbirt 55 „

Aehnliche Versuche habe ich noch für andere Darmabschnitte angestellt und überall constatirt, dass, falls die Schlingen nicht gar zu lang waren, die Resorption in benachbarten Schlingen keine wesentlichen Differenzen bot für die zur Aufsaugung benutzten Körper.

Die Experimente nun, nach obiger letzterwähnter Methode (mit 2 Apparaten) angestellt zur Bestimmung des Einflusses des Druckes auf die Resorption, ergaben folgende Resultate:

Es ist die Menge einer resorbirten Flüssigkeit bei verschiedenen Druckgrössen durchaus nicht gleich, sondern zeigt dieselbe je nach der Höhe des Druckes wesentliche Verschiedenheiten. Am

besten, d. h. am meisten resorbirt wird bei einem Drucke, der ungefähr zwischen 80—140 mm. Wasserdruck liegt. Ist der Druck höher, so wird mit der Zunahme des Druckes die Resorptionsmenge geringer, und dasselbe ist der Fall, wenn die Druckgrösse unterhalb der angegebenen Zahlen liegt. Es ist ferner die Höhe des für die beste Resorption geeigneten Druckes innerhalb gewisser Grenzen schwankend, einmal wird sie beeinflusst durch die zum Versuche benutzte Darmstrecke und zweitens ist sie abhängig von der Grösse und dem Kräftezustand des Versuchsthieres, oder richtiger gesagt, von der Höhe des Blutdruckes, ein Verhältniss, was weiter unten des näheren erläutert werden soll. Immerhin aber werden für die meisten Versuchsthiere die obigen Zahlen (80 bis 140 mm.) die entsprechenden Grenzen des Resorptionsmaximums abgeben.

Was ist nun der Grund für die geringere Resorption bei ganz niedrigem Druck; was ist der Grund für die Abnahme der Resorption bei höherem Druck?

Es scheint uns die plausibelste Annahme dafür folgende zu sein: Die resorbirende Darmfläche wird um so mehr leisten, je inniger ihre Berührung mit der zu resorbirenden Flüssigkeit ist. In leerem oder schwach gefülltem Zustande ist die Schleimhaut nicht entfaltet; letzteres wird aber eintreten, sobald der Druck eine gewisse, immerhin noch mässige Höhe erreicht hat. Infolge dessen ist die Resorption bei diesem mässigen Drucke besser, als bei ganz geringem. Bei hohem Drucke liegen die Verhältnisse anders; hier sind es wohl vorzugsweise zwei Möglichkeiten, die in's Auge gefasst werden müssen. Wenn man die Epithelzellen als resorbirende Organe ansieht, so ist es denkbar, dass durch hohen Druck direct eine Beeinträchtigung ihrer Functionsfähigkeit, ihrer Vitalität eintritt, und würde man für ein solches Verhalten ja Analogien von andern Organen, z. B. aus der Pathologie, heranziehen können. Oder aber, es findet infolge des hohen Druckes eine Beeinträchtigung der Circulation in der Darmwandung statt, sei es, dass die Blutgefässe, sei es, dass die Lymphgefässe mehr oder weniger comprimirt werden. Den Beweis für die erstere Hypothese zu erbringen, dürfte, wenn nicht ganz unmöglich, so doch äusserst schwer sein; man könnte höchstens aus anatomischen Veränderungen der Epithelzellen bei hohem Drucke den Schluss auf eine Beeinträchtigung ihrer Lebensfähigkeit ziehen, und ist zu bemerken, dass es nicht gelang, derartige Veränderungen an microscopischen Präparaten festzustellen. Anders verhält es sich

mit dem zweiten Punkt, dem auf mehrfache Weise näher getreten wurde [1]).

Wir versuchten nämlich zu bestimmen, wie sich der Ausfluss aus der Mesenterialvene einer abgebundenen Darmschlinge gestaltete, je nachdem die Schlinge leer, je nachdem sie unter hohem oder niedrigem Drucke gefüllt war. Wirkte ein hoher, auf der Darmwand lastender Druck in der Weise, dass die Darmgefässe comprimirt werden, so musste dementsprechend der Ausfluss aus der Mesenterialvene sich verlangsamen; bei mässigem Drucke oder bei leerer Darmschlinge musste er sich gleich bleiben.

Es wurden desshalb Versuche an grossen Hunden derart angestellt, dass eine Schlinge von ca. 15 cm. Länge unterbunden und in die von der Darmschlinge ausgehende Mesenterialvene eine Canüle eingelegt wurde. Dann wurde das Darmstück bei hohem und niedrigem Drucke gefüllt und die während der einzelnen Versuchsphasen aus der Vene ausfliessende Blutmenge gemessen. Dieses Verfahren wurde aber von uns verlassen, weil sich nach einiger Zeit, trotz angewendeter Vorsichtsmassregeln, gar zu leicht Gerinnungen in der Canüle bildeten. Wir modificirten die Versuchsanstellung jetzt so, dass wir nicht am lebenden, sondern am todten Hunde operirten und eine künstliche Durchblutung der Schlinge einleiteten. Unmittelbar nach der Tödtung des Hundes (durch Verbluten) wurde eine Darmschlinge von oben angegebener Länge unterbunden, die betreffende Arterie und Vene im Mesenterium frei präparirt, in jede eine feine Glaskanüle eingelegt, etwaige Anastomosen mit andern Gefässen als solchen, die zur Versuchsschlinge führten, sorgfältig ligirt. Die Arterienkanüle war mit einem Gummischlauch und einem Trichter verbunden und ergab die Höhe der Stellung des Trichters, die Höhe des Injectionsdruckes. Wir wählten einen solchen von 250—300 mm. Als Durchblutungsflüssigkeit wurde defibrinirtes Blut oder 0,5 % NaCl Lösung oder beide Flüssigkeiten miteinander vermischt, benutzt. Um die Menge der aus der Mesenterialvene ausströmenden Flüssigkeit zu bestimmen, wurde die Anzahl der Sekunden notirt, die zwischen dem Herabfallen eines Tropfens aus dem freien Ende der Mesenterialvenenkanüle vergingen bis zum Herabfallen des nächsten Tropfens.

Dieses Zeitverhältniss wurde zunächst für den leeren Darm, dann bei verschieden hohem, auf der Darmwandung lastendem

[1]) Siehe Anhang.

Drucke festgestellt. Es ergab sich nun ein Versuchsresultat, übereinstimmend mit der ausgesprochenen Hypothese. Bei stärkerm Darmdrucke nahm die Menge der aus der Mesenterialvene auslaufenden Flüssigkeit erheblich und je nach der Höhe des Druckes ab. Allzulange durften aber auch diese Versuche nicht fortgesetzt werden, denn, wie leicht ersichtlich, mussten an den todten Geweben Veränderungen, seröse Durchtränkung, Gerinnung etc. eintreten, die das Versuchsresultat dann illusorisch machten. — Um zu wissen, wie hoch bei einem grossen kräftigen Hunde, der den angeführten Versuchsbedingungen unterworfen, der Druck in einer der grossen Mesenterialvenen ist, stellten wir dieses durch Einführung einer Canüle und dadurch Verbindung mit einem Quecksilbermanometer fest. Es ergab sich ziemlich constant ein Blutdruck von 200 mm. Quecksilber.

Dass eine ungehinderte Blutcirculation überhaupt von wesentlichster Bedeutung für die Resorption ist und dass jedes Moment, welches eine Stauung in den Venen des resorbirenden Darmstückes sowohl, als auch eine Schwächung in der Energie der Herzthätigkeit hervorruft, im Stande ist, die Resorption auf das schwerste zu schädigen, wenn nicht gänzlich aufzuheben, haben ungesucht eine Reihe von Experimenten gelehrt. Es kam nicht gar zu selten vor, dass, gelegentlich anderer Versuche, eine Darmschlinge auffallend wenig oder gar nichts resorbirte, und meist fand sich dann als Grund irgend eine Circulationsstörung, sei es nun, dass bei Reposition der Schlinge in die Bauchhöhle eine theilweise Axendrehung des Mesenteriums stattgefunden, oder dass das Mesenterium zu sehr gezerrt wurde; sei es nun, dass infolge von Injection zu vieler Narcotica oder aus einem andern Grunde der gesammte Blutdruck erheblich gesunken war. Diese Beobachtungen werfen ein Streiflicht darauf, wie sich bei gewissen pathologischen Zuständen die Resorptionsverhältnisse gestalten mögen; wie Stauungen im venösen System des grossen Kreislaufes die Aufnahme von Nahrungsstoffen zu beeinträchtigen im Stande sind; wie die Resorptionsfähigkeit bei Individuen mit darniederliegender Herzthätigkeit ebenfalls unter der normalen Grenze liegen wird.

Versuche über den Einfluss des Druckes auf die Resorption.

Grosser Hund.

Versuchsanordnung und Versuchsvorbereitung wie bei den früher angeführten Experimenten.

Die beiden Apparate sind mit Aqua destillata gefüllt und mit 2 neben einander liegenden Jejunumschlingen in Verbindung gesetzt. Schlinge I ist 25, Schlinge II 26 cm. lang.

Zeit	Schlinge I (Druck 340 mm. Wasser) Stand d. Flüssigk. im obern Cylinder	Schlinge II (Druck 70 mm.) Stand d. Flüssigk. im obern Cylinder	Temperatur
9 Uhr 50 Min.	77	77	39,0
10 „	208	142	
10 „ 10 „	235	160	39,0
10 „ 20 „	239	162	
10 „ 30 „	246	169	
10 „ 40 „	251	179	38,8
10 „ 50 „	258	188	38,6
11 „	263	190	
11 „ 10 „	268	200	
11 „ 20 „	272	209	
11 „ 35 „	285	221	
11 „ 40 „	295	240	

In Schlinge I sind 192 ccm. Inhalt.
Abgeflossen sind 218 ccm.
Resorbirt . . . . 26 „

In Schlinge II sind 103 ccm. Inhalt.
Abgeflossen sind 163 ccm.
Resorbirt . . . . 60 „

Grosser Hund.

Versuchsanordnung genau wie beim vorigen Versuch.

Zeit	Schlinge I (Druck 330 mm.) Stand d. Flüssigk.	Schlinge II (Druck 85 mm.) Stand d. Flüssigk.
9 Uhr 20 Min.	138	124
9 „ 30 „	205	189
9 „ 45 „	216	198
9 „ 55 „	226	230
10 „ 5 „	228	232
10 „ 25 „	249	234
10 „ 35 „	277	242
10 „ 45 „	294	256
10 „ 55 „	303	270
11 „ 5 „	312	288
	Oberer Cyl. gefüllt	Oberer Cyl. gefüllt
11 „ 8 „	60	78
11 „ 15 „	60	82

In I sind 105 ccm.
Schlinge ist 25 cm. lang.
Abgeflossen 174 ccm.
Resorbirt 69 ccm.

In II sind 60 ccm.
Schlinge ist 26 cm. lang.
Abgeflossen 168 ccm.
Resorbirt 108 ccm.

Grosser Hund.

Dieselbe Versuchsanordnung.

Zeit	Schlinge I (Druck 30 mm.) Stand d. Flüssigk.	Schlinge II (Druck 100 mm) Stand d. Flüssigk.	Temperatur
11 Uhr 25 Min.	152	30	38,9
11 „ 30 „	198	110	39,2
11 „ 40 „	225	140	39,2
11 „ 45 „	230	162	39,2
11 „ 50 „	240	182	
11 „ 55 „	247	190	
12 „	247	194	
12 „ 10 „	250	206	
12 „ 25 „	235	222	
12 „ 35 „	266	250	
12 „ 45 „	271	252	39,1
12 „ 46 „	275	264	
	Cylinder gefüllt		
12 „ 48 „	164	—	
12 „ 55 „	166	264	
1 „ 5 „	168	276	
1 „ 7 „	172	294	

(In der untern Burette sind infolge zuletzt eingetretener peristalt. Contractionen der Schlinge 34 ccm. Flüssigkeit aus dem Darm zurückgetreten. „Ueberdruck").

In Schlinge I sind 37 ccm. Flüssigkeit.
Schlinge I 28 cm. lang.
Abgeflossen 131 ccm.
Resorbirt 94 ccm.

In Schlinge II sind 65 ccm. Flüssigkeit.
Schlinge II 28 cm. lang.
Abgeflossen 264 ccm.
Davon abgezogen die 34 ccm. „Ueberdruck" und der Schlingeninhalt.
Resorbirt 165 ccm.

Versuch über den Ausfluss aus einer Mesenterialvene bei hohem und niedrigem Drucke.

Nachdem der zu einem andern Versuche benutzte grosse Hund durch Verbluten getödtet ist, wird in der oben angeführten Weise verfahren. (Die einzelnen Ziffern geben die Anzahl der Sekunden an, die zwischen dem Herabfallen zweier Tropfen aus der Mesenterialvenenkanüle verstrichen). Als Durchblutungsflüssigkeit wird zur Hälfte 0,5 % NaCl Lösung, zur Hälfte defibrinirtes Blut genommen.

I Darm leer	II Darm wird gefüllt (Druck 400 mm. Wasser)	III Darm wieder leer	IV Darm wieder gefüllt (Druck 300 mm.)
1) 13	1) 49	1) 7	1) 23
2) 14	2) 36	2) 8	2) 29
3) 15	3) 31	3) 8	3) 25
4) 15	4) 27	4) 8	4) 26
5) 16	5) 34	5) 9	
6) 15	6) 35	6) 9	
7) 16	7) 32	7) 9	
8) 17	8) 31		
9) 16	9) 30		
10) 16	10) 28		
11) 18	11) 28		
12) 17	12) 25		
	13) 28		
	14) 30		

V Druck 400 mm.	VI Darm leer	VII Druck 100 mm.	VIII Darm leer
1) 43	1) 7	1) 10	1) 10
2) 39	2) 8	2) 10	2) 10
3) 41	3) 8	3) 12	3) 11
4) 41	4) 9	4) 10	4) 11
	5) 9	5) 11	
	6) 8	6) 11	

Grosser Hund.

Versuchsanordnung wie angegeben. Jejunumschlinge 16 cm. lang.

I Darm leer	II Druck 350 mm.	III Darm leer	IV Druck 200 mm.	V Darm leer
1) 6	1) 17	1) 7	1) 14	1) 8
2) 6	2) 18	2) 9	2) 14	2) 8
3) 7	3) 17	3) 8	3) 15	3) 9
4) 7	4) 19	4) 10	4) 14	4) 8
5) 6	5) 18	5) 9	5) 16	
6) 8				

VI Druck 100	VII Darm leer	VIII Druck 350	IX Darm leer	X Druck 200
1) 9	1) 9	1) 22	1) 8	1) 11
2) 10	2) 10	2) 23	2) 8	2) 10
3) 9	3) 10	3) 25	3) 8	3) 11
4) 10	4) 9	4) 24		

XI Darm leer	XII Druck 200	XIII Druck 300	XIV Darm leer
1) 6	1) 11	1) 13	1) 5
2) 7	2) 12	2) 14	2) 6
3) 7	3) 12	3) 14	3) 6

Resorption von Salzen.

Bezüglich der Resorption von Salzen glaubt man meistentheils auch noch heute, dass sie nach den Gesetzen der Endosmose resorbirt werden. Die Gesetze würden erfordern: Wenn Salze in gleicher Concentration im Darme wie im Blute vorhanden sind, so werden sie unverändert den Darm passiren, sind sie in stärkerer Concentration im Darme enthalten oder fehlen sie im Blute ganz, so gehen sie zum Theil nach endosmotischen Gesetzen in die Epithelien und von da in die Blutmasse über, entziehen aber dieser, entsprechend ihrem endosmotischen Aequivalent eine gewisse Menge Lösungswasser, oder endlich werden sie in sehr concentrirtem Zustande in den Darm eingeführt, so überwiegt der Wasserstrom vom Blute zum Darm so bedeutend, dass die Erfüllung des Darmrohres mit Flüssigkeit — Entleerung diarrhöischer Stühle — die Folge ist. —

Genauere Angaben über das Verhalten von Salzlösungen in abgebundenen Darmschlingen lebender Thiere, finden wir in den Versuchsergebnissen von Funke [1]). Funke brachte in abgebundene Darmschlingen von Kaninchen Kochsalzlösungen verschiedener Concentration und untersuchte nach einiger Zeit den Rückstand in der Schlinge. Die Resultate, zu denen er gelangte, waren folgende: Das Resorptionsquantum des Kochsalzes wächst mit der Concentration der injicirten Lösung; die Resorptionsgrösse sinkt mit der Zeit des Versuches; die Resorptionsgrösse wächst nicht in geradem Verhältnisse mit der resorbirenden Oberfläche.

Weiter sind dann bezüglich des in Frage stehenden Gegenstandes Arbeiten aus der pharmacologischen Litteratur [2]) bekannt und zwar aus dem Kapitel über die Wirkung der Mittelsalze.

Liebig glaubt nach den oben angeführten Gesetzen der Endosmose die Wirkung der Mittelsalze erklären zu können und nahm demzufolge an, dass, je concentrirter eine Salzlösung sei, sie auch um so kräftiger wirken müsse. Dieser Annahme widersprechen die Ergebnisse Aubert's, der den Einfluss der Concentration der Salzlösung für die abführende Wirkung leugnete und

---

[1]) Funke, Lehrbuch d. Physiologie.

[2]) Nach den Handb. d. Arzneimittellehre von Nothnagel und Rossbach und von Harnack.

letztere durch eine Reizung der Darmnerven zu erklären versuchte. Buchheim nahm dann weiter an, dass die Abführwirkung auf einer Retention der normaler Weise im Darm vorhandenen Flüssigkeit beruhe, dass also das betreffende Salz eine resorptionshindernde Wirkung entfalte. Dagegen sahen Voit und Bauer, Moreau, Lauder Brunten, Brieger, die Mittelsalze in abgebundene Darmschlingen brachten, eine sehr starke Flüssigkeitsansammlung im Innern der Schlinge auftreten. Von Interesse sind dann ferner die Versuche von Hay. Derselbe zeigte, dass bei Einfuhr concentrirter Salzlösungen das Blut zwar Wasser verliert, aber nicht auf dem Wege der Transsudation, sondern auf dem Wege der Secretion von seiten der Darmschleimhaut. Die nach Einbringung sehr concentrirter Glaubersalzlösungen sich im Darm nach einiger Zeit vorfindende Flüssigkeit enthielt viel Mucin und zuckerbildendes Ferment, keinen abnormen Eiweissgehalt und kein auf Eiweiss oder Fett wirkendes Ferment. Es handelt sich also nur um ein sehr salzreiches Secret, kein Exsudat.

Es wären dies im grossen und ganzen die über das Verhalten und über die Resorption von Salzlösungen bekannten Ergebnisse.

Unsere Versuche wurden nun in der Weise angestellt, wie wir es für die Bestimmung des Einflusses des Druckes auf die Resorption bereits angeführt haben, d. h. mit zwei Apparaten oben geschilderter Construction; in die eine Darmschlinge floss Aqua destillata, in die andere Schlinge die betreffende Salzlösung. Zu letzterer wurde zunächst eine Lösung von chemisch reinem Kochsalz benutzt. Beide Flüssigkeiten lasteten unter einem und demselben Druck auf der Darmwandung und zwar meist mit einem Drucke von 100 mm., weil hierbei nach den angeführten Ergebnissen die beste Resorption zu erwarten war.

Fast ausschliesslich wurden die beiden Schlingen aus dem Jejunum genommen und in der Weise verfahren, dass wir bei dem einen Versuche in die obere Darmschlinge die Salzlösung einfliessen liessen, bei dem nächstfolgenden Versuche in die untere, um so allen möglichen, wenn auch kleinen durch die Lage der Schlingen bedingten Versuchsfehlern aus dem Wege zu gehen.

Die Concentration der benutzten Kochsalzlösungen war eine verschiedene, und je nach der Concentration gestaltete sich das Versuchsergebniss natürlich auch ausserordentlich verschieden.

Zuerst wurde der eine Apparat, also auch die eine Schlinge mit 10 % NaCl Lösung gefüllt. Das Ergebniss war ein sehr kla-

res. Es floss zunächst aus der Burette ungefähr so viel aus, als nöthig war, um die Darmschlinge zu füllen, dann cessirte der Abfluss eine Zeit lang völlig, schliesslich flossen wieder einige wenige Cubikcentimeter ab und endlich hörte das Abfliessen nicht nur auf, sondern es trat Flüssigkeit aus dem Darm in die Burette zurück, es entstand „Ueberdruck". Aqua destillata in der andern Schlinge wurde dabei ungestört resorbirt.

Versuch.

Kleiner Hund.

Druck der Flüssigkeiten 100 mm. 2 Schlingen im jejunum unterbunden. Länge der Schlinge, die mit dem 10 % NaCl Lösung enthaltenden Apparate verbunden war, 21 cm, die der Aqua destillata Schlinge 20 cm. Versuch wird in der angegebenen Weise vorbereitet. Hund hat vor 14 Stunden zuletzt gefressen.

Zeit	I. 10 % NaCl Lösung. Stand der Flüssigkeit	II. Aqua destillata. Stand der Flüssigkeit
11 Uhr 30 Min.	180	110
11 „ 35 „	160	140
11 „ 30 „	160	150
11 „ 45 „	160	165
11 „ 50 „	160	176
12 „	158	201
12 „ 10 „	154	216
12 „ 20 „	151	244
12 „ 30 „	148	244
12 „ 40 „	148	254
12 „ 50 „	148	259
1 „ — „	148	272

Ueberdruck verursacht durch 25 ccm. Flüssigkeit.
Inhalt der Schlinge 50 ccm.
Abgeflossen . . . 32 „
Schlingen-Inhalt u. Ueberdruck . . 75 „
— 43 ccm.

Inhalt der Schlinge 42 ccm.
Abgeflossen . . . . 162 „
Resorbirt . . . . . 120 ccm.

Die Oberfläche der Schlinge I (10 % NaCl Lösung) hatte ein serös glänzendes Aussehen, war mit hellem glasigem Schleim bedeckt. Die microscopische Untersuchung des Epithels ergab zwar das Vorhandensein einer mässigen Anzahl von Becherzellen, indessen war die Zahl dieser Gebilde in einem benachbarten Stücke unversehrten Darmes eine anscheinend eben so grosse. An dem

Basalsaum der Epithelien waren die Stäbchen sehr deutlich zu sehen. Eine Abnormität fand sich sonst nicht vor.

Aus dem angeführten Versuche geht also hervor, dass bei fortgesetzter Injection von 10 % NaCl Lösung in eine abgebundene Schlinge eine Aufnahme von Flüssigkeit nicht stattfindet, sondern dass im Gegentheil in das Darmlumen hinein Flüssigkeit ausgeschieden wird.

Weiter wurden nun Salzlösungen von geringerer Concentration verwendet und zwar zunächst solche von 5 % NaCl Gehalt.

Die Ergebnisse sind im wesentlichen analog denen der 10 % Lösung, auch möchten wir nicht behaupten, dass die in das Innere erfolgte Flüssigkeitsausscheidung eine geringere war, im Gegentheil war der Austritt von Flüssigkeit in das Darmlumen bei einigen Versuchen hier noch grösser, als bei dem oben angeführten Experiment. Auch die macroscopischen Veränderungen an der Oberfläche der Schleimhaut erschienen noch deutlicher.

Versuch.

Kleiner Hund.

Versuchsanordnung wie früher. Der mit Aqua destillata gefüllte Apparat wird in Verbindung gesetzt mit einer Schlinge des unteren jejunum, der mit 5 % NaCl Lösung gefüllte mit einer Schlinge des oberen ileums. Länge von Schlinge I 20 cm., von Schlinge II 15 cm. Hund hat vor 40 Stunden Nahrung bekommen.

Druck 100 mm.

Zeit	I (5 % NaCl Lösung). Stand	II (Aqua destillata).
9 Uhr 40 Min.	50	52
9 „ 50 „	91	101
10 „	94	125
10 „ 10 „	94	142
10 „ 20 „	94	152
10 „ 30 „	94	170
10 „ 40 „	94	174
10 „ 50 „	94	179
11 „	94	185
11 „ 10 „	94	190

Ueberdruck . . .	23 ccm.		
In Schlinge I .	102 „	In Schlinge II	70 ccm.
Abgeflossen . .	44 „	Abgeflossen .	138 „
Ueberdr. u. Inhalt	125 „	Resorbirt . .	68 „
—	81 ccm.		

Die Schlinge I, welche 5 % NaCl Lösung enthalten, war an der Oberfläche mit dichten Schleimmassen bedeckt; die microscopische Untersuchung ergab das Vorhandensein zahlreicher Becherzellen (Ileum!). Die Stäbchen im Epithelialsaum waren sehr deutlich.

Die nächste Concentration der Salzlösung, die auf ihre Resorption geprüft wurde, war eine 2 % NaCl Lösung. Es zeigte sich, dass auch hier von der Flüssigkeit nichts resorbirt wurde, doch fand auf der andern Seite kein oder doch nur ein geringer Uebertritt von Flüssigkeit in den Darm statt. Die macroscopischen Veränderungen an der Schleimhautoberfläche waren ebenfalls nur geringfügig; bei einigen Versuchen fand sich auf der Schleimhaut ein geringer Schleimbeleg vor, der in anderen fehlte. Microscopisch waren Veränderungen nicht zu constatiren.

Versuch.

Mittelgrosser Hund.

Versuchsanordnung wie früher. Zur Resorptionsprüfung werden 2 Jejunumschlingen verwendet, deren eine mit dem 2 % NaCl Lösung enthaltenden Apparate verbunden wird, die andere mit der Aqua destill. enthaltenden. Beide Schlingen 23 cm. lang. Hund seit 40 Stunden nüchtern.

Zeit	I. 2% NaCl Stand	II. Aqua destillata Stand
9 Uhr 30 Min.	42	61
9 „ 40 „	86	95
9 „ 50 „	90	105
10 „	90	108
10 „ 10 „	94	115
10 „ 20 „	94	125
10 „ 30 „	94	132
10 „ 40 „	96	140
10 „ 50 „	96	145
11 „	96	154
	Ueberdruck . 8 ccm.	
	Inhalt . . . 44 „	Inhalt . . 50 ccm.
	Abgeflossen . 54 „	Abgeflossen 93 „
	Resorbirt + 2 „	Resorbirt . 43 „

Versuche, angestellt mit 1 % NaCl Lösung gegenüber Aqua destillata ergaben folgendes Resultat: Es wird bei Injection einer 1 % NaCl Lösung Flüssigkeit resorbirt, indessen ist die resorbirte Menge stets um ein bedeutendes geringer, als die des resorbirten Wassers. Die Differenz der Resorptionsquantitäten zwischen die-

sen beiden Flüssigkeiten ist schwankend, aber in keinem einzigen unserer diesbezüglichen Experimente erreichte oder überstieg die Resorption der 1 % NaCl Lösung die der Aqua destillat.

Versuch.

Grosse Hündin.

Versuchsanordnung wie früher. Der mit 1 % NaCl Lösung gefüllte Apparat wird in Verbindung gesetzt mit einer 20 cm. langen Schlinge des unteren jejunums; der mit Aqua destillata gefüllte mit einer 22 cm. langen Schlinge des oberen ileums. Hund seit 12 Stunden nüchtern.

Druck 100 mm.

Zeit	I (1 % NaCl Lösung) Stand	II (Aqua destillata) Stand
11 Uhr 40 Min.	52	26
11 „ 50 „	88	88
12 „	102	115
12 „ 10 „	121	145
12 „ 20 „	128	159
12 „ 30 „	140	181
12 „ 50 „	146	188
1 „	158	223
1 „ 10 „	168	234
1 „ 20 „	185	259
	Inhalt von I 78 ccm.	Inhalt von II 95 ccm.
	Abgeflossen 133 „	Abgeflossen 233 „
	Resorbirt 55 „	Resorbirt 138 „

Ganz anders gestalteten sich nun die Resultate, als Concentrationen der Salzlösungen von $\frac{1}{2}$ % und $\frac{1}{4}$ % NaCl im Vergleiche mit der Resorption von Aqua destillata verwendet wurden. Was zunächst die Salzlösungen von $\frac{1}{2}$ % anlangt, so fanden wir bei weitaus in der Mehrzahl der Versuche, dass diese Lösungen besser oder wenigstens gleich resorbirt wurden, wie Wasser; nur in einigen wenigen Experimenten war die Flüssigkeitsaufnahme etwas schlechter, als bei dem Vergleichsobject. Wir gingen nun mit der Concentration der Salzlösung noch weiter herunter bis zu $\frac{1}{4}$ % und hierbei erwies sich, dass bei diesem Gehalt an NaCl die Resorption bedeutend besser war, ja mitunter ganz colossale Differenzen der „Salzschlinge“ gegenüber der „Wasserschlinge“ auftraten. Betreffs dieses Punktes, der wie uns scheint, für die vorliegende Frage von grosser Bedeutung ist, wurden eine grosse Reihe von Experimenten angestellt und alle ohne Ausnahme ergaben das angeführte Resultat.

Versuch.

Grosser Hund.

Versuchsanordnung wie früher. Der eine, mit 0,5 % NaCl Lösung gefüllte Apparat wird in Verbindung gesetzt mit einer Schlinge des oberen jejunum, der andere, mit Aqua destillata gefüllte Apparat mit einer Schlinge des untern jejunum. Hund seit 12 Stunden nüchtern.

Zeit	I. (½ % NaCl Lösung). Stand	II. (Aqua destillata). Stand
11 Uhr 25 Min.	142	141
11 „ 35 „	222	220
11 „ 45 „	231	229
11 „ 50 „	260	250
11 „ 55 „	270	253
12 „ 5 „	290	270
12 „ 10 „	306	277
12 „ 15 „	321	285
12 „ 25 „	342	296
In der Schlinge: 80 ccm.		In der Schlinge: 72 ccm.
Abgeflossen: 200 „		Abgeflossen: 155 „
Resorbirt: 120 „		Resorbirt: 83 „

Versuch.

Mittelgrosser Hund.

Versuchsanordnung wie früher. Die beiden Apparate, der eine mit ¼ % NaCl Lösung, der andere mit Aqua destillata gefüllt, werden mit zwei Jejunumschlingen verbunden. Darm ist in Resorption begriffen; die Chylusgefässe gefüllt, die Blutgefässe stark injicirt.

Zeit	I. ¼ % (NaCl Lösung). Stand	II. (Aqua destillata). Stand
10 Uhr 30 Min.	45	134
10 „ 40 „	125	242
10 „ 50 „	154	274
11 „	195	300 gefüllt bis
11 „ 10 „	251	54
11 „ 20 „	295	94
11 „ 23 „	302	118
11 „ 25 „	gefüllt bis 15	145

Zeit	I. ¼ % (NaCl Lösung). Stand	II. (Aqua destillata). Stand
11 Uhr 40 Min.	87	146
11 „ 50 „	130	154
12 „	160	190
12 „ 10 „	195	225
12 „ 15 „	217	240

Inhalt der Schlinge: 97 ccm. Inhalt der Schlinge: 93 ccm.
Abgeflossen in I: 459 „ Abgeflossen in II: 352 „
Resorbirt: 362 „ Resorbirt: 259 „

Schlinge I 25 cm. lang. Schlinge II 24 cm. lang.

Versuch.

Mittelgrosser Hund.

Dieselbe Versuchsanordnung. Vergleichsversuch zwischen der Resorption von ¼ % NaCl Lösung und Aqua destillata. Beide Schlingen liegen im jejunum. Die „NaCl Schlinge" ist 22 cm., die Aqua destillata Schlinge 21,5 cm. lang. Hund seit 15 Stunden nüchtern.

Zeit	I. (¼ % NaCl Lösung). Stand	II. (Aqua destillata). Stand
10 Uhr 30 Min.	130	98
10 „ 40 „	230	135
10 „ 50 „	250	140
11 „ 5 „	270	144
11 „ 25 „	284	155
11 „ 30 „	298	170
	gefüllt bis 42	
11 „ 45 „	76	186
11 „ 55 „	80	197
12 „ 5 „	90	206
12 „ 15 „	102	215
12 „ 25 „	120	230

Inhalt von I: 43 ccm. Inhalt von II: 35 ccm.
Abgeflossen in I: 246 „ Abgeflossen in II: 132 „
Resorbirt: 203 „ Resorbirt: 97 „

Während wir also gefunden, dass eine 10 %, eine 5 % und eine 2 % NaCl Lösung bei fortgesetztem Nachfliessen garnicht, dass eine 1 % NaCl Lösung schlechter, eine 0,5 % Lösung etwa gleich, wie Aqua destillata resorbirt werden, zeigte sich, dass eine 0,25 % Kochsalzlösung besser resorbirt wird. Was folgt daraus, welche Schlüsse können wir für die vorliegende Frage aus diesem Verhalten ziehen? Wenn der Resorptionsvorgang aufgefasst wird als

das Resultat einer Diffusion, eine Endosmose, so ist die einfache Schlussfolgerung, dass eine Flüssigkeit um so besser resorbirt werden muss, je grösser die Differenz ihres Salzgehaltes gegenüber dem Salzgehalt des Blutes ist, d. h. mit andern Worten, eine Flüssigkeit, die gar kein Salz enthält, muss am besten resorbirt werden. Eine solche Flüssigkeit ist Aqua destillata.

Wir sahen, dass letzteres besser resorbirt wird als Flüssigkeiten mit höherem NaCl Gehalt, wir sahen aber ferner, dass Flüssigkeiten mit geringem NaCl Gehalt besser als Wasser resorbirt werden, und diese Thatsache ist vom Standpunkte der Diffusionstheorie nicht wohl zu deuten.

Es muss an dieser Stelle erwähnt werden, dass bereits von Hoppe-Seyler [1]) rein empirisch diese anregende Wirkung geringer Salzmengen auf die Resorption, resp. auf die Zellenthätigkeit, erwähnt worden ist. Hoppe-Seyler sagt bei Besprechung der Ursache und chemischen Verhältnisse von Retention der Faekalmassen: „Auffallend ist das fast constante Auftreten derselben nach Einnahme von mässigen Mengen verdünnter Salzlösungen NaCl, Na_2SO_4, $MgSO_4$ u. s. w., welches beim Beginn von Brunnenkuren oft recht deutlich erkennbar und zugleich störend wird; wahrscheinlich liegt hier eine anregende Wirkung dieser Salze auf die Darmepithelien der Erscheinung zu Grunde, welche in das Gegentheil umschlägt, wenn die Concentration der Salzlösung gesteigert wird."

Um einen Abschluss für die Frage der Salzresorption zu gewinnen, war aber die Prüfung eines zweiten Punktes noch nothwendig, die Prüfung nämlich der Resorption des Salzes selbst der injicirten Lösung. Die Resorption der Flüssigkeit verhält sich verschieden — je nach der Concentration der Salzlösung nahm die Flüssigkeitsmenge im Innern der Schlinge entweder ab oder zu. — Verhält sich die Abnahme des Salzes selbst auch verschieden, oder wird, gleichviel ob stärkere oder schwächere Lösungen verwendet werden, Salz gleichmässig und gleichviel resorbirt?

Die in der bisherigen Weise angestellten Versuche gestatteten keine Untersuchung dieser Frage, weil eben durch die nachfliessende Salzlösung, die in der Schlinge befindliche Flüssigkeit stets, auch am Ende des Versuches, annähernd die gleiche Concentration besitzen musste. Es wurden deshalb die Versuche in anderer Weise ausgeführt. Das Thier, welches mindestens seit

[1]) Hoppe-Seyler, Physiolog. Chemie.

24 Stunden nüchtern war, wurde narcotisirt, curarisirt, künstliche Respiration eingeleitet.

Nach Eröffnung des Abdomens wurde eine Jejunumschlinge von bestimmter Länge unterbunden und in dieselbe eine gemessene Menge einer in ihrer Concentration bekannten, erwärmten Kochsalzlösung injicirt; ebenso wurde dann mit einer Ileumschlinge verfahren, doch wurde darauf gesehen, dass letztere um einige Centimeter länger war, um die verschiedene Weite der gewählten Darmschlingen auszugleichen. Das Abdomen wurde dann zugenäht und das Thier nach kürzerer oder längerer Zeit getödtet. Der Versuchsmodus ist im Wesentlichen derselbe, wie er von Funke, Tappeiner, Lépine und Lannois angewendet wurde. — Nach dem Tode des Thieres wurde der gesammte Inhalt einer jeden der beiden Darmschlingen aufgefangen, die Flüssigkeitsmenge gemessen und der vorhandene Gehalt an NaCl bestimmt. Die Bestimmung des letzteren wurde durch Feststellung des Chlorgehaltes gemacht (nach der Mohr'schen Methode). Absolut genau ist dieses Verfahren in unseren Bestimmungen nicht, da ja auch Darmsecrete in die Flüssigkeit hinein ausgeschieden sein konnten, deren Chlorgehalt dann mitgerechnet wurde. Bedeutend kann aber nach den erlangten Resultaten diese Fehlerquelle nicht sein.

Es ergab sich folgendes:

1) Chlornatrium wurde aus allen zur Verwendung gekommenen Lösungen (10%, 5%, 2%, 1%, ½%) resorbirt; bei 10% und 5% Lösungen fand sich stets nach Beendigung des Versuches eine Zunahme der Flüssigkeit im Innern der Schlinge, bei den geringeren Concentrationen eine mit der Abnahme der Concentration steigende Verminderung. Die absolute Menge des resorbirten Kochsalzes bei den verschiedenen Concentrationen sinkt (natürlich innerhalb derselben Zeit und bei gleich langen Schlingen) mit der Höhe der Concentration; das Resorptionsverhältniss in Procenten ausgedrückt zur injicirten Menge des Kochsalzes ist dagegen um so grösser, je verdünnter die Lösung ist. Mit andern Worten: Aus einer 5% Lösung wird in derselben Zeit mehr NaCl resorbirt, als aus einer 1%, während aber die Abnahme im ersteren Falle nur etwa 35% der Gesammtmenge beträgt, beläuft sie sich in letzterem Falle auf etwa 50%.

2) Was die Differenzen der Resorption von Salzlösungen im jejunum und ileum betrifft, so war gewöhnlich die Flüssigkeitsaufnahme sowohl, als die Salzresorption besser im jejunum, als im ileum; doch kamen einzelne wenige Fälle vor, in denen das Ver-

hältniss sich so gestaltete, dass entweder von beiden Darmtheilen annähernd gleichviel aufgenommen wurde oder sogar etwas mehr von der Ileumschlinge.

Versuche.

Kleiner Hund.

Versuchsanordnung wie erwähnt. In eine 20 cm. lange Jejunumschlinge und eine 25 cm. lange Ileumschlinge werden je 26 ccm. einer 5% NaCl Lösung injicirt. Der Versuch dauert $\frac{3}{4}$ Stunden. Die dann geöffneten Schlingen enthalten:

Jejunumschlinge: 46 ccm. einer hellgelben Flüssigkeit.
Ileumschlinge: 56 ccm. einer grünlich-gelben Flüssigkeit.

Die Chlorbestimmung ergiebt:

In 10 ccm. der Jejunumflüssigkeit sind 0,193 NaCl, in der ganzen Jejunumflüssigkeit also: 0,8878 NaCl.
„ „ „ „ Ileumflüssigkeit sind 0,147 NaCl, in der ganzen Ileumflüssigkeit: 0,8232 NaCl.

Injicirt waren in jeder Schlinge: 1,3 NaCl.

Es wurden resorbirt von der Jejunumschlinge: 0,4122 NaCl, d. h. ca. 30%.
„ „ „ „ „ Ileumschlinge: 0,4768 „ d. h. ca. 30%.

Grosser Hund.

Versuchsanordnung wie erwähnt. In eine Jejunumschlinge von 25 cm. Länge und in eine Ileumschlinge von 30 cm. Länge werden je 35 ccm. einer 2% NaCl Lösung injicirt. Nach $\frac{5}{4}$ Stunden wird das Thier getödtet.

Es finden sich: In der Jejunumschlinge: 51 ccm. Flüssigkeit.
„ „ „ In der Ileumschlinge: 70 ccm. „

Die Chlorbestimmung ergiebt:

In 10 ccm. der Jejunumflüssigkeit: 0,082 NaCl, im ganzen in der Jejunumflüssigkeit also: 0,4182 NaCl.
„ „ „ „ Ileumflüssigkeit: 0,085 NaCl, im ganzen in der Ileumflüssigkeit also: 0,595 NaCl.

Injicirt war in jede Schlinge: 0,7 NaCl.

Es wurden also resorbirt:

Von der Jejunumschlinge: 0,2818 NaCl, d. h. ca. 40%
„ „ Ileumschlinge: 0,105 „ „ „ 15%.

Kleiner Hund.

Dieselbe Versuchsanordnung. Jejunumschlinge 20 cm., Ileumschlinge 23 cm. lang. In jede Schlinge werden 26 ccm einer 1% NaCl Lösung injicirt. Nach $\frac{3}{4}$ Stunden wird das Thier getödtet.

Inhalt des Jejunum: 18 ccm.
„ „ Ileum 22 ccm.

In 10 ccm. der Jejunumflüssigkeit sind 0,065 NaCl, im ganzen in der Jejunumflüssigkeit also: 0,117 NaCl.

„ „ „ „ Ileumflüssigkeit sind 0,064 NaCl, im ganzen in der Ileumflüssigkeit also: 0,1408 NaCl.

Da in jede Schlinge 0,26 NaCl injicirt waren, so wurde resorbirt:
Von der Jejunumschlinge: 0,143 d. h. ca. 55%
„ „ Ileumschlinge: 0,1192 „ „ „ 46%.

Fassen wir die gesammten, bezüglich der Kochsalzresorption gewonnenen Hauptresultate kurz zusammen, so ergiebt sich, wie bereits erwähnt, für die Versuche mit stetem Nachfliessen der Salzlösung ein mit der Diffusionstheorie nicht vereinbares Ergebniss; die in zweiter Linie angestellten Versuche für die Resorption begrenzter Mengen in abgebundenen Schlingen würden dagegen ihr Resultat nach den Diffusionsgesetzen erklären lassen. Indessen müssen wir fragen, ob nicht auch für die letzteren Ergebnisse eine andere Deutung möglich wäre; durch die stärkeren Salzlösungen könnte ja vielleicht ein Reiz auf die Drüsen der Schleimhaut ausgeübt werden, der diese zu einer ergiebigern Secretion veranlasste.

Resorption von Kalisalzen.

Ein zweites Salz, welches auf seine Resorbirbarkeit geprüft wurde, war ein Kalisalz und zwar Chlorkalium. Es leiteten uns bei der Auswahl gerade eines Kalisalzes mehrfache Gesichtspunkte: Es ist bekannt, dass die Kalisalze Körper darstellen, welche auf gewisse thierische Organe, namentlich auf die Nerven und die Muskeln einen deletären Einfluss ausüben, sobald ihr Gehalt im Blute eine gewisse Concentration überschritten hat. Man nimmt nun an, dass dieser deletäre Einfluss in einer directen Einwirkung auf die Protoplasmen bestehe, sei es, dass dieser nun in chemischen Veränderungen oder in einer Störung ihrer Ernährbarkeit oder in andern Momenten zu suchen sei. Sind nun bisher auch

keine Versuche bekannt, welche eine Vermuthung oder gar den Schluss zulassen, dass eine ähnliche Wirkung auch auf die zelligen Elemente der Darmschleimhaut von Seiten der Kalisalze zu erwarten sei, so konnte doch möglicherweise, wenn eine solche Wirkung überhaupt vorhanden, und wenn man die Zellen der Schleimhaut beim Resorptionsact als von wesentlichster Bedeutung auffasste, diese Wirkung sich durch eine Differenz in der Resorbirbarkeit der Kalisalze gegenüber den Natriumsalzen äussern.

Auf der andern Seite war eine Vergleichung der Kalium- und Natriumsalze, auch wenn man die Resorption der Salze, als im wesentlichen durch Diffusion hervorgerufen annimmt, ebenfalls von Bedeutung, weil sich ja in der Diffusionsfähigkeit der Salze überhaupt Unterschiede zeigen, die durch die Verschiedenheit der Base und der Säure bedingt sind (Versuche von Graham). So hat sich ergeben, dass die Kaliumsalze leichter diffundiren, als die Natriumsalze und dass die Chloride im Verhältniss zu andern Verbindungen, Brom und Jodverbindungen relativ leicht diffundiren.

Stellte man diese beiden Punkte einander gegenüber, so konnte man, ceteris paribus, von vornherein die Vermuthung aussprechen: Werden Kaliumsalze besser als Natriumsalze resorbirt, so spricht das mehr für einen Diffusionsprocess; werden sie dagegen schlechter resorbirt, so kann man das in gewissem Sinne für eine active Zellenbetheiligung bei der Resorption verwerthen.

Die Versuche werden zunächst wieder in der früher angegebenen Weise angestellt, d. h. mit successiver Resorption unter gleichem Druck. Es wurden erstens die Resorptionsgrössen von Kaliumsalzen verschiedener Concentrationen gegenüber der Resorptionsgrösse einfachen destillirten Wassers geprüft. Zur Verwendung kamen hauptsächlich schwache Chlorkaliumlösungen, meist solche von $\frac{1}{2}\,\%$ und $\frac{1}{4}\,\%$.

Das Ergebniss dieser Versuche ist folgendes: Lösungen von $2\,\%$ Chlorkalium werden, was Flüssigkeit anlangt, nicht resorbirt, es findet im Gegentheil eine bedeutende Flüssigkeitsausscheidung in's Innere der Schlinge statt. Bei Lösungen von $1\,\%$ KCl ist die Flüssigkeitsresorption um ein bedeutendes geringer; auch Lösungen von $\frac{1}{2}\,\%$ KCl werden noch schlechter resorbirt, als Aqua destillata. $\frac{1}{4}\,\%$ KCl Lösungen werden im Durchschnitt etwas besser resorbirt. Bezüglich dieser letzten Resultate soll aber gleich hier hervorgehoben werden, dass die Differenz in dem Resorptionsquantum von H_2O und KCl viel geringer ist, als die Differenz zwischen H_2O und der entsprechenden NaCl Lösung.

Weiter wurden nun Versuche angestellt in der Weise, dass die eine Schlinge eine Chlorkaliumlösung, die andere eine Chlornatriumlösung resorbirte. Beide Schlingen wurden aus dem jejunum gewählt und natürlich darauf gesehen, dass die beiden Flüssigkeiten mit gleichem Drucke auf den Darmwandungen lasteten. Die Ergebnisse dieser Experimente entsprachen den eben angeführten Resultaten. War in der einen Schlinge eine 2 % NaCl Lösung, in der andern eine 2 % KCl Lösung, so wurde von der ersteren gar keine Flüssigkeit resorbirt, es fand aber auch keine oder doch nur eine unbedeutende Flüssigkeitsausscheidung in's Innere statt, während die Flüssigkeitsmenge in der zweiten, der Chlorkaliumschlinge, bedeutend zugenommen hatte. Bei 1 %, ½ %, ¼ % Lösungen überwog die Resorptionsgrösse der Flüssigkeit jedesmal in der NaCl Schlinge; am beträchtlichsten war das Missverhältniss bei den 0,25 % Lösungen. —

Die nächste sich anschliessende Frage war die nach der Resorption des Kaliumsalzes und des Natriumsalzes in gleich langen Schlingen desselben Thieres. Wieder wurden zwei Jejunumschlingen unterbunden und nach der oben bei der NaCl Resorption angegebenen Methode verfahren. Es ergab sich hier bei mehreren mit 1 % Lösungen beider Salze angestellten Versuchen, dass die Menge des resorbirten Chlornatriums die des Chlorkaliums überwog.

Betrachtet man diese Resultate, so geht aus ihnen hervor, dass im Vergleich mit NaCl Lösungen, sowohl bei successiver Resorption der Flüssigkeit, als auch bezüglich des Salzgehaltes selbst, weniger aus den KCl Lösungen resorbirt wird. Wendet man dieses auf das bei der Einleitung dieser Experimente Gesagte an, so würden also die Ergebnisse dafür sprechen, dass, mag auch der Diffusionsprocess bei der Aufnahme von Salzlösungen mitspielen, dennoch ein anderer wesentlicher Factor noch in Betracht kommt, der wohl in den Epithelzellen zu suchen sein möchte. Ob die Kalisalze durch einen deletären Einfluss auf die Zellen die schlechtere Resorbirbarkeit bewirken, oder ob es andere Momente sind, das ist nicht entschieden.

Versuche.

Mittelgrosser Hund. (Seit 40 Stunden nüchtern).

Vergleich zwischen Aqua destillata und $\frac{1}{4}$ % KCl Lösung.

Druck 100 mm.

Zeit	I. (H_2 O) Stand	II. $\frac{1}{4}$ % KCl Lösung Stand
11 Uhr	148	130
11 „ 10 Min.	180	167
11 „ 20 „	180	168
11 „ 30 „	182	168
11 „ 40 „	190	168
12 „ 5 „	196	182
12 „ 35 „	220	190
12 „ 45 „	222	200
1 „ 15 „	222	206
1 „ 35 „	256	220
Inhalt der Schlinge:	45 ccm.	Inhalt der Schlinge: 33 ccm.
Abgeflossen:	108 ccm.	Abgeflossen: 90 ccm.
Resorbirt:	63 ccm.	Resorbirt: 57 ccm.
20 cm. lang.		21 cm. lang.

Grosser Hund (nüchtern seit 40 Stunden).

Vergleich zwischen Aqua destillata und $\frac{1}{4}$ % Chlorkaliumlösung.

Druck 100 mm.

Zeit	I. (H_2 O) Stand	II. ($\frac{1}{4}$ % KCl). Stand
11 Uhr 20 Min.	125	142
11 „ 30 „	176	210
11 „ 40 „	188	214
11 „ 50 „	188	223
12 „	194	231
12 „ 10 „	206	251
12 „ 20 „	208	251
12 „ 35 „	234	273
12 „ 45 „	234	273
12 „ 55 „	234	275
1 „	240	285
1 „ 10 „	244	285
1 „ 20 „	246	286
Inhalt der Schlinge:	72 ccm.	Inhalt der Schlinge: 81 ccm.
Abgeflossen:	121 ccm.	Abgeflossen: 144 ccm.
Resorbirt:	49 ccm.	Resorbirt 63 ccm.
Länge der Schlinge:	28 cm.	Länge: 29 cm.

Grosser Hund.

Vergleich zwischen 1 % NaCl Lösung und 1 % KCl Lösung.

Druck 100 mm.

Zeit	I. 1 % NaCl Lösung Stand	II. 1 % KCl Lösung Stand
10 Uhr 45 Min.	90	106
10 „ 55 „	146	146
11 „ 5 „	169	166
11 „ 25 „	188	174
11 „ 35 „	191	175
11 „ 45 „	210	186
11 „ 55 „	222	194
12 „ 5 „	222	194
12 „ 15 „	226	196
12 „ 25 „	240	205
	13 ccm. „Ueberdruck“	18 ccm. „Ueberdruck“
	Inhalt: 75 ccm.	Inhalt: 58 ccm.
	Abgeflossen: 150 ccm.	Abgeflossen: 99 ccm.
	Resorbirt: 62 ccm.	Resorbirt: 23 ccm.
	Länge: 21 cm.	Länge: 18 cm.

Mittelgrosser Hund (nüchtern seit 40 Stunden).

Vergleich zur Bestimmung der Resorption des Chlorkaliums gegenüber der Resorption des Chlornatriums.

Zwei Jejunumschlingen werden unterbunden. Die obere 23 cm. lang wird mit 26 ccm. einer 1 % NaCl Lösung gefüllt; die untere mit 26 ccm. einer 1 % KCl Lösung. Nach 15 Minuten wird der Hund getödtet.

In der Chlornatriumschlinge sind 12 ccm. Flüssigkeit.

In der Chlorkaliumschlinge sind 15 ccm. Flüssigkeit.

In 10 ccm. der NaCl Schlinge sind 0,124 NaCl.

Im ganzen also 0,1488 NaCl

In 10 ccm. der KCl Schlinge sind 0,12 KCl.

Im ganzen also 0,195 KCl.

Injicirt waren in jede Schlinge 0,26 Salz.

Es wurden also resorbirt:

1) Von der Chlornatriumschlinge: 0,1112 NaCl.
2) Von der Chlorkaliumschlinge: 0,08 KCl.

Einfluss des Nervensystems auf die Resorption.

Der Einfluss des Nervensystems auf die Vorgänge im Darmkanal überhaupt, der, wie die Pathologie zeigt, jedenfalls von

grosser Bedeutung ist, im speciellen auf die Resorption, ist heute noch ausserordentlich wenig bekannt.

Was den letzteren Punkt anlangt, so habe ich in der Litteratur nur folgendes gefunden, was sich mit den Erscheinungen der Resorption in Verbindung bringen liesse. Einmal nämlich die Angabe, dass nach Exstirpation der grossen sympathischen Ganglien des Unterleibes (Budge), sowie nach Durchschneidung der Mesenterialnervenfäden (Moreau) der Darminhalt reichlich und dünnflüssig wird [1]). Ob diese Erscheinung auf eine behinderte Resorption oder einen Transsudationsvorgang zu beziehen sein dürfte, das ist fraglich. Zweitens die Ausführungen Thanhoffers, der die von ihm beobachteten Bewegungen des Zellenprotoplasmas der Darmepithelien nur deutlich auftreten sah, wenn er bei den Thieren längere Zeit vorher die medulla oblongata, med spinal. oder die Dorsalnerven durchschnitten hatte. Die Frage nach dem Einfluss des Nervensystems auf die Resorption ist somit noch eine völlig offene. Wir haben dieselbe nur von einem Gesichtspunkte aus geprüft, ohne auf nahe liegende andere Möglichkeiten einzugehen und ohne vielleicht interessante Ergebnisse liefernde Versuchsmodificationen anzustellen: Wir prüften, welchen Einfluss die Reizung der medulla oblongata für die Resorption besitzen möchte. An anderer Stelle ist bereits auseinandergesetzt, welch' grossen Einfluss für die Resorption das Verhalten der Circulation besitzt, und es lag deshalb nahe, schon in Folge der Erscheinungen, welche eine Reizung der medulla oblongata auf das gesammte Gefässsystem hervorruft, an eine Aenderung der sonst beobachteten Resorptionsverhältnisse zu denken. Die angewendete Versuchsmethode bestand darin, dass zuerst einige Zeit hindurch die Resorptionsgrösse mit successivem Nachfliessen, nach bekanntem Verfahren, ungefähr bestimmt wurde; dass dann zwei Electroden eingeführt wurden, die eine nach vorhergegangener Trepanation des Schädels bis auf die Basis ungefähr bis an das vordere Ende der medulla oblongata, die andere zwischen dem 1. und 2. Halswirbel. Dann wurde abwechselnd $\frac{1}{2}$—1 Minute lang mit Strömen verschiedener Stärke gereizt und hierauf der Strom für mehrere Minuten geöffnet (Inductionsstrom). Die während der Reiz- und Ruhepause in die Schlinge geflossene Flüssigkeitsmenge wurde ebenfalls bestimmt. — Diese Methode

[1]) Cit. nach Landois, Physiologie.

[2]) Thanhoffer, Beitrag z. Fettresorpt. Pflügers Arch. Bd. VIII.

liefert nur sehr ungenaue Resultate, schon aus dem Grunde, weil normal die Resorptionsgrösse nicht fortdauernd gleich bleibt, sondern successive abnimmt und man diesen unberechenbaren Factor nicht ausschalten kann.

Wir sind deshalb weit entfernt, das von uns so gewonnene Resultat als ein positiv sicheres hinstellen zu wollen, glauben aber bei dem Mangel anderer bezüglicher Versuche kurz das Ergebniss mit einem erläuternden Versuche mittheilen zu dürfen.

Ein wesentlicher, eclatanter Einfluss der Medullareizung auf die Resorption stellte sich nicht heraus. Halten wir aber das Ergebniss mit den Erfahrungen zusammen, die wir infolge einer grossen Anzahl anderer Versuche, bei welchen eine Medullareizung nicht stattfand, zu machen Gelegenheit hatten, so möchten wir uns doch zu der Ansicht neigen, dass die Reizung des verlängerten Markes eine geringe Steigerung der Resorption im Gefolge hat.

Versuch.

Kleiner Hund.

Der Versuch, wie angegeben, vorbereitet. Hund seit 16 Stunden nüchtern. Eine vom jejunum nach abwärts liegende Darmstrecke von 60 cm. Länge wird unterbunden. Als Resorptionsflüssigkeit wird 0,25 % NaCl. Lösung benutzt.

Zeit	Stand	Blutdruck (in d. linken Carotis)	Bemerkungen
10 Uhr 35 Min.	151		
10 „ 40 „	250		
10 „ 50 „	290		
10 „ 55 „	305		
gefüllt bei	75		
11 „	115		
11 „ 5 „	143		
11 „ 15 „	183		
11 „ 25 „	200		
11 „ 30 „	215		
11 „ 35 „	224		
11 „ 40 „	235		
11 „ 45 „	245		
11 „ 55 „	295		
12 „ — „ gefüllt bei	30	80—85	
12 „ 5 „	35	75—80	Reizung 1 Minute lang dann 2 Min. Ruhepause

Zeit	Stand	Blutdruck (in d. linken Carotis)	Bemerkungen
12 Uhr 6 Min.	—	115—125	Schluss der Reizung, Abstand d. Rolle d. Schlittenapparats 140 mm.
12 „ 7 „	—	110—120	
12 „ 8 „	—	85— 90	Starke peristalt. Bewegungen.
	—	105—110	Reizung
12 „ 9 „	—	110—115	Schluss der Reizung
12 „ 10 „	76	80— 85	
12 „ 11 „	—	100—110	Reizung
12 „ 12 „	—	110—112	Schluss der Reizung
	—	85— 95	Starke Peristaltik
12 „ 14 „	—	105—110	Reizung
		110—115	Schluss der Reizung In den Ruhepausen lässt die peristalt. Contraction jedesmal nach. Von nun an 3 Minuten Ruhe auf 1 Min. Reizung.
12 „ 17 „	—	80— 85	
		100—105	Reizung
12 „ 18 „	—	105—115	Schluss der Reizung
12 „ 21 „	—	85— 95	Reizung
		120—140	
		130—140	Schluss der Reizung
12 „ 25 „	—	85— 90	Die Rollen des Schlittenapparates werden auf 90 mm. genähert. Strom ziemlich stark. Während vorher bei den schwächern Strömen ein Ansteigen der Flüssigkeitssäule in der Burette während der Reizperiode, ein Sinken in der Pause stattfand, zeigt sich nun das umgekehrte.
		130—140	
	110		Reizung
		140—150	Schluss der Reizung
12 „ 30 „	118	85— 90	
		140—155	Reizung
		180—185	Schluss der Reizung
		85— 90	
12 „ 34 „	130		
		120—130	Reizung
		130—150	Schluss
		85— 90	
12 „ 38 „		85— 95	Reizung
		120—140	

Zeit	Stand	Blutdruck (in d. linken Carotis)	Bemerkungen
12 Uhr 38 Min.		130—140	Schluss der Reizung
12 „ 42 „		90— 95	
		130—150	
		140—150	Reizung
12 „ 47 „	142	85	Schluss
		120—130	Reizung
		140—160	Schluss
12 „ 52 „	142	85	
		140—150	Reizung
		150—155	Schluss der Reizung
12 „ 58 „	142	85— 90	
			2 Min. lang Reizung Rollenabstand 70 mm.
		130—150	
1 „ 4 „	142	150	Reizung
		80	Schluss
		60— 70	Reizung
		120—130	
1 „ 6 „	145	140—150	Schluss der Reizung
1 „ 7 „	170		
1 „ 35 „	—		
1 „ 55 „	—		Keine Reizung Thier getödtet.

Die Schlinge enthält nach dem Tode des Thieres 80 ccm. Flüssigkeit.

Es flossen im Beginn des Versuches, als noch nicht gereizt wurde, im ganzen während 1 Stunde und 20 Minuten in die Schlinge 374 ccm. Der postmortale Inhalt betrug 80 ccm. Es wurden also annähernd 300 ccm. während jener Zeit resorbirt. In der darauf folgenden abwechselnden Reiz- und Ruheperiode wurden im ganzen 135 ccm. in 1 Stunde resorbirt.

Resorption beim verdauenden und beim nüchternen Hunde.

Die Hunde, die bisher zu den verschiedenen Versuchen verwendet worden, waren entweder nicht lange vor Beginn des Experimentes, einige Stunden vorher, gefüttert und getränkt worden, oder bereits längere Zeit 40—64 Stunden nüchtern. Es ist nun, wie bereits bemerkt, die Resorptionsgrösse derselben Flüssigkeit bei den einzelnen Hunden eine ganz ausserordentlich verschiedene. Während vielleicht eine 20 ccm. lange Jejunumschlinge des einen Hundes in der ersten Stunde 150 ccm. Wasser aufnimmt, resorbirt eine analoge Schlinge eines gleich grossen und gleich kräftigen

Thieres vielleicht nur 30 ccm. Welchem Grunde diese Differenzen zuzuschreiben, das ist fraglich und mag wohl zum Theil mit dem unklaren Begriff der individuellen Disposition gedeckt werden; indessen erschien uns doch ein Factor für die Resorptionsgrösse bei verschiedenen Hunden von wesentlicher Bedeutung, den wir näher zu untersuchen beschlossen. Es war das nämlich die Beobachtung, dass Hunde, deren Darm bei Beginn des Versuches bereits in Resorption begriffen war, entschieden bedeutend mehr Flüssigkeit, Wasser, resorbirten, als solche, welche einige Zeit gehungert und gedurstet hatten. Bei Hunden, die mehrere Tage keine Flüssigkeit erhalten, musste doch das Blut concentrirter sein, als bei der andern Gruppe, und nach der Diffusionshypothese musste eigentlich erwartet werden, dass die Resorptionsgeschwindigkeit bei ersteren bedeutender sei. Indessen stellt die Erfahrung bei vielen Versuchen, in denen auf dieses Moment geachtet wurde, das Gegentheilige fest. Wodurch konnte nun das bedingt sein? Man kann dafür eine Reihe von Hypothesen aufstellen. Eine davon, deren nähere Prüfung wir unternahmen, war folgende: Wir operirten meistentheils am jejunum; im jejunum befinden sich während der Verdauung, abgesehen von andern, die Secrete der grossen Drüsen des Digestionsapparates, in erster Linie das Secret der Leber, die Galle. Wenn wir nun für unsere Versuche auch stets solche Schlingen gewählt hatten, die frei von Speiseresten waren, so fand sich doch ausserordentlich häufig Galle in der Schlinge vor, und es konnte deshalb möglicherweise die stärkere Resorption beim verdauenden Thiere auf eine Durchtränkung der Darmwand mit Galle oder besser allgemeiner gesagt, auf die Anwesenheit der Galle im Darm bezogen werden. Dass der Galle ja überhaupt für die Resorption namentlich gewisser Stoffe ein Einfluss zukommt, das haben erstens die Versuche von Wistinghausen bezüglich der Fettresorption gezeigt, und zweitens wollen wir hier noch auf eine Angabe aufmerksam machen, die sich in der bereits mehrfach citirten Arbeit Thanhoffer's findet, dass nämlich das Spiel der von den Epithelzellen ausgesendeten Flimmerhaare nur dann ausgeprägt war, wenn sich die Darmwandung mit Galle imbibirt zeigte; an weissen, nicht mit Galle tingirten Darmen sah Th. die Bewegung kein einziges Mal.

Die Versuche, die wir nun anstellten, bestanden einfach darin, dass wir bei seit längerer Zeit nüchternen Thieren eine Jejunumschlinge Aqua destillata resorbiren liessen, bei andern dagegen eine 1% wässrige Lösung von Ochsengalle. Die übrigen Bedin-

gungen, Nachfliessen, gleicher Druck, waren wie früher ausgeführt. Die Versuche ergaben, dass eine Differenz durch den Zusatz von Galle für die Resorptionsgeschwindigkeit nicht bewirkt wird.

Es muss also ein anderes Moment sein, welches die Steigerung der Resorption im Verdauungszustande bewirkt, und glauben wir dieses in folgendem finden zu müssen. Bei einem bereits in Resorption begriffenen Thiere sind die Abdominalgefässe stark gefüllt, speciell sind die Gefässe der Darmwandungen, des Mesenteriums, stark injicirt, die Blutzufuhr ist bedeutend gesteigert. Bei der grossen Wichtigkeit nun, welche die Circulation für die Resorption besitzt, glauben wir wohl in der Erweiterung der Blutgefässe, in dieser physiologischen Hyperämie die Ursache zu finden, die die Steigerung der Resorption bewirkt.

Es mag an dieser Stelle noch kurz das Resultat einiger anderer Versuche mitgetheilt werden, die in einem gewissen Zusammenhange mit den oben angeführten stehen. Es handelte sich um den Einfluss, den ein Zusatz von Pepton auf die Resorptionsgrösse haben könnte. Wir modificirten desshalb unsere Versuche so, dass die eine Schlinge successive Aqua destillata resorbirte, die andere eine 1% Peptonlösung oder eine 1% Peptonlösung, die noch Ochsengalle zu 1% enthielt. Auch diese Versuche ergaben keine prägnanten Differenzen der Resorptionsgrössen.

Versuch.

Grosser Hund.

Vergleich zwischen Aqua destillata und 1% Ochsengallelösung.
2 Jejunumschlingen.

Zeit	I. (H_2O) Stand	II. (Ochsengalle) Stand
10 Uhr 55 Min.	134	168
11 „ 15 „	204	255
„ „ 35 „	240	282
„ „ 55 „	266	300
12 „ — „	278	315
	gefüllt bis	gefüllt bis
	202	75
„ „ 30 „	222	78
„ „ 50 „	244	90
Ueberdruck: 14 ccm.		Ueberdruck: 17 ccm.
Inhalt: 98 ccm.		Inhalt: 80 ccm.
Abgeflossen: 168 ccm.		Abgeflossen: 162 ccm.
Resorbirt: 74 ccm.		Resorbirt: 65 ccm.
34 cm. lang		26 cm. lang.

Resorption von Säuren.

Der Darminhalt der fleischfressenden Thiere reagirt in den verschiedenen Abschnitten der tractus intestinalis verschieden. Die aus dem Magen in den Darm übertretenden Massen haben infolge ihres Gehaltes an Salzsäure eine saure Reaction; durch den Zutritt des stark alcalischen pancreatischen Saftes, der alcalischen Darmsecrete und endlich auch der Galle wird diese Reaction in eine neutrale und dann in eine alcalische umgewandelt. Letztere bleibt aber im weiteren Verlaufe des Darmkanales nicht constant, sondern wird jedenfalls grossen Schwankungen unterworfen sein, die meist durch die Art der eingeführten Nahrung bedingt sind. Im Dickdarm soll, so findet sich in der Mehrzahl der Lehrbücher angegeben, eine saure Reaction gewöhnlich vorhanden sein, wegen der sauren Gährung und Zersetzung der ingesta und des Kothes. Mit letzterer Behauptung stimmen die neuesten Beobachtungen, die man über die Reaction der frischen faeces beim Menschen gemacht hat, nicht überein. So fand Nothnagel, der 600 Stuhlgänge untersuchte, bei weitem in der Mehrzahl der Fälle alcalische Reaction.

Ist somit die Frage nicht entschieden nach der Reaction des Inhalts in den verschiedenen Abschnitten des Darmkanales, so ist über den Einfluss einer sauren oder alcalischen Reaction auf die Resorptionsverhältnisse, oder mit andern Worten, über die Resorptionen der Säuren und Alcalien so gut wie nichts bekannt.

Im Handbuch der Physiologie von Funke findet sich eine kurze Notiz vor, dass es dem betreffenden Autor geschienen habe, als ob Zusatz von verdünnter Essigsäure die Aufnahme einer Peptonlösung herabsetze, der Zusatz von geringer Menge kohlensaur. Natriums dagegen die Resorption erhöhte.

Was nun zunächst die Säure anlangt, so findet sich im Darme fleischfressender, normaler Thiere von anorganischen Säuren nur Salzsäure vor und zwar nur in den obersten Abschnitten des Darmkanales. Die andern sonst im Darm anzutreffenden Säuren sind organische und entwickeln sich durch Zersetzung der betreffenden Nahrungsmittel. Die hauptsächlichsten dieser letzteren Säuren sind Milchsäure, Essigsäure, Buttersäure etc.

Die erste Säure, die wir prüften, war Salzsäure, die in verschiedenen Concentrationen zur Anwendung kam. Zu den Versuchen werden Jejunumschlingen benutzt und zuerst die Resorptionsverhältnisse bei successivem Nachfliessen bestimmt. Eine

Schlinge resorbirte also die betreffende HCl Lösung, die andere destillirt H_2O. Die Resultate sind folgende: Eine 0,5 % Salzsäurelösung wird überhaupt nicht resorbirt, es fliesst im Beginn in die Schlinge soviel ab, als nothwendig, um sie zu füllen, dann cessirt der Abfluss; auf der andern Seite findet aber auch eine Ausscheidung in das Innere des Darmlumens anscheinend nicht statt. Bei Anwendung einer 0,2 % Salzsäurelösung findet entweder keine oder nur eine äusserst geringe, minimale Resorption statt. Bei 0,125 % Lösungen wird resorbirt, aber nur wenig, und was bemerkenswerth nur im Beginn des Versuches. Es fliesst die Säurelösung nur in der ersten halben oder ganzen Stunde der Versuchszeit ab, dann hört das Abfliessen vollständig auf. Bei 0,06 % HCl Lösung ist die Resorption ebenfalls noch viel geringer, als die der gleichzeitig verwendeten 0,25 % NaCl Lösung oder die von Aqua destillata; eine ähnliche, wenn auch etwas geringere Differenz lässt sich noch constatiren für die Resorption von 0,035 % Lösungen.

Eine zweite Säure, die auf ihre Resorption geprüft wurde, war Schwefelsäure. Die Prüfung geschah zunächst in derselben Weise, wie dies eben für die HCl ausgeführt. Es ergaben sich bezüglich der H_2SO_4 Resorption gegenüber der HCl Resorption Differenzen, insofern, also gleiche Concentrationen von H_2SO_4 bedeutend besser resorbirt wurden, als von HCl. Dieses anscheinende Missverhältniss schwand aber, als wir H_2SO_4 und HCl im Verhältnisse ihrer Aequivalente benutzten. Alsdann ergaben die sich entsprechenden Concentrationen keine wesentlichen Unterschiede in der Resorption.

Versuch.

Kleiner Hund.

Vergleichsversuch zwischen 0,6 % Salzsäurelösung und 0,25 % Chlornatriumlösung.

Hund hat zuletzt 4 Stunden vor Beginn des Versuches gefressen. 2 Jejunumschlingen.

	I. (0,25 % NaCl Lösung)	II. 0,6 % HCl
Zeit	Stand	Stand
11 Uhr 10 Min.	102	140
11 „ 20 „	150	155
11 „ 30 „	188	182
11 „ 40 „	218	200
11 „ 55 „	230	200

Zeit	I. (0,25 % NaCl Lösung) Stand	II. 0,6 % HCl Stand
12 Uhr 10 Min.	260	200
12 „ 20 „	284	200
12 „ 30 „	290	200
12 „ 40 „	300	
	gefüllt bis 74	
12 „ 45 „	82	200
12 „ 55 „	99	200.
		Ueberdruck: 8 ccm.
Inhalt:	64 ccm.	Inhalt: 52 ccm.
Abgeflossen:	223 ccm.	Abgeflossen: 60 ccm.
Resorbirt:	159 ccm.	Resorbirt: 0,0 ccm.
Länge:	29 cm.	Länge: 29 cm.

Grosser Hund.

Vergleichsversuch zwischen 0,25 % NaCl Lösung und einer 0,25 % Lösung, die 0,137 % Salzsäure enthält.

Hund hat mehrere Stunden vor Beginn des Versuches gefressen. 2 Jejunumschlingen.

Zeit	I. (0,25 % NaCl) Stand	II. (0,25 % NaCl + 0,137 % HCl) Stand
10 Uhr 40 Min.	162	135
10 „ 55 „	232	250
11 „ 10 „	256	270
11 „ 30 „	280	280
11 „ 40 „	298	290
	gefüllt bis 48	gefüllt bis 58
12 „ — „	64	58
12 „ 15 „	76	58
12 „ 30 „	90	58
12 „ 45 „	96	58
1 „ — „	100	58
		10 ccm. Ueberdruck
Inhalt:	95 ccm.	Inhalt: 130 ccm.
Abgeflossen:	188 ccm.	Abgeflossen: 155 ccm.
Resorbirt:	93 ccm.	Resorbirt: 15 ccm.
Länge:	22 cm.	Länge: 35 cm.

Mittelgrosser Hund.

Vergleichsversuch zwischen 0,25 % Chlornatriumlösung mit 0,25 % NaCl Lösung, die 0,03425 % HCl enthält.

Hund hat wenige Stunden vorher gefressen. 2 Jejunumschlingen.

Zeit	I. (0,25 % NaCl) Stand	II. (0,25 % NaCl + 0,03425 % HCl) Stand
11 Uhr — Min.	181	204
11 „ 10 „	250	264
11 „ 20 „	275	282
11 „ 35 „	294	292
11 „ 50 „	316	310
	gefüllt bis	gefüllt bis
	220	30
12 „ — „	237	36
12 „ 15 „	253	50
12 „ 35 „	271	57
12 „ 50 „	280	60

Inhalt:	71 ccm.	Inhalt:	70 ccm.
Abgeflossen:	195 ccm.	Abgeflossen:	136 ccm.
Resorbirt:	124 ccm.	Resorbirt:	66 ccm.
Länge:	32 cm.	Länge:	31 cm.

Grosser Hund.

Vergleichsversuch zwischen Aqua destillata und 0,1 % H_2SO_4. Hund seit 48 Stunden nüchtern. 2 Jejunumschlingen.

Zeit	I. (Aqua destillata) Stand	II. (0,1 % H_2SO_4 Stand
10 Uhr 15 Min.	134	156
10 „ 25 „	180	218
10 „ 55 „	190	230
11 „ 20 „	210	262
11 „ 40 „	238	264
12 „ — „	280	300
	gefüllt bis	gefüllt bis
	105	60
12 „ 25 „	125	62
12 „ 45 „	138	62

Inhalt:	105 ccm.	Inhalt:	98 ccm.
Abgeflossen:	179 ccm.	Abgeflossen:	146 ccm.
Resorbirt:	74 ccm.	Resorbirt:	48 ccm.

Im Magen 70 ccm. stark sauer reagirender trüber Flüssigkeit.

Es wurde weiter versucht, die näheren Verhältnisse dieser Säureresorption festzustellen, resp. die Ursache ihrer schlechten Resorption. Zu diesem Zwecke wurde, wie bei früher erwähnten anderen Versuchen, eine gemessene Quantität von einer Säurelösung (HCl oder H_2SO_4) in abgebundene Schlingen gebracht und nach einiger Zeit der Schlingeninhalt untersucht.

Bringt man eine 0,1 % HCl z. B. in eine abgebundene Schlinge und untersucht nach etwa 1 Stunde den Schlingeninhalt, so wird man eine mässige Verminderung des Flüssigkeitsquantums in der Schlinge erkennen können. Prüft man die Reaction dieser Flüssigkeit, so findet man dieselbe annähernd neutral oder gar schwach alcalisch. Untersucht man den Chlorgehalt, so findet sich eine Menge von Chlor, die einer Salzsäuremenge entsprechen würde, grösser, als die ursprünglich injicirte. Analoge Erscheinungen beobachtet man bei schwächern Concentrationen der Salzsäure; ebenso wie bei den entsprechenden Schwefelsäurelösungen. Immer wird nach einer gewissen Zeit der Schlingeninhalt alcalisch; so lange derselbe noch sauer reagirt, ist nur ausserordentlich wenig resorbirt worden.

Untersucht man den Inhalt einer Darmschlinge, in welche vor einer gewissen Zeit (1—1½ Stunden) eine Schwefelsäurelösung von 0,1—0,2 % injicirt war, so findet man Na, K, Cl, H_2SO_4 darin vor.

Was hier vorgeht, liegt auf der Hand. Es findet nach Injection von Säurelösungen geringer Concentrationen eine Secretion von Darmsäften statt, die die saure Reaction des Inhaltes allmählig vernichten, denselben neutral oder alcalisch machen. So lange die saure Reaction vorhanden, scheint überhaupt nichts resorbirt werden zu können. Letzteres würde sich bei einem Vergleich der beiden Untersuchungsreihen ergeben. Bei dem zuerst angestellten Modus wird ja natürlich auch dieselbe Secretion der Darmdrüsen statthaben, aber die stets nachrückende Säuremenge verhindert den Uebergang zur neutralen Reaction. Es wird bei schwächern Concentrationen auch hier etwas resorbirt, da die Wandschichten der in der Schlinge befindlichen Flüssigkeit, mit den Darmsecreten in Berührung kommend, resorptionsfähig werden. Allmählig erlahmt aber die secretorische Kraft; daher die Resorption nur im Beginne des Versuches; bei stärkern Säureconcentrationen ist das abgesonderte Darmsecret überhaupt nicht genügend, eine völlige Abstumpfung der Säure zu bewirken; daher völliges Fehlen der Resorption bei letzteren Versuchen.

Ganz anders gestalten sich die Verhältnisse bei Säuremengen in abgebundenen Schlingen. Hier ist die Säuremenge begrenzt und steht, war die Concentration nicht zu stark, nach genügender Darmsecretion der Resorption nichts im Wege. Dass eine solche auch bei Lösungen stattfindet, die bei successivem Nachfliessen nicht resorbirt werden, kann man leicht feststellen, falls nur der Versuch lange genug ausgedehnt wird.

Versuch.

Mittelgrosser Hund.

Seit 40 Stunden nüchtern. In eine Jejunumschlinge von 26 mm. Länge werden bei 250 mm. Druck 31 ccm. einer 0,068 % HCl; in eine Ileumschlinge von 28 ccm. Länge werden 21 ccm. dieser Lösung injicirt.

Nach 2 Stunden Tod des Thieres.

Im Jejunum sind 22 ccm. Flüssigkeit von neutraler Reaction.

Im Ileum sind 15 ccm. Flüssigkeit von neutraler Reaction.

Die Bestimmung des Chlorgehaltes ergab auf HCl berechnet

im Jejunum:	0,0403768	im Ileum:	0,038314
injicirt waren:	0,02108	injicirt:	0,01428
Es wäre also ein Ueberschuss v.	0,0192968	Ueberschuss:	0,0246345.

Im Magen etwa 50 ccm. stark sauer reagirender Flüssigkeit.

Kleiner Hund.

In eine 28 ccm. lange Schlinge des jejunum werden 26 ccm. einer 0,15 % H_2SO_4 injicirt, in eine 26 ccm. lange Schlinge des jejunum 21 ccm. einer 0,1 % HCl. Thier seit 40 Stunden nüchtern.

Nach 1½ Stunden Tod des Thieres.

In der Schwefelsäureschlinge sind 10 ccm. schwach alcalischer Flüssigkeit.

In der Salzsäureschlinge sind 8 ccm. schwach alcalischer Flüssigkeit.

Die Flüssigkeit in der H_2SO_4 Schlinge wird auf ihre Bestandtheile untersucht; es finden sich vor Na; K; Cl; H_2SO_4; keine kohlensaur. Alcalien; keine Phosphate.

Ganz von den bisherigen verschiedene Resultate erhielten wir, als wir eine organische Säure auf ihre Resorbirbarkeit prüften. Wir wählten dazu Milchsäure.

Milchsäure in Concentrationen von 0,2 %, 0,15 %, also in einem Säuregrade, bei welchem von Chlorwasserstoffsäure so gut wie gar nichts, von Schwefelsäure ausserordentlich wenig aufgenommen wird, wird nicht viel schlechter, als destillirtes Wasser resorbirt.

Schliesslich prüften wir aus unten angeführten Gründen noch eine weitere anorganische Säure, nämlich Phosphorsäure.

Das Ergebniss auch dieser Versuche war, dass Phosphorsäure

in Concentrationen von 0,15 % fast ebenso, wie das zum Vergleich benutzte Wasser aufgenommen wird.

Diese für Milch- und Phosphorsäure eben angeführten Ergebnisse wurden zunächst wieder mit successiver Resorption gewonnen.

Um festzustellen, ob für die Aufnahme der letzten beiden Säuren ebenfalls wie für Salz- und Schwefelsäure die Absonderung der alcalischen Darmsecrete und dadurch die Bindung der freien Säure nothwendig sei, wurden diesbezügliche Versuche mit der Injection gemessener Quantitäten in abgebundene Darmschlingen angestellt; nach einer gewissen Zeit alsdann der Schlingeninhalt untersucht. Das Ergebniss ist ein analoges den Resultaten, wie wir sie für die Salz- und Schwefelsäure dargestellt haben. Auch hier findet durch Absonderung der Darmdrüsen ein Uebergang der sauren Reaction in eine neutrale, dann in eine alcalische statt, und erst in den letzteren Modificationen tritt eine Resorption ein.

Grosser Hund.

Hat 10 Stunden vor Beginn des Versuches zuletzt gefressen. Es wird die Resorption einer 0,15 % Milchsäurelösung gegenüber der Resorption von Aqua destillata geprüft; mit successivem Nachfliessen nach bekannter Methode.

2 Jejunumschlingen. Druck 100 mm.

Zeit	I. (0,15 % Milchsäure) Stand	II. Aqua destillata Stand
11 Uhr 15 Min.	153	128
11 „ 40 „	235	236
11 „ 50 „	255	274
12 „ — „	274	297
	gefüllt bis	gefüllt bis
	58	60
12 „ 15 „	115	146
12 „ 30 „	135	174
1 „ 10 „	175	260
Inhalt:	70 ccm.	Inhalt: 85 ccm.
Abgeflossen:	238 ccm.	Abgeflossen: 369 ccm.
Resorbirt:	168 ccm.	Resorbirt: 284 ccm.
Länge d. Schlinge:	24 cm.	Länge d. Schlinge: 31 cm.

Grosse Hündin.

Hündin seit 40 Stunden nüchtern. Vergleich zwischen der Resorption von 0,16 % Phosphorsäure gegenüber der Resorption von Aqua destillata. 2 Jejunumschlingen.

Druck 100 mm.

Zeit	I. (0,16 % Phosphorsäure) Stand	II. Aqua destillata Stand
3 Uhr 30 Min.	146	113
3 „ 40 „	215	171
3 „ 55 „	240	201
4 „ 10 „	256	218
4 „ 25 „	265	228
4 „ 40 „	276	230
4 „ 55 „	294	260
Abgeflossen:	148 ccm.	Abgeflossen: 147 ccm.
Inhalt:	40 ccm.	Inhalt: 44 ccm.
Resorbirt:	108 ccm.	Resorbirt: 103 ccm.
Länge d. Schlinge:	20 cm.	Länge d. Schlinge: 20 cm.

Das auffallende Missverhältniss, welches die Resorption von Salz- und Schwefelsäure einerseits und von Milch- und Phosphorsäure andererseits darbietet, fordert zu einer Erklärung heraus, die wir in folgendem geben zu können glauben. Chlorwasserstoffsäure und Schwefelsäure sind Körper, welche das Eiweiss fällen. Durch ihre Einwirkung werden in den resorbirenden Apparaten Veränderungen hervorgerufen, durch welche die resorbirende Thätigkeit behindert wird, oder allgemeiner gesagt, die Resorption Störungen erleidet. Milchsäure und die, gerade um diese Hypothese zu stützen, zum Vergleich herangezogene anorganische Säure, Phosphorsäure, besitzen diese eiweissfällende Eigenschaft nicht, und daher stammt ihre bessere Resorption.

Für alle zur Verwendung gekommenen Säuren ist aber, falls eine Resorption stattfinden soll, die Bindung der Säure nothwendig, welche in Folge der Absonderung des alcalischen Darmsecretes bewerkstelligt wird.

Endlich soll noch kurz eine Erscheinung erwähnt werden, die namentlich in den Versuchen, wo mit stärkeren Säureconcentrationen operirt wurde, deutlich hervortrat (in den zuerst angestellten Versuchen war nicht darauf geachtet worden). Ein grosser Theil der zu den Experimenten benutzten Hunde hatte, wie angeführt, 24—50 Stunden keinerlei, weder flüssige noch feste Nahrung erhalten. Nichtsdestoweniger fanden sich nach Beendigung der Versuche im Magen grosse Quantitäten meist leicht gelb-

licher Flüssigkeit vor, die in Folge eines starken Salzsäuregehaltes als sauer reagirte und eine Fibrinflocke innerhalb kurzer Zeit verdaute, also als Magensaft zu bezeichnen ist.

Nun ist es zwar bekannt, dass auch im nüchternen Zustande die Secretion der Magendrüsen nicht völlig cessirt, indessen war die hier gefundene Quantität, oft über 100 ccm. bei kleinen Hunden, doch so bedeutend, auch die Zeitdauer des nüchternen Zustandes andererseits so kurz, dass der Befund wohl immerhin auffallend genannt werden muss.

Anhang [1]).

Einfluss starker Darmanfüllung auf den Blutdruck.

Gelegentlich der Aufklärung der oben besprochenen Frage kam noch ein anderer Punkt zur Bearbeitung, der in innigem Zusammenhange damit steht, nämlich der: Wie verhält sich bei sehr starker Darmanfüllung der Blutdruck in anderen Körpertheilen? Wird derselbe beeinflusst und, wenn dies geschieht, in welcher Weise äussert sich die Beeinflussung? Es ist a priori zu erwarten, dass eine starke Ausdehnung des Darmes eine Wirkung auf das gesammte Circulationssystem hat, nicht nur aus physiologischen Gründen, sondern auch aus der klinischen Beobachtung. Man sieht ja sehr oft, dass bei starker Auftreibung des Darmes, z. B. durch Gasansammlung, schwere Erscheinungen von seiten des Gehirns und des Herzens eintreten. Man beobachtet Schwindelanfälle, Ohnmachten, kleinen unregelmässigen Puls, Angst und Oppressionszustände u. s. w., und es ist doch die Frage, ob diese pathologischen Symptome zum grössten Theil rein nervöser Natur sind, ob sie reflectorisch, von den Unterleibsorganen aus, erzeugt werden, oder ob nicht vielleicht auch directe Circulationsstörungen dabei eine wesentliche Rolle spielen.

Wir müssen gestehen, durch einige zu diesem Zwecke angestellte Versuche keine genügende Lösung dieser Frage erzielt zu haben, zumal das Thema, als von unserer eigentlichen Arbeit zu weit abliegend, nicht genug und nach allen Richtungen hin durchforscht wurde. Der Versuchsmodus war der, dass in eine Carotis oder eine Cruralis eine mit einem Quecksilbermanometer verbundene Canüle eingelegt wurde, und dass dann der Darm unter einem Drucke von 400—500 mm. Wasser gefüllt wurde; nach

[1]) cf. Seite 829.

einiger Zeit liessen wir dann das Wasser wieder aus dem Darm ausfliessen. Die Schwankungen des Quecksilbers wurden aufgezeichnet. Da der sphincter ani und der sphincter pylori nicht im Stande sind, das unter einem Drucke von 400 mm. stehende Wasser im Darm zurückzuhalten (woran vielleicht die Narcose des Thieres Schuld trägt), so war eine Unterbindung nothwendig. Wir unterbanden den Darm dicht unterhalb der Einmündung des ductus pancreaticus und an der Ileocoecalklappe. Aus den erlangten Resultaten, die aber nicht gleich sind, scheint hervorzugehen, dass bei Anfüllung des Darmes unter starkem Druck der Blutdruck in der Carotis steigt, beim Nachlasse des Darmdruckes sinkt. Indessen soll dieses Ergebniss nicht als ein völlig sicheres hingestellt werden, und sind zur positiven Feststellung dieser sowohl, als auch anderer dabei beobachteter Erscheinungen noch weitere Versuche nothwendig, die ich in späterer Zeit anzustellen gedenke.

Versuchsfehler.

Eine Reihe von Versuchsfehlern, soweit dieselben bekannt geworden, soll noch namhaft gemacht werden. In erster Linie sind dieselben auf Circulationsstörungen zurückzuführen. Letztere können besonders dadurch zu Stande kommen, dass durch die eingebundene, die Bauchwunde durchsetzende Canüle eine Zerrung des Mesenteriums und der darin enthaltenen Gefässe hervorgerufen wird. Weiter kann es leicht vorkommen, dass der Zugang der Canüle zur Darmschlinge verlegt ist. So fand sich in einem Falle eine Verstopfung der Canüle dadurch, dass der Darm in die Canüle hinein invaginirt war. Oder es kann eine Abknickung des Darmes an der Einmündungsstelle der Canüle stattfinden; Fehler, die man dadurch erkennt, dass die Athemschwankungen, die bei freier Communication des Darmlumens mit der Canüle zu beobachten sind, an der Flüssigkeitssäule in der Burette ausbleiben. Auch auf eine genügende Erwärmung des Thieres und der Resorptionsflüssigkeit ist zu achten, da sonst die Eigentemperatur des Versuchsobjectes sehr schnell sinkt.

Ergebnisse.

1) Bei fortschreitender Resorptionszeit hält die Resorption nicht gleichmässig an, sondern nimmt allmählich ab.

2) Bei steigendem Innendrucke steigt die Resorptionsgeschwindigkeit bis zu einer bei etwa 100 mm. Wasserdruck gelegenen Grenze; wird der Innendruck noch weiter erhöht, so nimmt die Resorption schnell ab und hört schliesslich ganz auf.

3) Die Ursache der Zunahme der Resorption bei geringen Drucksteigerungen liegt in der Entfaltung der Darmschleimhaut, mit welcher die resorbirende Oberfläche sich vergrössert. Die Ursache des Sinkens bei höheren Druckwerthen liegt in der Compression der Blutgefässe der Schleimhaut, welche den Blutstrom verlangsamt, resp. aufhebt.

4) Unter übrigens gleichen Umständen werden Kochsalzlösungen von $\frac{1}{4}\,\%$ — $\frac{1}{2}\,\%$ schneller resorbirt, als salzfreies Wasser, was nach der Diffusionshypothese nicht erklärlich ist. Ueber diese Concentration hinaus sinkt die Resorptionsgeschwindigkeit. Bei Concentration von $2\,\%$ — $10\,\%$ nimmt das Flüssigkeitsvolumen in der Darmschlinge zu, während gleichwohl Kochsalz verschwindet. — Die letztere Thatsache könnte aus der Diffusionshypothese gedeutet werden; doch bleibt es auch möglich, dass die Drüsen der Darmschleimhaut durch Salzlösungen höherer Concentration zu ergiebigerer Secretion angeregt werden.

5) Lösungen von Natriumsalzen werden bei gleicher Concentration der Lösung besser resorbirt, als Lösungen von Kaliumsalzen, obschon die Kaliumsalze eine grössere Diffusionsgeschwindigkeit besitzen, als Natriumsalze.

6) Während der Verdauung geht die Resorption schneller vor sich, als während des nüchternen Zustandes. Zusatz von Galle zu der zu resorbirenden Flüssigkeit steigert die Resorptionsgeschwindigkeit nicht merklich. Die Ursache der Aufnahmesteigerung während der Verdauung scheint in der Erweiterung der Blutgefässe des Darmes zuliegen.

7) Werden anorganische Säuren, welche das Eiweiss fällen (Salzsäure, Schwefelsäure), in begrenzter Menge und geringer Concentration (ca. 0,1 % und darunter) in eine abgebundene Darmschlinge injicirt, so verschwindet die saure Reaction vollständig; die Darmschleimhaut reagirt nach der Entleerung der Darmschlinge alcalisch; es hat also Neutralisation der Säure durch ein alcalisches Secret stattgefunden.

8) Werden dagegen Säuren gleicher Concentration unter stetigem Ersatze des Resorbirten in den Darm eingeführt, so stockt die Resorption nach einiger Zeit, weil die alcalische Secretion nicht ausreicht, immer neue zufliessende Säuremengen zu neutralisiren. Die aufgenommenen Mengen sind bei dieser Versuchsmethode gering, was auf die eiweissfällende Eigenschaft zu beziehen ist.

9) Organische Säuren (Milchsäure) und anorganische, nicht eiweissfällende Säuren (Phosphorsäure) werden in mässigen Concentrationen (0,15 %) annähernd so gut wie Wasser, bei successivem Nachfliessen, resorbirt. Auch zu ihrer Resorption ist die Bindung der freien Säure nothwendig.

Freie Säuren scheinen die Darmwand nicht zu passiren.

10) Das Epithel der Darmschleimhaut ist im Ileum ausserordentlich viel reicher an Becherzellen, als in den oberen Abschnitten des Dünndarmes; daraus könnte man die geringere Resorptionsfähigkeit des ileum erklären.

Am Schlusse der Arbeit will ich es nicht unterlassen, Herrn Geheimrath Heidenhain für die mir gewordene Anregung, sowie für die in liebenswürdigster Weise gewährte Unterstützung meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.