XXV.

Experimentelle Untersuchungen am lebenden Thier- und Menschendarm.

Ein Beitrag zur Physiologie, Pathologie und Bakteriologie des Darmes.

Von

Dr. Hans Buchbinder,
Leipzig.

(Mit 5 Abbildungen.)

Als ich vor Jahren, angeregt durch meinen verstorbenen Lehrer Geheimen Rath Professor Benno Schmidt, begann, mich mit den Ergebnissen der bakteriologischen Bruchwasseruntersuchungen zu beschäftigen, gewann ich die Ueberzeugung, dass man mit der bisher angewandten Untersuchungsweise nicht viel weiter kommen würde. Die Arbeiten, welche diese Frage zu lösen gesucht hatten, waren zahlreich genug, aber sie vermochten die Zweifel an der Richtigkeit ihrer Resultate nicht gänzlich zu beseitigen. Der Grund lag vornehmlich in der Anwendung nicht fehlerfreier Untersuchungsmethoden, die eine exacte Schlussfolgerung nicht zuließen. Es ergab sich daraus die Nothwendigkeit, wollte man die Frage einer definitiven Lösung näher bringen, einen Weg der Beobachtung einzuschlagen, auf welchem Schritt für Schritt alle Fehlerquellen ausgeschaltet werden konnten, und ein im bakteriologischen Sinne keimfreies Arbeiten ermöglicht wurde.

Ich übergehe die zahlreichen und mannigfaltigen Versuche, die von mir angestellt wurden, dies zu erreichen, ohne die Verhältnisse, denen der Darm normaler Weise unterworfen ist, allzusehr zu stören. Es war ein langer und mühsamer Weg. Sie haben insgesamt allmählich gezeigt, dass eine Beobachtung des Darmes innerhalb der Bauchhöhle nicht durchführbar war. Es musste also zunächst eine Methode gefunden werden, die es gestattete, Darmabschnitte ausserhalb der Bauchhöhle unter möglichst normalen Verhältnissen der directen Beobachtung und der bakteriologischen Untersuchung für längere Zeit

zugänglich zu machen. Dann konnte ich die Einklemmung von Darm-schlingen ganz extraabdominal ausführen und hoffen, den Durchtritt der Keime direct zu constatiren.

Als diese gefunden war, führte mich die extraabdominale Beobachtung des Darmtractus und der Darmbewegungen auf das Studium der Reactionsfähigkeit der Darmwand auf applicirte Reize, besonders der polaren Erregbarkeit der Darm-musculatur. Die an dem Thierdarm gewonnenen Erfahrungen konnte ich auf einfache Weise nachprüfen und ihre Richtigkeit bestätigen; ging dann weiter dazu über, die Gesetze der elektrischen Erregbarkeit der glatten Musculatur auch am Menschendarm zu beobachten und das functionelle Verhalten der Darmmusculatur nicht bloss am normalen, sondern auch pathologisch veränderten Thier- und Menschendarm, besonders das Verhalten derselben bei der Incarceration, aufzuklären. Dabei ergab sich, dass dasselbe wichtige Anhaltspunkte für die Intensität der circulatorischen Störungen und für die Beurtheilung der Lebensfähigkeit der eingeklemmten Darmschlinge zu geben vermochte. Zugleich ermöglichten diese Betrachtungen einen Einblick in den Mechanismus der Brucheinklemmung, den ich am lebenden Thierdarm nachahmte.

Nachdem so die Vorbedingungen für eine fehlerfreie bakteriologische Untersuchung am Darmcanal geschaffen waren, stellte ich eine Reihe von Experimenten über die Durchlässigkeit der Darmwand für Keime in normalem und pathologischem Zustande an, durch welche ich die Frage in einwandsfreier Weise beantwortet zu haben glaube.

Methode der extraabdominalen Untersuchung am Darmtractus.

Unter den Methoden, welche bisher — meist zum Studium der physiologischen Darmbewegungen — angewendet wurden, um den Darm ausserhalb der Bauchhöhle zu beobachten, war diejenige entschieden die unzweckmässigste, welche die Därme nach Eröffnung der Abdominalhöhle einfach herauslagerte und während der Beobachtung liegen liess. Es war den Experimentirenden bald klar geworden, dass hierbei die Abkühlung des Darmes sowie das Austrocknen der Serosa-oberfläche an der Luft Verhältnisse herbeiführte, unter denen seine Functionsfähigkeit erheblich litt.

Diese Schwierigkeit hatte schon Ed. Weber¹⁾ erkannt, als er

1) Weber, Ed., Handwörterbuch der Physiologie von Wagner, Muskelbewegung. Bd. III. Abth. 2. 1846.

bei seinen Untersuchungen über den Einfluss der Nervi vagi auf die Bewegungen des Magens und der Gangliennerven auf die Bewegungen der Därme, die nach Oeffnung der Bauchhöhle durch die Luft, wie er meinte, eintretenden Bewegungen sehr lästig empfand. Er suchte diesen Uebelstand dadurch zu vermeiden, dass er die Peritonealhöhle gar nicht eröffnete. Er trennte den Brustkorb zwischen den untersten Rippen bis zur Wirbelsäule ab, die er unter Schonung der Aorta durchschnitt. Dann präparirte er die Bauchmuskulatur beiderseits ab bis auf das Bauchfell und konnte nun durch diese nahezu durchsichtige Membran „wie hinter Glas“ die Darmbewegungen beobachten. Unberücksichtigt liess er dabei den Einfluss der Abkühlung. Immerhin ist diese Methode für eine Reihe von Experimenten brauchbar.

Wenn man beim Kaninchen die Muskulatur der Bauchdecken von einem Medianschnitt aus nach beiden Seiten hin abpräparirt, was bei einiger Uebung leicht und schnell ausführbar ist, legt man schliesslich die sehr dünne durchscheinende Fascie frei, deren innerer Seite das Bauchfell anliegt. Diese Fascie muss erhalten bleiben, weil das Peritoneum an sich zu dünn ist, um den Druck der Eingeweide auszuhalten, und sich unverletzt von der Fascie nicht trennen lässt. Diese giebt aber für die Bauchorgane einen genügenden Halt und pflegt auch bei heftigem Pressen des Thieres nicht zu zerreißen. Kleine Verletzungen der Fascie haben keinen wesentlichen Nachtheil, da ein weiteres Einreißen derselben nicht zu befürchten ist. Wenn man bei dieser Art der Freilegung der Abdominalhöhle nun noch die Abkühlung in der weiter unten angegebenen Weise vermeidet, so hat man die Bauchorgane unter normalen Verhältnissen einer directen Beobachtung mit dem Auge zugänglich gemacht.

Die Lage der Baueingeweide beim Kaninchen aber lässt diese Beobachtungsweise der Därme oft als unzureichend erscheinen, weil das Coecum zu viel von den Organen der Bauchhöhle verdeckt. Ich habe mir bei Anwendung dieser Methode so zu helfen gewusst, dass ich in die seitliche Bauchwand ein kleines Loch schnitt und von da aus das Coecum stumpf nach oben schob, damit der Dünndarm zu Gesicht kam. Die kleine Oeffnung wurde durch Naht sogleich wieder geschlossen.

Auf diese Weise habe ich zur Controle der Richtigkeit der weiter unten von mir angegebenen Methode der Darmuntersuchungen eine Reihe von Experimenten angestellt und die Beobachtung durch die dünne durchsichtige Schicht durchgeführt. Die Methode erwies sich als brauchbar, wenn man, wie gesagt, die Abkühlung vermeidet.

In der Erkenntniss, dass die Abkühlung und die Austrocknung

an der Luft auf die Bewegungen des Darmes einen nachtheiligen Einfluss ausübte und eine exacte Beobachtung verhinderte, griffen die Beobachter zu allerhand Hilfsmitteln, wie temporäres Zuklemmen der Bauchwunde nach Versenkung der Eingeweide, öfteres Bedecken mit gewärmten Tüchern, Uebergiessen mit gewärmtem Wasser oder auf 37° C. erwärmter Kochsalzlösung u. s. w., Hilfsmittel, die natürlich nur Nothbehelfe waren und eine einwandfreie Untersuchung am Darm nicht ermöglichten, deshalb meist zu Ergebnissen führten, die, wie z. B. Nothnagel¹⁾ von den Nasse'schen²⁾ Untersuchungen behauptet, eher verwirrend als klärend wirkten.

Auf den Vorschlag von Sanders Ezn benutzte van Braam-Houckgeest³⁾ bei seinen Untersuchungen über die Peristaltik des Magens und Darmcanals eine neue Methode der Beobachtung, welche den späteren Untersuchern bis jetzt als Muster gedient hat und allgemein in Anwendung gezogen wird.

Er konstruirte einen Blechkasten von 60 l Inhalt und füllte ihn mit 40 l physiologischer Kochsalzlösung an, die er dauernd auf 38° C. erwärmt hielt. Nun legte er den Thieren eine T-canüle in die Trachea, an welcher ein 25 cm langer Gummischlauch befestigt war, brachte sie in das Kochsalzbad, eröffnete in demselben die Bauchhöhle und beobachtete die in dem Bade schwimmenden Därme. Mit dieser Methode kamen Beobachter wie Nothnagel⁴⁾, Bokai⁵⁾, Jakoby⁶⁾, Schillbach⁷⁾, Lüderitz⁸⁾ u. A. zu befriedigenden Ergebnissen.

Die Nachtheile, welcher dieser Art der Untersuchung anhaften, machen dieselbe ungeeignet für eine ganze Reihe von Versuchen. Das Thier, welches auf die Aussentemperatur eingestellt ist, wird plötzlich in eine Temperatur von 38° C. gebracht. Die Anfangs

1) Nothnagel, Ueber die Einwirkung des Morphins auf den Darm. Virchow's Archiv. Bd. LXXXIX. 1882.

2) Nasse, Beiträge zur Physiologie der Darmbewegung. Leipzig 1866.

3) van Braam-Houckgeest, Untersuchungen über Peristaltik des Magens und Darmcanals. Pflüger's Archiv. Bd. VI. S. 266.

4) Nothnagel, Beiträge zur Physiologie und Pathologie des Darmes. Berlin 1884.

5) Bokai, A., Experimentelle Beiträge zur Kenntniss der Darmbewegungen. Archiv f. experiment. Pathol. u. Pharmakolog. Bd. XXIII.

6) Jacoby, Beiträge zur physiolog. und pharmakolog. Kenntniss der Darmbewegungen, mit besonderer Berücksichtigung der Beziehung der Nebenniere zu demselben. Archiv f. experiment. Patholog. und Pharmakolog. Bd. XXIX. S. 171.

7) Schillbach, Studien über den Einfluss der Elektrizität auf den Darm. Virchow's Archiv. Bd. CIX. S. 278.

8) Lüderitz, Zur elektrischen Reizung des Darmes. Virchow's Archiv. Bd. CXIX. S. 168.

ruhige Athmung wird allmählich frequenter und oberflächlicher, es stellen sich, wie Braam-Houckgeest selbst beschreibt, heftige Anfälle von dyspnoischen Krämpfen ein, und der Tod erfolgt durch Asphyxie. Die Thiere gingen nach 1, spätestens 5 Stunden an gestörter Perspiration und Veränderungen in der Wärmeregulation zu Grunde. Sie eignet sich also nur für kurze Zeit dauernde Beobachtungen, wobei das Thier von vornherein abnormen Allgemeinverhältnissen unterworfen ist. Dazu kommt, dass sie für die Versuche, bei denen die Thiere am Leben bleiben sollen, schlecht anwendbar ist. Für die bakteriologischen Untersuchungen und Abimpfungen war sie gänzlich unbrauchbar.

Endlich wandte Wegener¹⁾ bei seinen Untersuchungen über die Resorptionsfähigkeit des Bauchfelles zur Vermeidung der Abkühlung des extraabdominal gelagerten Darmes den Dampf an. Er liess aus fünf radiär gestellten Kolben, die er 2—3 cm über dem Abdomen münden liess, Dämpfe ausströmen, die 36—38° C. über dem Thiere hatten. Alle 10 Minuten controlirte er die Temperatur, die im Durchschnitt 37,5° C. constant erreichen sollte. Dadurch verhinderte er, dass die Serosa trocken wurde und die Abkühlung der Därme eintrat, Factoren, denen Wegener die grösste Bedeutung bei der Eröffnung der Bauchhöhle beimass. Auf diese Weise ist es möglich, längere Zeit die Darmbewegungen beobachten zu können.

Die Uebelstände bestehen hierbei in der schwierigen Regulirung der 5 Dampfstrahlen zu einer Dampfsphäre, welche constant 36—38° C. hat; die Temperaturschwankungen betragen mehr als 2° C., namentlich tritt leicht eine Ueberhitzung des Thieres, wie im Kochsalzbad, ein, da das ganze Thier sich in der Dampfsphäre befindet. Die Athmung der Thiere wird bald eine beschleunigte u. s. w., dabei schlägt sich auf den Därmen reichlich Flüssigkeit nieder, weil viel im Dampfe mitgerissen wird, und der wasserreiche Dampfspray verhindert durch seine Dichtigkeit eine übersichtliche und klare Beobachtung. Endlich ist das Manipuliren in dem Dampfe recht schwierig, und die höher als normal gestellte Wärme bildet zugleich ein Reizmittel für die Därme, und so entsteht leicht eine vermehrte Peristaltik, welche die Richtigkeit des Experimentes stört.

Ich suchte diese Nachtheile der Methode zu beseitigen und die Vortheile derselben ganz auszunutzen. Zunächst erschien mir die Grösse der Dampfsphäre unnöthig und schädlich, und ich wählte

1) Wegener, Georg, Chirurgische Bemerkungen über die Peritonealhöhle, mit besonderer Berücksichtigung der Ovariectomie. Archiv f. klin. Chirurgie. Bd. XX. Heft 1.

einen Kreis, der nur das Abdomen in sich fasste. Hierfür genügte ein kräftiger Dampfstrahl, der dadurch, dass er durch eine enge Glasröhre ausströmte, eine gewisse Kraft erhielt. Er wurde so gewählt, dass er in der Höhe, wo er eine Temperatur von 38° C. hatte, den gewünschten Raum mit Dampf versah. Um diesen Dampfstrahl in gegebener Höhe immer auf 38° C. im Mittel zu halten, mussten die Schwankungen ausgeglichen werden durch eine weitgehende Beweglichkeit des Dampfstrahles nach allen Richtungen, so dass die Mündung des Rohres in drei Axen drehbar war. Dadurch war es leicht, bei plötzlich veränderter Lage des Objectes, die z. B. durch schnelle und unvorhergesehene Bewegungen des Thieres entstehen kann, den Dampfstrahl derselben anzupassen und die Störungen auszugleichen. Die unmerklichen Luftströmungen des Zimmers, ein kleiner Windzug, veranlasst durch das Oeffnen eines Fensters oder einer Thür, das tiefe Athemholen oder Sprechen des Beobachters, haben einen ausschlaggebenden Einfluss auf die Constantheit des Strahles und ändern momentan die Temperatur desselben erheblich. Kann derselbe nun schnell genähert oder entfernt werden, leicht seine Richtung verändern, so begegnet man diesen Differenzen unverzüglich. Das Thier athmet in nahezu dampffreier Luft, wird nirgends überhitzt und befindet sich in fast normalen Verhältnissen.

Weiterhin galt es die Flüssigkeitsniederschläge möglichst zu beseitigen, die das Untersuchungsgebiet überschwemmten und namentlich für bakteriologische Untersuchungen nachtheilig waren. Ich erreichte dies dadurch, dass der Dampf aus dem Kessel noch einmal durch eiserne Röhren geleitet wurde, die auf sehr hohe Temperaturen erhitzt wurden. Der Dampf wurde darin überhitzt und kam sehr wasserarm zum Vorschein. Dadurch gelang es zugleich, einen ganz gleichmässig strömenden Dampfstrahl zu bekommen, der frei von Wassertheilchen auffallen konnte und durchsichtig war.

Der Apparat besteht aus einem 4—5 l fassenden Cylinder, der mit Asbest umkleidet ist, und an welchem ein Wasserstandsglas mit Quecksilbermanometer angebracht ist. Auf dem Deckel des Cylinders befindet sich ausserdem ein Sicherheitsventil. Der mit Wasser hinreichend gefüllte Kessel wird durch eine kräftige Flamme erhitzt, und der sich entwickelnde Dampf durch ein Glasrohr, das im rechten Winkel abgelenkt ist, in zwei gusseiserne Röhren geleitet, die durch Gasschlangen stark erhitzt sind. Von hier wird der überhitzte und wasserfreie Dampf durch ein gegen Wärmeverlust geschütztes Gummirohr zu einer rund abgelenkten engeren Glasröhre geleitet, aus welcher er frei ausströmen kann. Das Glasröhrchen ist so beweglich an

einem Ständer angebracht, dass es leicht auf- und abwärts gleiten und um die Axe des Ständers gedreht werden kann, und dass es ausserdem um seine eigenen Axen drehbar ist (s. Figur 1).

Fig. 1.

Hat man also das Thier auf das Brett aufgespannt, die Abdominalhöhle durch Medianchnitt eröffnet und das gewünschte Darmstück herausgelagert, so bringt man über demselben einen

Thermometer so an, dass die Quecksilbermasse unmittelbar über dem zu beobachtenden Darmtheil schwebt und von dem jetzt auf das geöffnete Abdomen gerichteten Dampfstrahl zunächst getroffen wird. Durch Heben und Senken des Glasrohres erreicht man schnell die gewünschte Temperatur über dem Abdomen, deren Schwankungen von dem Thermometer prompt angezeigt werden. Bei einiger Uebung ist jetzt die Regulirung des Dampfstrahles leicht ausführbar; denn einmal auf die Entfernung eingestellt, erfordert er nur kleine Aenderungen.

Es galt nun den Nachweis zu führen, dass der Darm in dieser Dampfsphäre thatsächlich Bedingungen unterlag, die den normalen gleich kamen. Dazu war es nöthig, zu zeigen, dass der Darm bei der extraabdominalen Beobachtung derselben Temperatur ausgesetzt war, wie in der Bauchhöhle, dass das Thier bei dieser Beobachtungsweise weder überhitzt, noch abgekühlt wurde, und der Darm sich im Dampfspray verhält wie in der Bauchhöhle.

Versuche, welche das Verhältniss der Bauchhöhlentemperatur zu der im After messbaren ermitteln sollten, zeigten, dass die Bauchhöhle durchschnittlich einen Grad höher temperirt war, als der Thermometer im After anzeigte. Durch eine kleine Oeffnung im Abdomen wurde langsam und schonend ein Thermometer möglichst weit in die Bauchhöhle vorgeschoben, so dass es tief zwischen den Därmen lag. Ein zweiter Thermometer wurde in den After eingeführt, und nun die Temperaturen fortwährend abgelesen und verglichen. Die eingezeichneten Curven zeigten, wie die Temperatur in der Bauchhöhle durchschnittlich $\frac{3}{4}$ — 1° C. höher gestellt war. Sollte also der herausgelagerte Darm sich in normalen

Temperaturverhältnissen befinden, so musste der Dampfstrahl so eingestellt werden, dass der Thermometer über dem Abdomen 1° C. mehr zeigte, als der im After liegende.

Der Einfluss der Abkühlung auf die Darmperistaltik und auf das Allgemeinbefinden des Thieres ist ein grosser, und die Vermeidung derselben beim exacten Thierexperiment unerlässlich. Eröffnet man durch einen langen Medianschnitt das Abdomen und setzt die

Därme einer Temperatur von 15° C. aus, so zeigen dieselben zunächst heftige peristaltische Bewegungen, die nach kurzer Zeit langsamer und kleiner werden, endlich ganz aufhören. Zugleich wird die Respiration oberflächlicher und ebenso die Herzcontraction. Die Abkühlung des Kaninchens, welches man in Ruhelage fixirt hält, beträgt pro Stunde ungefähr 1° C., bei eröffnetem Abdomen und herausgelagerten Därmen ca. $3,5$ — 4° C. Lässt man aber auf die freiliegenden Därme den Dampf-spray in der richtigen Temperaturhöhe einwirken, so lässt sich graphisch darstellen, wie die Temperaturabnahme bei geöffnetem Abdomen gleich der Temperatur des Thieres mit nicht geöffnetem Bauche ist.

Die Curve A (s. Fig. 2) zeigt die Temperaturabnahme des Körpers beim Kaninchen, wenn das Thier auf dem Rücken liegend fixirt, und das

Fig. 2 (Curve A).

Fig. 3 (Curve B).

Fell der Bauchdecken kurz geschoren wird. Das Thier hatte beim Beginn der Beobachtung eine Temperatur von $39,0^{\circ}\text{C}$. und nach zweistündiger Ruhelage $36,375^{\circ}\text{C}$., d. h. eine Temperaturabnahme von $2,625^{\circ}\text{C}$. Die Temperaturen wurden alle 5 Minuten an dem dauernd im After liegenden Thermometer abgelesen und eingetragen. Die Anfangstemperaturen sind beim Kaninchen wechselnd, durch die heftigen Abwehrbewegungen beim Fixiren wohl auch gesteigert.

Die Curve B (s. Fig. 3) veranschaulicht d. Abnahme der Körpertemperatur beim Thier, wenn man die Abdominalhöhle durch langen Schnitt eröffnet, die Därme herauslagert und der Aussehtemperatur von 15°C . aussetzt. Das Thier hatte Anfangs eine Temperatur von $38,4^{\circ}\text{C}$. und nach zweistündiger Beobachtung $31,6^{\circ}\text{C}$., d. h. eine Wärmeabnahme von $6,8^{\circ}\text{C}$. Wenn man das Thier noch weiter sich abkühlen lässt, geht die Temperatur später nicht mehr so schnell zurück.

Die Curve C (s. Fig. 4) soll zeigen, wie sich die Temperaturverhältnisse des Thieres gestalten, wenn man die herausgelagerten Därme unter dem Dampfspray beobachtet. Die Temperatur ging von $38,3^{\circ}$ C. nach zweistündigem Freiliegen unter Dampf auf $36,4^{\circ}$ C. herab, d. h. um $1,9^{\circ}$ C.

Endlich demonstriert die Curve D (s. Fig. 5) den Rückgang d. Körpertemperatur, wenn die Därme herausgelagert und nach $\frac{3}{4}$ stündigem Freiliegen dem Dampfstrahl ausgesetzt wurden. Die anfangs schnell abnehmende Temperatur von $39,2^{\circ}$ C. bis $36,9^{\circ}$ C., d. h. um $2,3^{\circ}$ C. in $\frac{3}{4}$ Stunden, steigt langsam an bis etwa zu der Temperatur, welche das Thier nach zweistündiger Fixation ohne Eröffnung der

Bauchhöhle zeigen würde, oder wenn es von Anfang an mit herausgelagerten Eingeweiden unter Dampf gelegen hätte.

Es lässt sich also der Wärmeverlust des Thieres, der durch die Abkühlung vom Peritonealraume aus hervorgerufen wird, leicht ausgleichen. Bei einer grossen Anzahl von Versuchen habe ich die Anfangstemperatur des Thieres mit derselben nach Beendigung des Versuches verglichen und immer annähernd

Fig. 4 (Curve C).

Fig. 5 (Curve D).

dasselbe Verhältniss constatiren können. Dem Wärmeverlust schreibe auch ich für das Gelingen des Versuches einen grossen Einfluss zu. Es wurde bei meinen Experimenten besonderer Werth darauf gelegt, dass die Thiere selbst bei weitgehenden Eingriffen am Leben blieben. Nur ganz vereinzelt ging ein Thier unbeabsichtigt zu Grunde. Wenn man z. B. ein um 10—12° C. abgekühltes Thier durch die Abdominalhöhle wieder erwärmt, so sieht man, wie das collabirte Thier mit oberflächlicher Athmung und Herzaction sich bald wieder erholt und nach Schluss der Bauchhöhle dauernd einen normalen Eindruck macht. Hatte man aber einen Eingriff am Darm gemacht, z. B. eine Darmresection oder Hernienbildung u. s. w., die etwa eine Stunde gedauert hatte, und schloss das Abdomen, ohne den Wärmeverlust auszugleichen, so gingen die Thiere leichter zu Grunde, als wenn man sie wieder auf die normale Temperatur erwärmt hatte. Diese Thiere machten nach der Operation nicht den Eindruck operirter Thiere. Es ist erstaunlich, was dieselben ohne Wärmeverlust aushalten können.

Das Austrocknen der Serosa liess sich ebenfalls beim Dampfspray vermeiden; sie nimmt sich die nöthige Flüssigkeitsmenge aus demselben. Achtet man bei den Experimenten am extraabdominal liegenden Darm genauer auf den Feuchtigkeitsgrad der Serosa, so kann man beobachten, wie schon nach kurzer Zeit (ca. 5 Minuten) die Peristaltik an den Stellen sich schwächer und träger abspielt, an denen die Serosa sichtbar trocken ist, und dass sie sehr schnell wiederkehrt, wenn man die Därme anfeuchtet. Dieselbe Beobachtung macht man bei der Anwendung des Dampfsprays auf die trockene Serosa.

Für die Beobachtung der normalen Peristaltik, für die Erkenntniss der physiologischen Bewegungen konnte diese Methode der Untersuchung deshalb als fehlerhaft und ungeeignet angesehen werden, weil man annehmen konnte, der ausserhalb der Bauchhöhle liegende Darm empfangt im Dampfspray so viele Reize zu Bewegungen, dass eine klare Scheidung der verschiedenen veranlassten Bewegungen nicht möglich sei. Der Reiz zu peristaltischen Bewegungen, den der Speisebrei ausübt, ist für das Kaninchen so gut wie immer vorhanden, da der Darmcanal immer Inhalt führt. Jacoby (l. c.) suchte diese Bewegungen auszuschalten. Er fand, dass bei Thieren, die längere Zeit gehungert hatten, der Darm leer und platt zusammengefallen war. Solange die Circulation und die Respiration normal ist, treten dabei keine Darmbewegungen auf, wenn der Darm sich unter normalen Verhältnissen, wie es im Kochsalzbade anfangs beobachtet wird, befindet. Ändert sich dies, so treten auch an dem vollkommen leeren Darm Bewegungen auf welche durch diese Reize hervorgerufen sind.

Befand sich also bei der Beobachtung unter Dampfspray der Darm in normalen Verhältnissen, so müsste derselbe bei Thieren, welche gehungert hatten, im Ruhezustand verharren.

Zu dem Zwecke wird ein Kaninchen, welches mehrere Tage gehungert hatte, in der Medianlinie eröffnet, die Därme herausgelagert und der Dampfspray auf dieselben gerichtet. Der zusammengefallene Darm befindet sich nach dem Herauslagern in Bewegung. Die Breite des Dampfstrahles wird so gewählt, dass an seiner Peripherie einige Darmschlingen unbeeinflusst liegen. Bei exacter Regelung der Temperatur gelingt es nach kurzer Zeit, die Theile, die sich im Dampfspray befinden, zur Ruhe zu bringen, während die am Rande des Dampfstrahles gelegenen Schlingen ihre Bewegungen nicht vollkommen verlieren. Die Temperatur des Thieres sank von 39,5° C. auf 38,4° C. herab.

Der Dampfspray, der Temperatur der Bauchhöhle angepasst, bildet also selbst kein Reizmittel zur Auslösung von Bewegungen des Darmes und hält die Aussenreize ab, welche durch das Herauslagern der Därme einwirken können und die normale Peristaltik beeinflussen.

Andererseits aber mussten die künstlich angelegten Reize im Dampfspray jederzeit eine normale Wirkung auslösen, d. h. die Reactionsfähigkeit des Darmes auf applicirte Reize durfte nicht leiden.

Die Uebereinstimmung der Erfahrungen über die Wirkung applicirter Reize auf die Darmwand, die im Kochsalzbad gewonnen waren, mit denjenigen, die ich an dem in gleich temperirter Dampfsphäre liegenden Darm machte, war ein weiteres Zeichen dafür, dass der Darm bei dieser Methode der Untersuchung in nahezu normalen Verhältnissen sich befand. Die Beobachtungen desselben, die ich oft viele Stunden lang angestellt habe, zeigten, dass der Darm dabei seine normale Reactionsfähigkeit beibehielt.

So schien es mir gelungen zu sein, eine Methode der Darmuntersuchung gefunden zu haben, die es ermöglichte, ausserhalb der Bauchhöhle liegende Darmtheile längere Zeit dem Auge und den Manipulationen zugänglich untersuchen zu können.

Dadurch war ich in den Stand gesetzt, einerseits die Veränderungen am Darm bei der Incarceration beobachten und zugleich an demselben bakteriologische Untersuchungen anstellen zu können.

Die Vortheile einer derartigen Untersuchungsmethode sind ohne Weiteres ersichtlich. Nicht bloss für die Beobachtung der physiolo-

gischen Vorgänge am Darmtractus war sie brauchbar, sondern vor allem auch geeignet, die Entwicklung pathologischer Zustände und ihre Regeneration sichtbar zu machen. Eine Fülle von interessanten Fragen drängten sich von selbst auf, deren Lösung näher gerückt schien. Der Chirurg, den es interessiren muss, den weiteren Verlauf der von ihm gesetzten Eingriffe am Darmtractus verfolgen zu können, kann nun am Thier die Folgen eines derartigen Eingriffes stundenlang direct beobachten, eine Möglichkeit, die ihm der nothwendige Schluss der Bauchhöhle bisher genommen hatte. Dadurch wird er weiterhin die Wirkungsweise seiner Operationen am Darm nicht nur in dem Endeffect erkennen, sondern auch sehr bald nach der Beendigung des Eingriffes sich klar darüber werden können, warum das Resultat ein günstiges oder ungünstiges sein muss. Deshalb bin ich der Ansicht, dass man künftighin in der Lage sein wird, besser als bisher den Werth einer neuen Operationsmethode am Darm zu beurtheilen und sich von der Brauchbarkeit oder Unzulänglichkeit derselben zu überzeugen, ehe man sie beim Menschen anwendet.

Für meine Untersuchungen war ich in den Stand gesetzt, bei der Incarceration die einzelnen Phasen der Veränderungen genau bestimmen zu können, den Verlauf zu verfolgen und nach der Lösung die Reparation der circulatorischen Störungen zu beobachten, wie sie sich normaler Weise in der Bauchhöhle abspielen. Dabei war es mir möglich, bei den meisten operativen Eingriffen sehr bald den eventuellen Ausgang vorherzusehen und durch geeignete Maassnahmen zu ändern. Sah ich also z. B. nach der Lösung einer Einklemmung in Verlauf einer mehrstündigen Beobachtung, dass die Schlinge gangränös werden würde, so konnte ich rechtzeitig die Resection derselben vornehmen, und so den tödtlichen Ausgang vermeiden.

Ich habe mit dieser Methode eine grosse Anzahl — etwa 150 — Versuche ausgeführt und war erstaunt über die Leichtigkeit, mit der die Versuchsthiere alle Eingriffe überstanden. Wer viel am Darmtractus von Kaninchen operirt hat, wird wissen, wie unangenehm oft die Versuchsreihen dadurch gestört werden, dass Thiere frühzeitig zu Grunde gehen.

Für den Nachweis aber, dass die Reactionsfähigkeit der Darmmuskulatur bei der Beobachtung des Darmes im Dampfstrahl normal blieb, war eine genaue Orientirung über die Wirkung der direct auf die Darmwand angewandten Reize nothwendig. Dies führte mich zum Studium der polaren Erregbarkeit der Darmmuskulatur.

Die polare Erregbarkeit der Darmmuskulatur im normalen und pathologischen Zustand.

Die Darmwand, mit Muskeln und feinem Nervenetz ausgestattet, musste folgerichtig den Reizen zugänglich sein, auf welche diese Organe an anderen Regionen reagiren. Unberücksichtigt sollten die Wirkungen der elektrischen Reize bleiben, die man an den Vagus und Splanchnicus applicirte, um ihre Bedeutung für die Peristaltik des Darmes ausfindig zu machen. Hier konnten nur die Reize in Betracht kommen, die direct auf die Darmwand anzuwenden waren.

Während Untersuchungen über die Wirkung des elektrischen Stromes auf den Vagus und Splanchnicus zahlreich angestellt worden sind — Ludwig¹⁾, Schwarzenberg²⁾, Pflüger³⁾, Nasse (l. c.), Braam-Hoockgeest (l. c.), Bokai (l. c.), Jacoby (l. c.) u. A. —, sind dagegen die Beobachtungen der letzteren Art — Nothnagel⁴⁾, Schillbach (l. c.), Biedermann⁵⁾, Lüderitz (l. c.) — spärlicher. Das Reizmittel, welches man anwenden konnte, um auf der Darmwand eine bestimmte Reaction hervorzurufen, konnte mechanischer, thermischer, chemischer oder auch elektrischer Art sein. Ueber die beiden erstgenannten Reizarten lässt sich hinweggehen, da ihre Wirkung unsicher und ungenau ist und eine wenig charakteristische zu sein pflegt.

Die Einwirkung chemischer Stoffe, auf die Serosafläche des Darmes applicirt, wurde am eingehendsten von Nothnagel⁶⁾ studirt. Er fand vor allem einen principiellen Unterschied in der Wirkungsweise der Kali- und Natronsalze, von denen alle Verbindungen die gleiche Wirkung hatten, wie die Elemente. Während die anderen von ihm angewandten chemischen Stoffe, wie Alaun, schwefelsaure Magnesia, Chlormagnesium, Chlorcalcium, schwefelsaures Kupfer, salpetersaures Silber, essigsäures Blei u. a., eine wenig charakteristische

1) Kupffer-Ludwig, Die Beziehungen der Nervi vagi und splanchnici zur Darmbewegung. Sitzungsber. d. K. Akademie der Wissensch. Wien. Math. naturw. Kl. Bd. XXV. S. 580.

2) Schwarzenberg, Die peristaltische Bewegung des Dünndarms. Zeitschr. f. rat. Medic. Bd. VII. S. 311.

3) Pflüger, Ueber das Hemmungsnervensystem für die peristaltischen Bewegungen der Gedärme. Berlin 1857. Hirschwald.

4) Nothnagel, Beiträge zur Physiologie u. Pathologie des Darmes. Berlin 1884.

5) Biedermann, Zur Physiologie der glatten Muskeln. Pflüger's Archiv. Bd. XLV. 1889.

6) Nothnagel, Zur chemischen Reizung der glatten Muskeln, zugleich als Beitrag zur Physiologie des Darmes. Virchow's Archiv. Bd. LXXXVIII. Heft I.

und undeutliche, auch schwankende Wirkung hatten, konnte er mit den Kali- und Natronsalzen ganz bestimmte Reactionen am Darm hervorrufen, bei denen das Entscheidende in der Wirkung die Anwesenheit von Kalium und Natrium war. Die Berührung der normalen Darmwand mit einem Kalisalz, etwa $\frac{1}{2}$ —1 Sec. lang, verursacht eine starke Contraction der Ringmusculatur. Diese Contraction tritt nach etwa 1—6 Sec. ein, bleibt beschränkt auf die Berührungsstelle und geht höchstens ein wenig, nie über 3—5 mm, auf die angrenzenden Theile über. Je nach der Intensität des Reizes beobachtet man eine leichte Einschnürung bis zur starken ringförmigen Constriction des Darmrohres, und ebenso schwankt die Dauer der Wirkung etwa zwischen 2—5 Minuten. Berührt man hingegen die Darmwand mit einem Natronsalz, so erfolgt von der Berührungsstelle aus oder auch einige Millimeter oberhalb derselben eine Constriction des Darmes, die aufwärts d. h. magenwärts verläuft und den Darm auf mehrere Centimeter, sogar 5—8 cm, weit „zur Fadendünne“ verengt. Die Berührung muss am besten mehrere Secunden andauern, damit der Erfolg ein recht deutlicher wird. Auch hier ist die Intensität der Reizung bestimmend für die Constrictionsdauer des Darmes. Zuweilen werden durch einen Reiz 2—3 derartige aufsteigende Contractionen ausgelöst. Die aufsteigende Contraction erfolgt häufig auch so, dass sich im angrenzenden aufwärts gelegenen Darmtheil circuläre Contractionsringe bilden, die dann in die ununterbrochene Constriction übergehen. Die Reaction der Kalisalze ist local eine stärkere als die der Natronsalze. Unter letzteren erhält man ebenfalls verschieden starke Wirkungen. Während die Wirkung von Kochsalz zuweilen ausbleibt, worauf Nothnagel selbst aufmerksam gemacht hat, oder manchmal nur schwach angedeutet ist, so erhält man mit Soda stets den gewünschten Effect.

Ich habe von dem Sodakrystall eine ausgedehnte Anwendung bei den Experimenten gemacht und am normalen Darm stets die typische Reaction erhalten. Auch Senn¹⁾ hat bei seinen Experimenten zur Bestimmung der Darmrichtung das Kochsalz angewendet und unter 16 Fällen 15 mal die Beobachtung Nothnagel's bestätigt gefunden. „In dem einen Falle, der zu einem unrichtigen Resultat führte, ist ein Beobachtungsfehler nicht ausgeschlossen, auch war vielleicht die Beobachtungsdauer nicht genügend.“ Nothnagel will die Reaction bei den Kalisalzen als directe Muskelwirkung ansehen und die Natronreaction vermittelt sein lassen durch die in der Darmwand gelegenen nervösen Apparate.

1) Senn, The surgical treatment etc. New-York 1891.

Diese von Nothnagel am Kaninchendarm und in ähnlicher Weise auch am Katzendarm beobachteten Wirkungen der Kalium- und Natriumsalze hat dann Floël¹⁾ auch an anderen Thieren, wie Hund, Meerschweinchen, Maus, Huhn, Frosch, geprüft und die Differenz beider Salze constatiren können. Die Natronsalze hatten bei allen Thieren eine charakteristische Wirkung, die Beschaffenheit derselben war bei den einzelnen verschieden. Floël glaubt, „auch den Kaliumsalzen die Fähigkeit einer nervösen Erregung zusprechen zu müssen“.

Endlich suchte Bardeleben²⁾ Aufschluss über das Verhalten des Menschendarmes auf chemische Reize zu erhalten. Gelegentlich der Section eines Enthaupteten, die 10 Minuten nach der Hinrichtung stattfand, prüfte er die Wirkung einer Reihe von Kali- und Natronsalzen am Dünndarm, dessen Abkühlung und Absterben durch zeitweises Aufgießen einer physiologischen Kochsalzlösung von 40° C. Temperatur vermieden wurde. Die Berührung mit einem Kalisalz ergab nach 5—6 Secunden eine ringförmige Einschnürung an dem Orte der Reizung, die mehrere Minuten anhielt. Mit dem Natronsalze konnte er ebenfalls eine allerdings viel langsamere und schwächere ringförmige Einschnürung hervorrufen, „ferner kleine ringförmige Constrictionen ober- und unterhalb der Einwirkungsstelle, in Distanzen von 3, 4, 5 mm in der Ausdehnung von etwa 5, 6 cm nach oben und unten“, die etwa 1 Minute anhielten.

In der Hoffnung, aus einer aufsteigenden Contraction, analog der des Kaninchendarmes, die Darmrichtung beim Menschen erkennen zu können, und so schnell an das obere Ende des Dünndarmes zu gelangen, berührte Lücke³⁾ die Darmwand bei der Gastroenterostomie „kurze Zeit mit einem sauberen Kochsalzkrystall“, worauf eine „leichte peristaltische Bewegung von der Berührungsstelle aus“ erfolgte. Bei einem anderen Falle zeigte sich „nach kurz dauernder Berührung der Darmwand mit Kochsalz von der Berührungsstelle“ ausgehend, ebenfalls eine leichte peristaltische Bewegung. Es blieb ununtersucht, nach welcher Richtung diese gegangen war.

Auch Hahn⁴⁾ hat derartige Versuche gemacht, eine deutliche Peristaltik aber nicht erkennen können. So wird es Anderen auch er-

1) Floël, Die Wirkung der Kalium- und Natriumsalze auf die glatte Musculatur verschiedener Thiere. Pflüger's Archiv. Bd. XXXV. 1885. S. 157.

2) Bardeleben, Die Einwirkung von Kali- und Natronsalzen auf die Muskeln des menschlichen Darmes. Sitzungsber. der Jenaischen Gesellsch. f. Med. u. Naturw. f. d. Jahrg. 1882.

3) Rockwitz, Ueber Gastro-Enterostomie. Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie. Bd. XXV. S. 521.

4) Hahn, Deutsche med. Wochenschr. Nr. 30. 1891.

gangen sein, und die Versuche wurden aufgegeben. Zudem hatten Socin³⁾ und Wölffler⁴⁾ andere Anhaltspunkte für die Auffindung der Plica duodenojejunalis gegeben.

Diese Verschiedenheit der Wirkung bei den einzelnen Thieren war für die Anwendung des chemischen Reizes recht störend.

Präciser und gleichmässiger und dabei nicht minder charakteristisch ist die Wirkung elektrischer Reize.

Von den Beobachtern der elektrischen Reizwirkung ist zunächst übersehen worden, dass schon E. Weber (l. c.) in seiner Arbeit über Muskelbewegungen aus dem Jahre 1846 beschreibt, wie die Gedärme beim Kaninchen in lebhafte Bewegung gerathen, wenn er den galvanischen Strom des Rotationsapparates von grossen Flächen aus auf die gesammten Eingeweide einwirken liess. Wenn er den Darm mit elektrischen Drähten an einzelnen Stellen berührte, trat nur eine locale Wirkung ein, bestehend in einer am Orte der Reizung erfolgten Einschnürung, der beim Hunde und besonders bei der Katze abwärts verlaufende Wellenbewegungen folgten. Er setzte die einander genäherten Elektroden auf den Darm, und es ist nicht deutlich ersichtlich, ob er die Einschnürung an der Anode oder an der Kathode erhalten hat.

Eingehender wurde die Wirkungsweise des elektrischen Reizes dann von Schillbach (l. c.), der unter Hering's Leitung arbeitete, studirt. Die faradischen Ströme haben nach ihm je nach ihrer Stärke verschiedene Wirkung. Während schwache Ströme so gut wie gar keine Wirkung haben, erhält man auf den Reiz mit mittelstarkem Strome eine locale Contraction mit folgender auf- und abwärts verlaufender Welle, wobei zu bemerken ist, dass die aufwärts steigende Welle beträchtlich länger ist, als die absteigende. Diese Erscheinung nimmt an Intensität zu, je stärker man den Strom wählt. Dieselbe Wirkung erhielt Schillbach auch mit dem galvanischen Strom an der Anode, während an der Kathode nur eine locale Einschnürung erfolgte. Die aufsteigende Welle hatte eine Länge von 20—30 cm, indessen die absteigende nur wenige Centimeter lang war. Nothnagel (l. c.) konnte diese Beobachtungen im Wesentlichen bestätigen; auch er bekam auf den Reiz mit einem faradischen Strom von geringer und mässiger Stärke eine ganz umschriebene ringförmige Einschnürung und bei grösserer Stärke eine Contraction, die eine erhebliche Strecke immer in der Richtung nach aufwärts, d. h. nach dem Magen zu sich ausdehnte und nur sehr wenig nach

3) Socin, Correspondenzblatt f. Schweizerärzte. 1884.

4) Wölffler, Centralbl. f. Chirurgie. 1885.

abwärts von der Reizungsstelle, wie er es für die Natronsalze nachgewiesen hatte.

Die Wirkung des galvanischen Stromes wurde dann genau von Biedermann (l. c.) beobachtet, der die Unterschiede der Reaction der Längs- und Ringmuskelschicht auf den galvanischen Strom kennzeichnete. Gegenüber der Engelmann'schen Annahme, dass zwischen dem Verhalten der quergestreiften und glatten Musculatur kein Unterschied sei, wies er nach, dass das Pflüger'sche Gesetz der polaren Erregung durch den elektrischen Strom für die Darmmusculation nicht galt, da man hier beim Stromschluss an der Anode eine locale Contraction der Ringmuskeln und an der Kathode nur Contraction der Längsmuskelschicht hatte, welcher dann beim Oeffnen des Stromes an der Kathode eine Contraction der Ringmuskelschicht folgte.

Lüderitz (l. c.) zeigte, dass dieser Unterschied der beiden Muskelagen auch für den faradischen Strom besteht. Er fand zunächst auch bei stärkeren Strömen die stark verengende, magenwärts sich viel weiter als abwärts ausdehnende Contraction der Ringmusculation. Früher aber als diese Wirkung tritt eine magenwärts und afterwärts gleichmässig etwa 2—5 cm weit sich ausbreitende Contraction der Längsmuskelschicht ein.

Die Nachprüfungen dieser im Kochsalzbad gewonnenen Erfahrungen, die ich im Dampfspray anstellte, ergaben im Wesentlichen dieselben Resultate.

Der faradische Strom rief am Dünndarm, in schwacher Form angewandt, an beiden Polen eine locale ringförmige Contraction hervor, in mittelstarker Form angelegt, schloss sich der localen Ringcontraction eine aufsteigende, d. h. pyloruswärts verlaufende, das Lumen des Darmes verengende, etwa 1—2 cm lange Ringconstriction an, welche an Ausdehnung zunahm, je stärker der Strom angewandt wurde. Die von Lüderitz angegebene, vor der Ringcontraction eintretende Zusammenziehung der Längsmusculation habe ich beim faradischen Strom nicht in klarer Weise verfolgen können. Sodann habe ich im Dampfspray eine so hohe Ausdehnung der aufsteigenden Ringcontraction, wie etwa 20 cm in ununterbrochener Linie, nicht beobachtet. Die Reactionsweise des Dünndarmes auf den faradischen Strom entspricht vollkommen der chemischen Wirkung der Natronsalze. Sie tritt an beiden Polen in gleicher Weise auf, wobei es gleichgültig ist, in welcher Richtung der Strom den Darm durchläuft.

Der constante Strom zeigte, in schwacher Weise angewandt, deutlich an der Anode eine Schliessungscontraction der Ringmusculation.

latur und an der Kathode eine Längsmuskelcontraction. Mit dem mittelstarken und starken constanten Strom erhält man eine Anodenschliessungsringmuskelcontraction und eine Kathodenschliessungslängsmuskelcontraction, denen dann eine Anodenöffnungslängsmuskelcontraction und eine Kathodenöffnungsringmuskelcontraction folgt. Es muss bemerkt werden, dass während die Kathodenöffnungscontraction der Ringmusculatur immer deutlich vorhanden war, die Contraction der Längsmusculatur an der Anode beim Oeffnen des Stromes nicht so deutlich, manchmal kaum erkennbar war. Die einzelnen Darmabschnitte unterschieden sich in der Reaction in der Weise, dass die tiefer gelegenen Abschnitte langsamer und schwächer einsetzten, d. h. zur gleichen Wirkung stärkerer Reize bedurften. Die Frage, ob dies von der verschieden starken Entwicklung der Musculatur abhängig ist, blieb ununtersucht.

Im Allgemeinen mussten die Ströme bedeutend grösser sein, als die zur Erregung der Skeletmusculatur nothwendigen, und die Wirkung des elektrischen Reizes auf den Kaninchen-, Katzen- und Hundedarm war die gleiche, wenn auch die Stärke des Stromes und die Dauer der Reizung sehr verschieden sein musste, um den gleichen Effect zu erzielen.

Die Wirkung elektrischer Reize auf die normale Darmwand bei directer Reizung ist, soweit mir bekannt ist, noch niemals am lebenden Menschen geprüft worden. Bei Bauchoperationen, wie Gastroenterostomien, Darmresectionen u. s. w. hatte ich während meiner Assistentenzeit an der Strassburger Klinik, in welcher besonders auch Darmverletzungen durch Bauchstiche relativ häufig zur Beobachtung kamen, mannigfach Gelegenheit, den Darm und seine Bewegungen längere Zeit zu beobachten. Dabei sieht man an dem für gewöhnlich keine oder nur leichte Bewegungen zeigenden Darm auf mechanische Reize, die durch Anfassen, geringen Zug oder Abklemmen etc. entstehen, schwache locale Constrictionen auftreten, die je nach der Intensität des Reizes mehr oder weniger schnell erfolgen und energisch ausfallen. Manchmal auch treten bei dem Hervorziehen einer langen Dünndarmschlinge mehrere Contractionen an verschiedenen Stellen ein, sodass das Darmstück in mehrere Abschnitte getheilt erscheint. Etwas Charakteristisches aber haben diese Constrictionen nicht an sich. Die Prüfuug chemischer Reize am Menschendarm habe ich unterlassen. Ich konnte annehmen, dass analog wie beim Hunde auch beim Menschendarm nur nach anhaltender Berührung mit Soda eine Reaction erfolgen würde, die nicht einmal etwas Typisches hatte. Aber ich sah am Hundedarm, besonders

wenn ich eine pathologisch veränderte Darmwand andauernd mit dem Sodakrystall berührte, zuweilen Suffusionen unter der Serosa entstehen, die bei der Prüfung am Menschendarm nicht ohne Bedenken sein konnten. Viel wichtiger erschien mir die Prüfung der elektrischen Erregbarkeit der menschlichen Darmmusculation, weil sie vor allem, wie am normalen Darm der Thiere, etwas Charakteristisches an sich haben musste, und somit ein wichtiges Zeichen für die intacte Beschaffenheit der Darmwand abgeben konnte.

Nach Hervorziehen einer Dünndarmschlinge wurde dieselbe entwickelt und mit Compressen bedeckt, die in physiologische Kochsalzlösung von 38° C. Temperatur getaucht waren. Dadurch wurden annähernd die Schädlichkeiten beseitigt, die durch die Austrocknung der Serosa und die Temperaturverhältnisse entstehen konnten. Nach Aufsuchen der Plica duodenojejunalis wurde die Richtung des Darmes bestimmt. Nun wurden die Compressen für kurze Zeit entfernt und die Elektroden angelegt. Ich bediente mich dazu zweier kleiner kugelförmiger, etwa 1 cm im Durchmesser betragender Metallansätze, die mit Leinwand überzogen waren. Die Elektroden sammt den in Gummischläuche eingehüllten Drähten wurden durch Auskochen sterilisirt.

Die Anwendung der elektrischen Reize geschah in Form der galvanischen und faradischen Ströme. Als Apparat wurde eine Tauchbatterie mit 30 Chromsäureelementen benutzt, bei welchen durch Stromzähler und angeschlossenen Verticalgalvanometer die Stärke des Stromes in Milliampères gemessen werden konnte. Mit dem Apparat war ein einfacher Schlitteninductionsapparat verbunden, dessen Stärke sich durch Verschieben des Eisenkerns reguliren liess. Der constante Strom in schwacher Weise angewendet — etwa 1 Milliampère — rief am normalen menschlichen Darm eine deutliche, kurz nach der Berührung local auftretende Contraction der Ringmusculation an der Anode und eine deutliche etwa 2 cm lange Contraction der Längsmusculation an der Kathode hervor. Bei dem Oeffnen des Stromes erfolgte an der Kathode eine ebenso starke Contraction der Ringmusculation. Bei mittelstarken Strömen — etwa 2 1/2 Milliampère — erfolgte dieselbe Reaction, nur trat sie schneller und energischer auf. Stärkere Ströme hatten keine andere Wirkung. Eine Längscontraction an der Anode beim Oeffnen des Stromes wurde nicht sicher beobachtet.

Es gab also der constante Strom am Darm eine

A.-S.-Z. der Ringmuskelschicht
und K.-S.-Z. der Längsmuskelschicht
und K.-O.-Z. der Ringmuskelschicht.

Die Richtung des Stromes, d. h. ob ich die Anode oben und die Kathode unten oder umgekehrt ansetzte, war für die Wirkung irrelevant. Die Wirkung gleicher constanter Ströme war am Menschen-
darm schneller und energischer als am Hundedarm. Die von Biedermann (l. c.) für eine Reihe von Wirbelthieren nachgewiesene Thatsache, dass das Pflüger'sche Gesetz der polaren Erregung der quergestreiften Musculatur durch den elektrischen Strom für die glatte Musculatur des Darmes nicht gilt, besteht auch für den **Menschen-
darm** zu Recht. Auch für den menschlichen Darm besteht zwischen der Längs- und Ringsmusculatur ein „durchgreifender Unterschied ihrer physiologischen Eigenschaften, obwohl anatomisch fassbare Verschiedenheiten der Elemente beider antagonistischen Muskelschichten nicht beobachtet worden sind.“

Die Wirkung des constanten Stromes übertraf an Intensität diejenige des faradischen. Schwache faradische Ströme, die auf der Haut leicht gefühlt wurden, hatten so gut wie gar keine Wirkung. Mittelstarke Ströme, die zur Erregung der Skelettmusculatur hinreichten, veranlassten eine locale Ringcontraction an der Stelle des Reizes, die das Lumen des Darmes höchstens bis zur Hälfte verengte. Diese Contraction war an der Kathode kaum eine leichte Einsenkung, wenn auch der Reiz lange Zeit anhielt. Stärkere faradische Ströme, die auf der Haut nach längerer Berührung ein deutliches Gefühl leichten Brennens hervorriefen, aber gut ausgehalten wurden, veranlassten nach $\frac{3}{4}$ bis 1 Minute langer constanter Berührung der Darmwand mit den Elektroden eine langsam sich ausbildende, das Lumen des Darmes bis zum völligen Verschluss verengende Ringcontraction am Orte der Reizung, die sich etwa 2 cm aufwärts, d. h. magenwärts ausdehnte.

Nach abwärts erfolgte keine Einziehung. Die Reizung musste so lange fortgesetzt werden, bis die Reaction in der charakteristischen Weise ausgebildet war. Die Zeitdauer der Reizung kann so 1 $\frac{1}{2}$ Minute betragen. Nach der Unterbrechung der Reizung braucht der Darm etwa $\frac{1}{2}$ Minute, um sich wieder auf das normale Lumen auszu-
dehnen. Leichte Bewegungen im Anschluss an eine solche Reaction bemerkt man öfters, aber die starke Einziehung erfolgt nicht wieder. Diese typische Wirkung trat deutlich und leicht kenntlich in dieser Schärfe nur an der Anode ein. An der Kathode war sie bedeutend schwächer und weniger deutlich. Gleichgültig war es auch hier, wie

ich die Stromrichtung wählte, ebenso in welcher Entfernung ich die Elektroden von einander aufsetzte.

Es war damit erwiesen, dass der normale Menschen-
darm ebenso wie der Thierdarm auf den faradischen Reiz
in einer typischen und leicht kenntlichen Weise reagirte,
deren Charakter darin bestand, dass besonders an der
Anode eine starke locale Ringcontraction entstand, der
sich eine **aufwärts, d. h. magenwärts** gehende, das Darmlumen
ca. 2 cm weit vollkommen verschliessende Constriction
anschloss.

Indem ich diese typische Reaction am Menschendarm fand, fand
ich zugleich **eine einfache und unschädliche Methode, am normalen
Darm jederzeit die Richtung desselben sicher erkennen zu können.**
Diese Möglichkeit ist für eine Reihe von Operationen am Darm von
Wichtigkeit, wo man die Plica duodenojejunalis nicht aufsuchen
kann oder will. Sie lässt es, was mir bei meinen Betrachtungen
besonders werthvoll erschien, zu, dass man bei der Lösung der Ein-
klemmung auch zugleich erkennen kann, welches das zuführende
Rohr ist. Dadurch wird vielleicht das klinische Bild bei der Bruch-
operation vervollständigt werden.

Bei der Behandlung der eingeklemmten Hernien bildet die Be-
urtheilung des Zustandes, in welchem sich nach der Eröffnung
des Bruchsackes die vorliegende Darmschlinge befindet, ob sie
lebensfähig ist oder nicht, eine der Hauptschwierigkeiten. Die
richtige Erkenntniss desselben ist maassgebend für das einzuschlagende
Verfahren, Reposition, Resection, Fixation der Schlinge u. s. w., ist meist
entscheidend für den Ausgang der Operation. Nun ist ja ohne
Weiteres zuzugeben, dass derjenige, der viele eingeklemmten Hernien
operirt hat, leichter damit fertig wird, „aber diese Sicherheit des Er-
folges haben auch die vorzüglichsten Chirurgen nicht ohne Opfer er-
langt.“ (Helferich¹).

Als die Einführung der Antisepsis in die Wundbehandlung uns
die Eröffnung der Bauchhöhle nahezu gefahrlos ermöglichte, war die
Hoffnung eine sehr grosse, die bisher so trübe Prognose der Darm-
einklemmung zu bessern. Dass diese Hoffnung berechtigt war, be-
weisen die Statistiken der Herniotomie unwiderleglich und „jeder
Chirurg, sagt König²), der viele Brüche seit antiseptischer Zeit
operirt, muss wissen, dass sich die Prognose ausserordentlich gebessert

1) Helferich, Ueber die Ausführung der Herniotomie bei der Gangrän
verdächtigem Darm. Verhandl. d. Chirurg.-Congr. 1890. XIX.

2) König, Lehrbuch der speciellen Chirurgie. 6. Aufl. Berlin 1894.

hat.“ Dass sie aber den anfänglich gehegten Hoffnungen nicht ganz entsprochen hat, muss dem Umstand zur Last fallen, dass die Schwierigkeiten bei der Beurtheilung des Darmzustandes nicht beseitigt werden konnten, dass die Erkenntniss der pathologisch anatomischen Vorgänge nicht gleichen Schritt mit der Ausbildung der Technik gehalten hatte.

Bisher zog man für die Beurtheilung der Lebensfähigkeit der abgeklemmten Schlinge vor Allem ihr Aussehen heran, die Farbe oder Verfärbung der Serosa, den Verlust ihres Glanzes, die Farbe der tiefer liegenden Theile — roth, braunroth, graublau bis schmutzig und missfarbig — das Auftreten weissgrauer Flecken in der Serosa u. s. w. Das Gefühl sollte constatiren, ob die Wand sich brüchig oder matschig anfühlte, aber man konnte die Anhaltspunkte, die das functionelle Verhalten der Darmmuskulatur gab, nicht mit in den Bereich der Betrachtung ziehen. Einige schüchterne Versuche, durch Klemmen und Kneifen mit Pincetten und Fingern einen mechanischen Reiz auszuüben und die Contractionsfähigkeit der Darmschlinge zu prüfen, wurden wegen der Unzweckmässigkeit und Gefährlichkeit von den Meisten verworfen.

Auch bei meinen Versuchen an den verschiedenen Thieren, Hunden, Katzen, Kaninchen, stellten sich diese Schwierigkeiten für die richtige Erkenntniss des Grades der pathologischen Veränderungen bald ein. Eine sehr unklare und dehnbare Auslegung hatte vor Allem der Begriff der irreparablen Läsion der Darmwand an sich.

Zwar konnte ich nach einer gewissen Anzahl von Experimenten annähernd abschätzen, wie weit ich die Einklemmung bei dem Thiere treiben konnte, wie lange ich sie ausdehnen durfte, um den gewünschten Effect zu erhalten, aber einen sicheren Anhalt hatte ich dabei nicht, Irrthümer waren möglich.

Sehr bald richtete ich mein Augenmerk auf das functionelle Verhalten der Schlinge, auf die Darmbewegungen. Wenn man eine Incarceration in ihrem Verlaufe von Anfang an bis zur Lösung derselben und weiter bis zum vollen Ausgleich der pathologischen Veränderungen, genau so, wie sie sich in der Bauchhöhle abspielen muss, beobachten konnte, so musste man, das war ersichtlich, auch alle Phasen der functionellen Störungen erkennen können, welche die Schlinge durchmacht. Es musste also einerseits der Zeitpunkt bestimmbar sein, an dem der Darm gelähmt, reactionslos wurde und andererseits nach der Lösung der Einklemmung wieder functions- und reactionsfähig war. Gerade dieser letztere Punkt

hatte mich bei meinen Beobachtungen am meisten veranlasst, auf das functionelle Verhalten zu achten.

Zur Klarlegung dieser Verhältnisse wurden zunächst eine Reihe von Experimenten unternommen, die ergeben sollten, wann etwa bei enger, mittlerer und weiter Einklemmung die Lähmung des Darmes eintrat. A priori war klar, dass eine Zeitbestimmung dieser Vorgänge nur eine ungefähre sein konnte, da ja bei der Incarceration eine ganze Reihe von Momenten bestimmend für die Intensität der pathologischen Vorgänge in der Darmwand sind. Ausser der Weite des Bruchringes war ja vor Allem auch die Länge der Darmschlinge und ihr Inhalt von Wichtigkeit.

Die Abklemmung wurde so vorgenommen, dass schmale, etwa 3 mm breite Gummiringe unter starker Dehnung über einen weiten Glas- oder Metallring von ca. 8—10 Centimetern Durchmesser gespannt wurden, das Darmstück durch diesen weiten Glasring geschoben, und nun der Gummiring vom Glasring herabgezogen wurde. Das Lumen des Gummirohrs bestimmte den Grad der Einklemmung. Unter einer engen Incarceration verstand ich eine Abklemmung, bei welcher die innere Lichte des Ringes bis 3 mm Durchmesser betrug, Ringe von 3—5 mm innerer Lichte riefen eine mittelstarke Abklemmung und solche über 5 mm eine leichte hervor.

Die nachstehenden kurz gefassten Versuche enthalten absichtlich nur die zum Verständniss nothwendigen Angaben über das functionelle Verhalten des Darmes vor und nach der Lösung der Einklemmung unter dem Dampfspray, während andere Beobachtungen, so interessant sie auch sein mögen, hier nicht berücksichtigt werden sollen.

1. Einem Kaninchen wird durch Medianschnitt die Bauchhöhle eröffnet und eine ca. 6 cm lange Dünndarmschlinge sehr eng abgeklemmt, sodass auch der arterielle Zufluss unterbrochen ist. Die Schlinge ist nahezu leer und stellt eine Nachahmung der Roser'schen anämischen Incarceration dar. Die Schlinge war nach der Abschnürung anämisch, verfärbte sich während der Beobachtung nur leicht bläulich und zeigte nach 20 Minuten keine Reaction auf elektrische Reize mehr. Die Einklemmung bestand $\frac{1}{2}$ Stunde. Nach der Lösung wird die Schlinge sofort hellroth und prall und giebt nach $7\frac{1}{2}$ Min. bereits wieder Reaction, wenn auch atypischer Art. Nach 20 Min. ist die Reaction der Schlinge wieder typisch, nur gehen die Contractionswellen noch nicht über die Schnürringe, die noch dunkelblau aussehen. Der Schnürring am abführenden Rohre erscheint stärker alterirt, als der am zuführenden Rohr. Nach $22\frac{1}{2}$ Min. gehen die Wellen über den Schnürring am zuführenden Rohre, über den unteren erst nach 35 Min. 40 Min. nach der Lösung der Einklemmung ist die Schlinge in allen Theilen normal.

Zwei Monate später wird dem Thiere zu anderen Zwecken die Milz exstirpirt und bei der Section am Darm nichts Abnormes entdeckt.

Einklemmungsart	sehr eng.
Einklemmungsdauer	30 Min.
Schlinge gelähmt nach	20 "
Lähmungsdauer	10 "
Erste Bewegungen nach	7 $\frac{1}{2}$ "
Typische Reactionen nach	20 "
Schlinge normal nach	40 "

2. Einem Kaninchen wird durch Medianschnitt die Bauchhöhle eröffnet, und eine Dünndarmschlinge von ca. 8 cm Länge in enger Weise incarcerirt, doch so, dass der arterielle Zufluss nicht sofort unterbrochen ist. Nach 15 Min. der Beobachtung im Dampfspray war die Schlinge tief dunkelblauroth und zeigte keine Bewegung und Reaction auf elektrischen Reiz mehr. Die Abklemmungsdauer wird noch $\frac{1}{2}$ Stunde fortgesetzt, dann die Einklemmung gelöst. 4 Min. nach der Lösung reagirte das vorher langsam und atypisch reagirende zuführende Rohr wieder normal und 6 Min. nach der Lösung zeigte die Schlinge an einzelnen Stellen deutliche, aber oberflächliche Contractionsbewegungen. Während das ab- und zuführende Rohr normal in seiner Reactionsfähigkeit blieb, liessen die oberflächlichen atypischen Contractionen der Schlinge allmählig nach. Nach einstündiger Beobachtung unter dem Dampfspray war keine typische Reaction zu erzielen. Die Schlinge wurde reponirt und die Bauchhöhle geschlossen. Temperatur des Thieres 38,2⁰ C.

Exitus nach 17 Stunden. Schlinge gangränös, allgemeine Peritonitis.

Einklemmungsart	eng.
Einklemmungsdauer	45 Min.
Lähmung der Schlinge nach	15 "
Lähmungsdauer	30 "
Erste Bewegungen nach	6 "
Typische Reaction nach	— "
Schlinge normal nach	— "

3. Einem Kaninchen wird von einem Medianschnitt aus eine Dünndarmschlinge von ca. 5 cm Länge durch engen Ring von 0,3 cm Durchmesser abgeklemmt und im Dampfstrahl beobachtet. Nach 20 Min. zeigt dieselbe noch peristaltische Bewegungen, reagirt aber atypisch. Nach 45 Min. ist keine Reaction mehr zu erhalten, Die Schlinge ist dunkelblauroth, mit zahlreichen helleren Blutungen unter die Serosa bedeckt. An der Convexität befindet sich auch eine linsengrosse Suffusion. Das Transsudat ist blutig gefärbt. Die Einklemmung bleibt 1 $\frac{1}{4}$ Stunde bestehen, der Lähmungszustand der Schlinge dauert also 30 Min. Nach der Lösung der Einklemmung zeigt die obere Hälfte der Schlinge sehr bald kräftige Eigenbewegungen und reagirt auf Reize typisch. Die Bewegungen und normale Reaction gehen nur bis zur Hälfte der Schlinge. Die untere Hälfte zeigt weder Bewegungen noch Reaction. Die blauerthe Verfärbung wird an der oberen Hälfte heller, der untere Theil zeigt an der Convexität kirschrothe Blutung unter der Serosa. Während der einstündigen Beobachtung bleibt die untere Hälfte der Schlinge bewegungs- und reac-

tionslos; die obere Hälfte reagirt normal. Die Schlinge wird reponirt und die Bauchhöhle geschlossen. 5 Stunden später wird die Bauchhöhle wieder eröffnet und die Schlinge verklebt mit den anliegenden Dünndarmschlingen gefunden. Auf der Serosa Fibringerinnsel. Die untere Hälfte ist namentlich an der Convexität tief schwarzblau mit rothem Rande und grauen Streifen versehen. Die obere Hälfte ist noch leicht injicirt. Reposition der Schlinge; Exitus, Gangrän der unteren Hälfte der Schlinge, Peritonitis.

Einklemmungsart	eng.
Einklemmungsdauer	1 $\frac{1}{4}$ Std.
Lähmung der Schlinge nach	45 Min.
Lähmungsdauer	30 "
Erste Bewegung der oberen Hälfte nach .	2 "
" " " " " " " "	—
Schlinge normal	—

4. Einem Kaninchen wird durch einen 5 cm langen Medianschnitt die Bauchhöhle eröffnet und eine 10 cm lange Dünndarmschlinge eng abgeklemmt, sodass der arterielle Zufluss erhalten bleibt. Nach der Einklemmung wird die Schlinge reponirt und die Bauchhöhle geschlossen. Nach 6 Stunden wird der Leib wieder geöffnet und die Einklemmung wieder gelöst. Beim Freilegen des Darmes fliesst reichliches Transsudat aus der Bauchhöhle ab. Die abgeschnürte Schlinge ist bedeutend grösser als die anfänglich eingeklemmte, blauschwarz verfärbt, sehr stark infiltrirt und prall gespannt. Nach der Lösung ging die Farbe der Schlinge allmählich in eine braunrothe über, es entstanden umschriebene etwa kleinzwanzigpfennigstückgrosse dunklere Stellen unter der Serosa, besonders auf der Höhe der Convexität, die etwa 1 Stunde nach der Lösung eine schwarze Farbe annahmen. Die gelöste Schlinge wurde 1 Stunde im Dampfstrahl beobachtet, und dann reponirt, das Abdomen geschlossen.

Bei der Eröffnung der Bauchhöhle war die Schlinge gelähmt. Nach der Lösung liessen sich im Dampfspray nach 2 $\frac{1}{2}$ Min. schwache locale oberflächliche Ringcontractionen hervorrufen, die namentlich nach dem oberen Schnürring zu, deutlicher waren. Die Stärke derselben liess allmählich nach und 37 $\frac{1}{2}$ Min. nach der Hebung der Einklemmung war keine Reaction mehr auslösbar und kehrte während der weiteren halbstündigen Beobachtung nicht wieder. Die Folge der Incarceration war Gangrän der Schlinge.

Einklemmungsart	eng.
Einklemmungsdauer	6 Std.
Erste Bewegung partiell	2 $\frac{1}{2}$ Min.
Typische Reaction	—
Schlinge normal	—

5. Einem Kaninchen wird eine Dünndarmschlinge nach Eröffnung der Bauchhöhle durch Medianschnitt mittelstark incarcerirt und im Dampfspray beobachtet. 30 Min. nach der Einklemmung waren die peristaltischen Bewegungen der Schlinge verschwunden und nur die den Schnürringen unmittelbar anliegenden Theile der Schlinge noch nicht ganz reaktionslos, jedoch atypisch reagierend. 35 Min. nach der Abklemmung waren alle Theile der Schlinge reactionslos. Die Incarceration wurde 1 Stunde

aufrecht erhalten, dann gelöst. Die Schlinge war schwarzblau verfärbt mit zahlreichen kleinsten Ekchymosen unter der Serosa. Das zu- und abführende Rohr reagirte normal. 5 Min. nach der Lösung der Einklemmung zeigt die Schlinge zahlreiche kleine oberflächliche peristaltische Bewegungen. 10 Min. nach der Lösung gehen typische Reizcontractionen über die Schnürfurchen weg, und 15 Min. nach der Hebung der Strangulation ist bloss noch die höchste Stelle der Convexität nicht normal. 20 Min. nach der Lösung reagiren alle Theile der Schlinge normal.

Einklemmungsart	mittelstark
Einklemmungsdauer	1 Std.
Lähmung der Schlinge nach . .	35 Min.
Lähmungsdauer	25 "
Erste Bewegungen nach	5 "
Schlinge normal "	20 "

6. Einem Kaninchen wird nach Eröffnung des Abdomens durch Medianschnitte eine Dünndarmschlinge mittelstark strangulirt und unter Dampfspray beobachtet. Die Lähmung der Schlinge tritt nach 15 Min. ein. Die Einklemmung bleibt 1 Stunde lang bestehen. Nach der Lösung scheint sich der Inhalt der Schlinge in das abführende Rohr zu entleeren. Die Schlinge zeigt nach 3 Min. peristaltische Bewegungen und an einzelnen Stellen typische, wenn auch weniger energische Reactionen. 9 Min. nach der Aufhebung der Abschnürung reagiren alle Theile in normaler Weise.

Einklemmungsart	mittelstark.
Einklemmungsdauer	1 Std.
Lähmung der Schlinge nach . .	15 Min.
Lähmungsdauer	45 "
Erste Bewegungen nach	3 "
Schlinge normal "	9 "

7. Einem Kaninchen wird eine Dünndarmschlinge mittelstark incarcerirt und im Dampfspray beobachtet. 15 Min. nach der Abklemmung ist die Schlinge reactionslos. Die Einklemmung wird 1 $\frac{1}{4}$ Stunde aufrecht erhalten, dann gelöst. Nach der Lösung nimmt das abführende Rohr sogleich einen Theil des Inhalts der Schlinge auf. 5 Min. nach der Hebung der Strangulation sind leichte peristaltische Bewegungen erkennbar und 10 Min. nach der Lösung reagiren alle Theile der Schlinge normal. Zu- und abführendes Rohr zeigen immer typische Reactionsfähigkeit.

Einklemmungsart	mittelstark.
Einklemmungsdauer	1 $\frac{1}{4}$ Std.
Lähmung der Schlinge nach . .	15 Min.
Lähmungsdauer	1 Std.
Erste Bewegungen nach	5 Min.
Schlinge normal "	10 "

8. Einem Kaninchen wird nach Eröffnung des Abdomens in der Medianlinie eine 12—13 cm lange Dünndarmschlinge mittelstark incarcerirt und im Dampfspray 1 $\frac{1}{2}$ Stunden lang beobachtet. Darnach war die Schlinge nicht ganz tief blauröth, namentlich behielt der dem Schnürring nahe gelegene Theil eine hellere Farbe bei. Nach 50 Min. war die Schlinge sehr prall

gespannt und vollkommen bewegungslos, während sie bis dahin anfangs starke, dann schwächer werdende Contractionen gezeigt hatte. Auch die Prüfung mit Sodakrystall rief keinen Effect mehr hervor. In diesem Lähmungszustand wurde die Schlinge noch 40 Min. erhalten. Nach der Lösung begannen die Contractionen der Schlinge nach etwa 2 Minuten. Langsam wurde der Inhalt der Schlinge an das abführende Rohr abgegeben, sodann das zuführende Rohr entlastet. 15 Min. nach der Lösung waren alle Theile der Schlinge in Bewegung. Die blaue Verfärbung der Darmwand hatte sich in eine hellrothe Farbe umgewandelt, die Darmwand erschien stark hyperämisch. 20 Min. nach der Hebung der Strangulation reagierten alle Theile normal, und konnte die Schlinge ohne Bedenken reponirt werden.

Die Temperatur des Thieres war von 38,6° C. auf 37,6° C. herabgestiegen; das Thier verhielt sich normal.

Einklemmungsart	mittelstark
Einklemmungsdauer	1 1/2 Std.
Lähmung der Schlinge nach . . .	50 Min.
Lähmungsdauer	40 „
Erste Bewegungen nach	2 „
Schlinge normal „	15 „

9. Einem Kaninchen wird eine leere obere Dünndarmschlinge von 6 cm Länge mittelstark incarcerirt und reponirt. Die Bauchhöhle wird geschlossen und das Thier in den Stall gesetzt. Nach 5 Stunden wird die Bauchhöhle wieder eröffnet, die Schlinge herausgelagert und im Dampfspray beobachtet; dieselbe ist dunkelbbblauroth, gebläht. In der Bauchhöhle wenig Transsudat. Das abgeschnürte obere Stück zeigt keine Bewegung mehr und keine Reaction auf elektrischen Reiz, selbst auf sehr starken nicht. Die Serosa ist mit zahlreichen punktförmigen Ekchymosen, sowie mit einigen stecknadelkopfgrossen Sugillaten bedeckt. Das eingeklemmte Stück hat die doppelte Länge des ursprünglichen. 2 Min. nach der Lösung ist der Inhalt der Schlinge theilweise von dem abführenden Rohre aufgenommen worden. Es erscheinen leichte peristaltische Bewegungen in der Schlinge, die Reactionen sind am zu- und abführenden Rohr typisch. 4 Min. nach der Lösung sind an allen Theilen der Schlinge typische, wenn auch weniger energische Reactionen zu erhalten. Etwa 6 Min. nach der Lösung ist die Schlinge in voller Peristaltik und zeigt überall normale Reactionsfähigkeit. Reposition derselben und Schluss der Bauchhöhle.

Einklemmungsart	mittelstark.
Einklemmungsdauer	5 Std.
Erste Bewegung der Schlinge nach	2 Min.
Schlinge normal nach	6 „

10. Einem Kaninchen wird eine 5—6 cm lange Dünndarmschlinge vom Medianschnitt aus mittelstark incarcerirt und die Schlinge reponirt, das Abdomen geschlossen und das Thier in den Stall gesetzt. Die Dünndarmschlinge war relativ reichlich mit Inhalt versehen. Nach 10 Stunden wird die Bauchhöhle wieder eröffnet; das Thier erscheint recht matt. In der Bauchhöhle ist wenig Transsudat. Die Schlinge ist doppelt so

gross, wie die anfangs abgeschnürte, blauschwarz verfärbt; die Schnürfurchen sind stark ausgeprägt, ohne gangränös zu erscheinen. Das zuführende Rohr ist stark gebläht. Die Schlinge zeigt nach 1 1/2 Stunden langer Beobachtung noch keine Reaction, Exitus.

Einklemmungsart	mittelstark.
Einklemmungsdauer	10 Std.
Erste Bewegungen nach	—
Schlinge normal „	—

11. Einem Kaninchen wird von einem Medianschnitt aus eine Dünndarmschlinge in mittelstarker Weise eingeklemmt und reponirt, das Abdomen geschlossen. 11 Stunden später wird die Bauchhöhle wieder eröffnet und die Schlinge dem Dampfspray ausgesetzt. Dieselbe ist mit den benachbarten Dünndarmschlingen verklebt. Sie ist blauroth, stellenweise schwarzroth verfärbt, prall gespannt, vollkommen bewegungs- und reactionslos. 10 Minuten nach der Lösung wird ein Theil des Kothes durch den fast zur Norm ausgedehnten Schnürring am zuführenden Rohr durch die Schlinge getrieben und durch den noch engen Ring am abführenden Rohr abgeführt. 30 Min. nach der Lösung zeigte die Schlinge wieder kräftige peristaltische Bewegungen, und alle Theile reagieren auf die Reize in typischer Weise.

Einklemmungsart	mittelstark.
Einklemmungsdauer	11 Std.
Erste Bewegungen nach	10 Min.
Schlinge normal „	30 „

12. Einem Kaninchen wird vom Medianschnitt aus eine etwa 8 cm lange Dünndarmschlinge mittelstark (Ringlichte 4 mm) sammt Mesenterialansatz abgeklemmt, dann die Schlinge reponirt und die Bauchhöhle geschlossen. Nach 17 1/2 Stunden wird die Bauchhöhle wieder geöffnet und die Schlinge herausgelagert. Sie war jetzt doppelt so gross als die anfänglich strangulirte. Die untere Hälfte bildete einen hufeisenartigen Bogen, und die gegenüberliegenden Darmpartien waren am Mesenterialansatz mit einander verklebt. Die untere Hälfte zeigte eine schwarzblaue Farbe, hatte leichte Fibrinauflagerungen, und ihre Serosa zeigte stellenweise graue Streifen, besonders auf der Convexität. Die obere Hälfte hatte eine etwas hellere Färbung. Die Beschaffenheit der Schlinge machte den Eindruck, als wenn die untere Hälfte weit stärker in Mitleidenschaft gezogen wäre, als die obere. Der untere Schnürring war stark ausgeprägt, der obere weniger. Alle Theile der prall gefüllten Schlinge waren reactionslos, am abführenden Rohr war die Reaction normal, am zuführenden zwar typisch aber langsamer, später einsetzend und weniger energisch. Nach der Lösung ging ein kleiner Theil des Inhaltes von der Schlinge sogleich in das abführende Rohr über, welches vorher collabirt dagelegen hatte, während das zuführende Rohr mittelstark gebläht war, ohne dass die Darmwand der Schlinge zusammen fiel. Etwa 5 Min. nach der Lösung der Einklemmung zeigten sich leichte oberflächliche peristaltische Eigenbewegungen an der oberen Hälfte der abgeklebten Partie, während die untere Hälfte bewegungslos blieb. Die Peristaltik des zuführenden Rohres

war energisch und trieb den Inhalt in die Schlinge, dasselbe zeigte 5 Min. nach der Hebung der Einklemmung normale Reaction. An dem obereren Theil rief der elektrische Reiz leichte Contractionen hervor, die wie Zuckungen aussahen, während die untere Hälfte keine Wirkung erkennen liess. Dieser Theil blieb bis zur Beendigung der Beobachtung reactionslos. In das abführende Rohr wird stossweise Inhalt geschoben, den dasselbe schnell abführt. Der Koth wird also durch die Contractionen des zuführenden Rohres durch das starrwandige Rohr hindurch, welches die gelöste Schlinge bildet, in das abführende Rohr geschoben. Auf der Serosa sieht man hellrothe Streifen und Zonen sich bilden und sich mit unbestimmter Grenze von schwarzen Partien abheben. Die Serosa erscheint feuchter, als die des übrigen Darmes. Eine leichte Injection zeigt auch das zuführende Rohr auf etwa 5—6 cm Länge aufwärts. Am abführenden Rohr erstreckt sich diese Injection etwa 1 cm weit. Eine Pulsation der Gefässe des zugehörigen Mesenterium tritt nicht ein. Die Gefässe liegen als hellrothe Stränge da, in deren Umgebung das Mesenterium blutig imbibirt ist. Dass ein Theil des Inhaltes durch die Schlinge durchgetrieben wird, wird deutlich, wenn man das zuführende Rohr oberhalb der Abklemmung temporär verschliesst. Der unterhalb des Verschlusses bis zum oberen Schnürring reichende Theil des zuführenden Rohres fällt schnell zusammen und der oberhalb des Verschlusses liegende Theil wird stärker gebläht. Der Abfluss des Inhaltes ist aber nicht so reichlich, dass er das zuführende Rohr schnell entlastet. Nach 1½-stündiger Beobachtung ändert sich die Reactionsfähigkeit des Darmstückes nicht. Gangrän der Schlinge.

Einklemmungsart	mittelstark.
Einklemmungsdauer	17½ Std.
Erste Bewegung	—
Schlinge normal	—

13. Einem Kaninchen wird vom Medianschnitt aus eine Dünndarmschlinge in leichter Weise incarcerirt und reponirt. Die Bauchhöhle wird geschlossen. 24 Stunden später wird die Bauchhöhle wieder eröffnet. Die abgeklemmte Schlinge hat sich auf das dreifache der ursprünglichen vergrössert, ist prall gefüllt und gespannt, dunkelblauroth verfärbt; das zuführende Rohr leicht gebläht und gefüllt, das abführende zusammengefallen. Die Schlinge zeigt keine Peristaltik mehr und ist reactionslos. Auch das zuführende Rohr ist gelähmt. 4 Min. nach der Lösung ist die Lähmung des zuführenden Rohres gehoben, und die Schlinge zeigt theilweise Reactionen. Nach 12 Min. sind alle Theile der Schlinge wieder normal. Der Koth wird durch die Contraction des Darmes ungehindert durch das eingeklemmt gewesene Darmstück weitergeführt. Reposition des Darmes und Schluss der Bauchhöhle.

Einklemmungsart	leicht.
Einklemmungsdauer	24 Std.
Erste Bewegungen nach	4 Min.
Schlinge normal „	12 „

Tabellarische Uebersicht.

Nr.	Einklem- mungsart	Einklem- mungs- dauer	Eintritt der Lähmung	Dauer der Lähmung	Eintritt der ersten Bewegung	Schlinge normal	Ausgang
		Stunde	Min.	Min.	Min.	Min.	
1	eng	$\frac{1}{2}$	20	10	$7\frac{1}{2}$	40	—
2	"	$\frac{3}{4}$	15	30	6	—	†
3	"	$1\frac{1}{4}$	45	30	2	—	†
4	"	6	—	—	$2\frac{1}{2}$	—	†
5	mittelstark	1	35	25	5	20	—
6	"	1	15	45	3	9	—
7	"	$1\frac{1}{4}$	15	60	5	10	—
8	"	$1\frac{1}{2}$	50	40	2	15	—
9	"	5	—	—	2	6	—
10	"	10	—	—	—	—	†
11	"	11	—	—	10	30	—
12	"	$17\frac{1}{2}$	—	—	—	—	†
13	leicht	24	—	—	4	12	—

In allen Fällen, bei denen der Eintritt der Gangrän der Schlinge nicht ausdrücklich erwähnt wurde, wurde die Schlinge wieder normal, und blieben die Thiere am Leben. Die auf diese Weise am Dünndarm angestellten Versuche controllirte ich auf ihre Richtigkeit auch mit der von Ed. Weber (l. c.) angegebenen Methode der Beobachtung der Darmperistaltik. Ich präparirte also, wie ich es oben schon beschrieben habe, die Bauchdecken bis auf die durchsichtige mit dem Peritoneum fest verwachsene Fascie zurück, legte dann seitlich eine hinreichend grosse Oeffnung an, um eine Dünndarmschlinge hervorzuziehen zu können, und strangulirte dieselbe. Dann reponirte ich sie so, dass sie unmittelbar unter die Fascie zu liegen kam und schloss die Oeffnung wieder durch Naht vollkommen. So konnte ich wie durch ein Fenster die Entwicklung der pathologischen Veränderungen beobachten. Natürlich musste durch Anwendung des Dampfstrahles auch hier die Abkühlung vermieden werden. Die Erfahrungen, die ich machen konnte, stimmten mit denen überein, die ich am freiliegenden, dem Dampfstrahl ausgesetzten Darm machte.

Diese Beobachtungen, die ich auch bei den später angeführten Versuchen nicht ausser Augen liess, zeigten mir, wie durch eine elastische Abklemmung sich die Circulationsstörungen in der Darmwand ausbildeten und schliesslich auch ihren Ausdruck fanden in der Aufhebung der functionellen Eigenschaften der in der Darmwand gelegenen Organe. Sie zeigten, wie die Stärke der Einklemmung in directem Verhältniss zur Lähmung der Darmmuskulatur stand, insofern dieselbe weit eher eintrat bei fester Abschnürung

als bei mittelstarker, und ihr Bestand bei starker Abschnürung nur kurze Zeit aufrecht erhalten werden durfte, wollte man nicht irreparable Störungen verursachen. Dabei spielte der Füllungsgrad der Schlinge eine wesentliche Rolle. In dieser Hinsicht hatten die Versuche etwas unnatürlich Gesteigertes an sich, da eine Combination einer scharfen elastischen Einklemmung mit reichlichem Inhalt der Schlinge, wie wir später sehen werden, nicht vorzukommen pflegt. Aber das war zum Theil beabsichtigt, zum Theil muss es bei allen derartigen Experimenten mit in den Kauf genommen werden. Sie vermögen den natürlichen Vorgang nur unvollkommen nachzuahmen. Nur die schwersten Formen der beim Menschen zu beobachtenden Einklemmungen bieten einen derartig rapiden Verlauf dar, lassen so schnell die Entwicklung der pathologischen Verhältnisse zu, wie die meisten der Thierexperimente. Nach einer annähernden Schätzung aus dem Vergleiche mit der klinischen Beobachtung können wir annehmen, dass die Experimente 3 bis 4 Mal so stark angelegt sind, als sie sich für gewöhnlich darbieten. Dies Verhältniss muss man vor allem auch bei der Beurtheilung der pathologischen Befunde in Rücksicht ziehen.

Der Füllungsgrad der Schlinge stellte also ein besonders schädigendes Moment für die schnellere Ausbildung der Störungen in der Darmwand dar, denn es kam dadurch zu einer erheblichen Ausdehnung der Schlinge, die einerseits die Lähmung an sich begünstigte, andererseits die Circulationsstörungen beschleunigte; denn durch eine stärkere Ausdehnung der Darmwand wird ihre Contractionsfähigkeit und somit auch Reactionsfähigkeit ganz oder fast ganz aufgehoben, zum wenigsten beträchtlich geschädigt.

Spritzte ich in ein 10 cm langes leeres Darmstück, dessen Lumen oben und unten verschlossen war, ohne dass das Mesenterium unterbunden wurde, zunächst 4 ccm warmes Wasser ein, so zeigte der Darm lebhafte Peristaltik und normale Reactionen auf elektrische Reize. Nach Injection von weiteren 4 ccm war das Darmstück schon beträchtlich gefüllt, die peristaltischen Bewegungen sogleich langsamer, träger und weniger energisch; ebenso die Wirkung des faradischen und galvanischen Stromes. Brachte ich endlich nochmals 4 ccm in das Darmlumen, so war das Darmrohr stark gebläht, die Peristaltik hörte sofort auf, die Erregbarkeit war vollkommen erloschen. Dabei war die Darmwand deutlich blasser, anämischer, die arteriellen Gefässe nur noch sehr dünn, die Pulsation am Mesenterialansatz schwach, die Venen deutlicher hervortretend. Liess man diesen Zustand Stunden lang bestehen, so konnte man ein geringes Nachlassen der Spannung be-

merken, offenbar der Effect der Resorption eines Theiles der Flüssigkeit. Aber die Aufnahme derselben durch die Darmwand geschah weit langsamer als bei nicht gedehnter Wand trotz des vermehrten Innendruckes. Es kam allmählich zu einer venösen Hyperämie mit Ekchymosen unter die Serosa. Es kamen also zu der durch die Strangulation verursachten Behinderung des venösen Rückflusses noch die Folgen der Dehnung der Darmwand hinzu und liessen die pathologischen Erscheinungen schneller und hochgradiger zu Stande kommen.

Die Ausdehnung der Schlinge war aber nicht allein verursacht durch den Inhalt, den dieselbe mit sich führte, sondern vor allem auch durch eine mehr oder weniger heftige Transsudation in das Darmlumen. Nur dann blieb sie aus oder war leicht angedeutet, wenn durch die Abklemmung sowohl der venöse Abfluss als auch der arterielle Zufluss zugleich abgesperrt war. Dann wurde die Schlinge sehr bald blass, deutlich anämisch, die Zeichnung der arteriellen Gefässe auf der Serosa weniger deutlich und nur die Venen blieben erkennbar. Kleine Ekchymosen traten in der Serosa auf, und die Schlinge erhielt eine blassbläuliche Farbe. Mikroskopisch fand man die Gefässe namentlich die der Muscularis leer, die der Submucosa und Subserosa leicht gefüllt, Hämorrhagien in den Zotten und in dem subserösen Gewebe. Nach der Lösung der Einklemmung erfolgte dann eine sehr starke Injection der Darmwand, eine arterielle Hyperämie, die nur langsam zu dem normalen Zustande zurückkehrte. Dabei war die Darmwand an den Schnürfurchen meist am weitgehendsten geschädigt, und dauerte hier die Reparation am längsten. Die functionelle Beeinträchtigung war bei dieser Art der Abklemmung, auch wenn sie nur kurze Zeit bestanden hatte, eine hochgradige und die Gefahr der Ausbildung unausgleichbarer Störungen eine besonders hohe.

War aber der arterielle Zufluss von vornherein nicht behindert, so richtete sich die Intensität der Transsudation und der Blutung in das Darmlumen, sowie der Eintritt der Lähmung nach der mehr oder weniger starken Compression der Venen. Der Kaninchendarm ist für Circulationsstörungen besonders empfindlich. Wurde hier eine fast leere Dünndarmschlinge durch einen Gummiring sammt Mesenterium so stark abgeschnürt, dass der arterielle Zufluss nicht behindert, der venöse Abfluss aber verlegt war, so kam es nach ganz kurzer Zeit zu einer Füllung der Schlinge mit Inhalt, der aus Blut, Transsudat und viel Schleim bestand. Schon 5 Minuten nach einer nicht hochgradigen Strangulation fand ich ca. 1 cem dieser Flüssigkeit im Darmlumen vor. Eröffnete man dasselbe durch ein kleines Loch, so konnte

man beobachten, wie die Füllung der Schlinge unterblieb und dieses Transsudat dauernd abfloss. Es betrug etwa pro Minute 0,2 cem. Die Schleimhaut erschien dabei hochgradig injicirt.

Es rief also eine Behinderung des venösen Abflusses sogleich eine lebhaftere Transsudation in das Darmlumen hervor, welche im Stande war, sehr bald eine beträchtliche Füllung des Darmes herbeizuführen, die eine Ausdehnung der Wand zur Folge haben musste, und diese schien weit früher einzutreten, ehe es zu einer ergiebigen Transsudation auf die Serosaoberfläche gekommen war. Diese Beobachtungen sind für die Erklärung des Inhaltes, der Füllung, sowie der Prallheit der Schlinge bei der elastischen Einklemmung, bei welcher das zuführende Rohr geschlossen ist, von besonderer Wichtigkeit, worauf ich später noch zurückkommen werde.

Sie stehen auch mit der pathologisch-anatomischen Erfahrung im Einklang, wonach bei der Brucheinklemmung meist die Schleimhaut es ist, die am ehesten und intensivsten geschädigt wird. In Folge des arteriellen Blutdruckes kommt es in den lockeren Gewebsschichten der Submucosa und Subserosa zu ausgedehnten Blutaustritten, welche die Zotten erfüllen und die Epithellagen oft weit hin von der Unterlage abheben. Ebenso findet man unter der Serosa zahlreiche Hämorrhagien, während die blutige Imbibition der Muskelschichten später zu erfolgen scheint. Erst wenn die Abflusswege, die Transsudation in das Darmlumen und auf die Serosa, durch die Füllung des Darmlumens und die Ansammlung des Bruchwassers eine Behinderung erfahren, scheint es auch zu stärkeren Blutungen in die Muskelschichten zu kommen, durch welche die Muskelbündel von einander getrennt werden und von streifenförmigen Blutansammlungen umgeben sind. Damit stimmte auch das functionelle Verhalten der Darmwand überein. Erst lange nachdem es zu einer Transsudation in den Darm und auf die Serosa gekommen war, nachdem die Schlinge oft schon eine dunkelbraunrothe Färbung angenommen hatte, zahlreiche Ekchymosen auf der Serosa zu bemerken waren, begann die Darmmuskulatur ihre normale Reactionsfähigkeit einzubüssen und die Lähmung der Schlinge einzutreten. Nach der Lösung der Einklemmung gab das functionelle Verhalten der Schlinge sehr bald einen sicheren Anhalt für den Zustand der Darmwand. Während die Farbe derselben, sowie das Aussehen der Serosa nur undeutliche Aufklärungen ermöglichte, gewährte die wiederkehrende Erregbarkeit, sowie das Auftreten peristaltischer Bewegungen einen zuverlässigen Anhalt für die Beurtheilung der Lebensfähigkeit der

Schlinge. Es erweckte den Eindruck, als sei der Zustand der Muskelemente entscheidend für das Schicksal der Darmwand. Denn das war ein weiteres wichtiges Ergebniss unserer Experimente, dass sie zeigten, dass in allen den Fällen, in denen die polare Erregbarkeit der Musculatur und die Peristaltik in bestimmter Zeit wieder auflebte und normal wurde, die Schlinge sich als lebensfähig erwies, andernfalls gangränös wurde. Es war mir also möglich, schon relativ kurze Zeit nach der Lösung der Einklemmung aus dem Verhalten der Schlinge gegenüber elektrischen Reizen einen Schluss auf die Intensität der pathologischen Veränderungen in der Darmwand zu ziehen und zu erkennen, ob die Läsion irreparabel war oder nicht.

Am Kaninchendarm konnte ich beobachten, dass die Wiederkehr der elektrischen Reizbarkeit relativ schnell erfolgte. Mit demselben deckte sich das Auftreten leichter Eigenbewegungen der Schlinge nicht; denn es kann ein Absterben derselben noch eintreten, wenn nach der Lösung an einzelnen Stellen auch leichte Contractionen sich zeigen. Hingegen konnten alle Darmstücke zur Norm zurückgebracht werden, wenn die normalen Reactionen an den verschiedenen Stellen auslösbar waren. Das Erscheinen solcher normalen Reactionen liess sich an einzelnen Stellen frühestens nach 2 Minuten, spätestens nach 10 Minuten, constatiren. Die längste Zeit, die ich brauchte, um normale Verhältnisse in allen Theilen einer Schlinge erkennen zu können, betrug 40 Minuten, im Mittel 20 Minuten. Dabei war es sonderbar, dass selbst bei weitgehenden Veränderungen in der Darmwand die Reizbarkeit relativ früh zurückkehrte und ein Zeichen für die Lebensfähigkeit der Schlinge bildete. In dem 3. Versuche war die Schlinge nach 1½ständiger starker Strangulation so geschädigt, dass sie gangränös wurde. Die Gangrän bildete sich aber bloss an der unteren Hälfte der Schlinge aus, odwohl doch beide Hälften annähernd denselben schädigenden Einflüssen ausgesetzt gewesen waren. Die elektrische Erregbarkeit der oberen Hälfte war dabei nach wenigen Minuten zurückgekehrt.

Beim Menschen hatte ich schon die am normalen Darm der Thiere gewonnene Erfahrung über die polare Erregbarkeit der Muskelschichten dazu benutzt, um auch die Reactionsfähigkeit des normalen Menschendarmes auf elektrische Reize klar zu legen; vermochte ich dabei zu zeigen, dass dieselbe sich vollkommen analog verhielt, so konnte ich hoffen, dieses analoge Verhältniss auch bei pathologischen Zuständen zu finden.

Bei den Thierexperimenten prüfte ich oft die Reactionsfähigkeit

des Darmes bei entzündlichen Processen der Darmwand und konnte feststellen, dass sie schon wenige Stunden nach der Entwicklung einer Peritonitis deutlich herabgesetzt war. Dasselbe Verhalten fand ich am Menschendarm bei einigen Fällen von acuter Peritonitis. Eine Krankengeschichte sei hier angefügt.

Ein Knabe von 15 Jahren erhielt durch das Abspringen eines drei Pfund schweren Meissels, den er schief aufgesetzt hatte, einen heftigen Stoss gegen den Unterleib, sodass er umfiel, ohne das Bewusstsein zu verlieren. Er wurde nach Hause gebracht. Ausser einer Tasse Kaffee, die er früh getrunken, hatte er gegen halb 9 Uhr Brot und Wurst zu sich genommen, von da ab nichts mehr. Im Verlauf des Nachmittags erbrach er dreimal und klagte über heftige Schmerzen im Leibe. Abends gegen 7 Uhr wurde er mittelst Droschke in die Klinik gebracht.

Der ziemlich kräftige Junge klagt über Schmerzen im Leib, die Beine werden angezogen gehalten, die Athmung ist oberflächlich, der Puls 110, auffallend klein, regelmässig, der Leib nicht aufgetrieben, die Muskeln der Bauchwand gespannt. Es besteht Druckempfindlichkeit in den unteren Partien des Leibes. Eine Verletzung in der Haut ist nicht vorhanden. Links unten ist deutlich eine Dämpfung nachweisbar. Bei der Untersuchung per rectum fühlt man nach Entleerung der Blase deutlich den Douglas'schen Raum mit Flüssigkeit gefüllt, sackartig nach unten vorgewölbt. Ein Druck ist hier sehr schmerzhaft. Es besteht Aufstossen, der Urin ist klar. Wegen des sich allmählig verschlechternden Befindens — der Puls stieg auf 120, die Temperatur 38,00 C. —, der zunehmenden Druckempfindlichkeit des Abdomens auch der oberen Partien, Zunahme der Flüssigkeit im Abdomen wird Abends gegen 10 Uhr die Laparotomie gemacht. Medianschnitt bis zur Symphyse. Nach Eröffnung des Peritoneums fliesst reichlich trübes Exsudat ab, dabei erscheint in der Wunde ein Spulwurm. Schnelles Hervorziehen der Därme, eine Dünndarmschlinge zeigt eine ausgedehnte Suffusion an der Convexität und ein etwa erbsengrosses Loch in der Darmwand, die Schleimhaut nach aussen prolabirend, der Serosariss ist grösser. Schluss der Oeffnung durch Etagnenähte. Dann wird der übrige Dünndarm abgesucht und keine weitere Verletzung gefunden. Etwa 10 Schwämme trüben, flockigen Exsudats werden entleert, die Fibrinauflagerungen auf der Serosa bleiben liegen. Nachdem noch 250 cem physiologischer Kochsalzlösung von 38° C in die Bauchhöhle gefüllt ist, wird dieselbe geschlossen und beiderseits eine Drainöffnung in den untersten Theilen angelegt.

In den nächsten Tagen findet noch eine reichliche Secretion aus der Bauchhöhle statt, zeitweises Aufstossen und Erbrechen übelriechender Massen, das nach Ausspülung des Magens aufhört. Nach 3 Tagen werden die Drains entfernt, nachdem die Secretion ganz gering geworden ist; der Leib ist nicht mehr druckempfindlich. Durch eine Magenasspülung wird noch ein Spulwurm entleert. Am 6. Tage entleert sich aus einer Stelle der Nahtlinie übelriechender Eiter. Entfernung mehrerer Hautnähte. Es handelt sich um einen Bauchdeckenabscess. 20 Tage nach der Operation ist die Wundfläche gereinigt und wird mit Silberdrahtnähten zusammengezogen. 5 Wochen nach der Verletzung wird Patient geheilt entlassen.

Die Darmwand war etwa 3—4 cm oberhalb und unterhalb der Darmverletzung blutig imbibirt. Der faradische Strom rief im Bereich der sugillirten Theile gar keine Wirkung hervor; an dem übrigen Dünndarm, dessen Serosa injicirt und mit zahlreichen Fibrinauflagerungen bedeckt war, war eine Reaction durch seichte Einsenkungen angedeutet, eine typische Contraction liess sich nicht hervorrufen. Es befand sich also der Dünndarm im Zustand fast vollkommener Lähmung.

Am meisten musste es mich natürlich interessiren, wie sich die elektrische Erregbarkeit des Darmes, welcher circulatorischen Störungen unterworfen war, d. h. bei der Incarceration, verhielt.

Einige Beobachtungen seien hier angeführt.

1. Ein Buchdrucker von 59 Jahren hatte seit 26 Jahren einen linksseitigen Leistenbruch, der durch ein Bruchband zurückgehalten werden konnte. Seit einigen Monaten kam der Bruch öfters unter dem Bruchband hervor, und Patient liess dasselbe ganz weg. Am 19. Juli früh gegen 8 Uhr bekam er heftige Leibscherzen und bemerkte, dass sein Bruch weiter herausgetreten war. Er konnte ihn nicht zurückbringen, weil er beim Drücken starke Schmerzen empfand. Ein Arzt machte einige vergebliche Repositionsversuche.

Patient ist ein mittelgrosser Mann mit gesunden Organen. Er fühlt sich sehr unwohl und hat das Gefühl des Brechreizes. Die linke Scrotalhälfte wird von einem etwa mannsfaustgrossen Tumor eingenommen, der sich mit breitem Stiel in den Leistencanal fortsetzt. Jeder Druck ist sehr schmerzhaft. Seit dem Heraustreten des Bruches ist kein Stuhlgang erfolgt, kurz hinterher sind einige Flatus abgegangen. Herniotomie 5 Uhr Nachmittags. Einklemmungsdauer 9 Stunden.

Im Bruchsack, der eine dicke Wand hat, befinden sich reichliche Mengen Bruchwasser. Die Schlinge, etwa 15 cm lang, ist prall gefüllt, cyanotisch, ohne Entzündungserscheinungen, die Serosa glänzend. Sie zeigt keinerlei Bewegung, der elektrische Reiz löst keine Reactionen aus. Der Schnürring wird vom Bruchsackhals gebildet. Nach der Lösung geht ein Theil des Inhaltes in das abführende Rohr über. Die Schlinge wird mit warmen Kochsalzcompressen bedeckt. Etwa 5 Min. nach der Lösung ruft ein mittelstarker Strom nach einer annähernd 20 Sekunden dauernden Berührung an beiden Polen eine das Lumen der Schlinge bis auf 1 cm verengende Ringcontraction hervor, die sich auf etwa 2 cm in die Länge erstreckt. Diese Contractionsfähigkeit zeigt die Darmwand an allen Theilen. Reposition des Darmes und Radicaloperation nach Kocher. 21 Tage nach der Herniotomie wird Patient geheilt entlassen.

2. Ein Knabe von 4 Jahren, der eine linksseitige Leistenhernie hat, wird wegen einer Hasenscharte operirt. 6 Tage nach der Operation klemmt sich der Leistenbruch ein. Etwa 7—8 Stunden später Herniotomie. Am distalen Ende des Bruchsackes, in dem reichlich Bruchwasser war, ist ein 15 cm langer Netzstreifen adhaerent. Die Dünndarmschlinge ist

etwa 15 cm lang, prall gefüllt, die Wand stark ödematös verdickt, dunkelblauroth, blutig imbibirt. Der Mesenterialtheil von reichlichen Blutungen durchsetzt; die Schnürringe scharf ausgeprägt. Eine Reaction auf elektrische Reize erfolgt nicht. Nach Lösung und Hervorziehen der angrenzenden Theile lässt die Spannung in der Schlinge etwas nach. Dieselbe wird einige Minuten mit warmen Kochsalzcompressen bedeckt. 5—6 Min. nach der Lösung kehrt die elektrische Erregbarkeit zurück, aber die Contractionen erfolgen langsamer und nicht so energisch, wie an dem benachbarten kothgefüllten Darne d. h. dem zuführenden Rohre. Die Infiltration der Darmwand verhinderte eine stärkere Einziehung. Nachdem man sich überzeugt hat, dass Reactionen an allen Theilen der Schlinge erfolgen, wird dieselbe reponirt und die Radicaloperation abgeschlossen. Der Heilungsverlauf war ein glatter.

3. J. Fischer, 55 Jahre, Ziegeleiarbeiter, erlitt vor 20 Jahren einen Unfall, wobei ihm eine Wagendeichsel gegen den Leib gestossen wurde. Darnach war er während 4 Monaten schwer krank. Einige Jahre später bekam er infolge einer Anstrengung einen kleinen Leistenbruch auf der rechten Seite. Derselbe war etwa wallnussgross und liess sich stets leicht wieder zurückbringen. Patient trug zeitweise ein Bruchband. Irgend welche Einklemmungserscheinungen hat Patient früher niemals gehabt. Seit einigen Monaten leidet er an Husten mit Auswurf. Am 13. October früh fühlte Patient, dass ganz allmählig sein Bruch grösser wurde und ihm Schmerzen zu machen anfang, sodass er gegen Mittag mit der Arbeit aufhören musste. Er versuchte verschiedentlich den Bruch selbst wieder zurückzubringen, aber es gelang ihm nicht. Die Schmerzen nahmen zu, Patient fühlte sich unwohl und nahm nichts mehr zu sich. Er hatte auch keinen Stuhlgang mehr, ebenso gingen keine Winde ab. Die Nacht verbrachte er schlaflos. Am 14. October früh hatte er Brechreiz und erbrach auch eine gallige Flüssigkeit. Patient hatte am Abend vor dem Heraustreten seines Bruches tüchtig aber nicht besonders viel gegessen, am Morgen um 6 Uhr Kaffee und gegen 8 Uhr ein Stück Brod und eine Gurke zu sich genommen. Eintritt in die Klinik am 14. October Nachmittags.

Er ist ein mittelgrosser Mann mit gesunden inneren Organen, fühlt sich momentan unwohl, hat Brechreiz, sonst aber ist das Allgemeinbefinden nicht gestört. Puls 92, Temperatur 36,9° C. Die rechte Scrotalhälfte wird eingenommen von einem über mannsfaustgrossen Tumor, der hart ist, und über welchem die Scrotalhaut straff gespannt ist. Der Tumor setzt sich stielartig in den Leistencanal fort. Jeder Druck ist äusserst schmerzhaft. Es handelt sich um eine rechtsseitige, äussere und incarcerirte Leistenhernie. Abends 6 Uhr Herniotomie. Nach Freilegung des Bruchsackes und Eröffnung desselben fliesst wenig blutig gefärbtes Bruchwasser ab. Dann erscheint eine sehr stark ausgedehnte, gefüllte Dünndarmschlinge, die etwa 20 cm lang ist, sowie ein etwa apfelgrosses Netzstück. Der Darm ist blauroth gefärbt, Serosa glänzend, mit kleinen Ekchymosen bedeckt. Auf den elektrischen Reiz zeigt die obere Hälfte der Schlinge ganz leichte Einsenkungen, während die Spitze keine Reaction ergiebt. Nach Durchschneidung des Schnürringes sieht man die Schnürfurchen dunkelblauroth markirt. Die Schlinge wird nach der Lösung einige Minuten mit warmen Kochsalzcompressen bedeckt

gehalten, dann die Reactionsfähigkeit wieder geprüft. Die elektrischen Reize ergeben jetzt deutliche und schnellere Reactionen, bestehend in stärkeren Anodenringcontractionen. Nach einigen Minuten reagiren alle Theile der Schlinge prompt und normal. Reposition der Schlinge, Resection des abgeklemmten Netzes, Radicaloperation nach Kocher und Wundschluss. Glatter Verlauf.

In den beiden ersten Fällen fand man die abgeklemmte Schlinge unempfindlich gegen elektrische Reize, d. h. gelähmt. Im 3. Falle war die Lähmung der oberen Hälfte keine vollständige, während die Convexität und untere Hälfte keine Erregbarkeit mehr zeigte. Kurze Zeit aber nach der Lösung, nachdem man die Schlinge einige Minuten mit warmen Kochsalzcompressen bedeckt hatte, kehrte die Reactionsfähigkeit wieder zurück, dabei waren anfangs die Reactionen weniger deutlich und oberflächlich, dann aber energischer und nahezu normal. Es ist selbstverständlich, dass die Contractionen nur soweit möglich sind, als die infiltrirte, verdickte Darmwand sie zulassen kann. Eigene peristaltische Bewegungen sah ich während der immerhin kurzen Beobachtungszeit nicht auftreten, obwohl die Füllung der Schlinge nach der Lösung nachgelassen hatte. Da ich nun leicht feststellen konnte, welches das zuführende und abführende Rohr war, so konnte ich auch die Reactionsfähigkeit des zuführenden Rohres prüfen, allerdings nur nach der Lösung. Das zuführende Rohr war in unseren Fällen nicht gelähmt. Nachdem die Erregbarkeit der Schlinge in allen Theilen wieder vorhanden war, glaubte ich die Schlinge ohne Bedenken reponiren zu können. Der Zustand der Schlinge im 1. und 3. Falle, beurtheilt nach den üblichen und bekannten Anhaltspunkten, hätte eine Reposition auch ohne die Kenntniss der elektrischen Erregbarkeit der Musculatur der Darmwand erlaubt. Im 2. Falle war die Beurtheilung wegen der infiltrirten Wand, sowie der scharfen Schnürfurchen und der blutigen Durchträngung des Mesenteriums schon schwieriger, und gab die Rückkehr der elektrischen Reizbarkeit einen weiteren klärenden Anhaltspunkt für die Lebensfähigkeit des Darmes. Die Einklemmungsdauer betrug in den 3 Fällen ca. 9, 7—8 und 36 Stunden.

Weitere Prüfungen müssen zeigen, ob das Verhältniss zwischen der Wiederkehr der elektrischen Erregbarkeit und der Lebensfähigkeit der abgeklemmten Schlinge, wie ich es unter gesteigerten Bedingungen beim Thier entstehen liess und beobachtete, auch auf den menschlichen Darm bei der Brucheinklemmung übertragbar ist. Unsere Beobachtungen machen dies sehr wahrscheinlich. Wesentliche Vortheile wird die Anwendung der elektrischen Reize bei eingeklemmten Brüchen deshalb mit sich bringen, weil man nun erkennen kann, welches das zu-

führende und abführende Rohr ist; so wird man sich auch besser wie bisher orientiren können, an welchem Theil der Schlinge die weitgehendste Schädigung eingewirkt hat, welche Schnürfurche die gefährlichste ist, und wie das zuführende Rohr sich verhält, und dadurch die klinischen Beobachtungen vervollständigen können, welche die Lehre von dem Mechanismus der Brucheinklemmung bestätigen müssen, ehe sie als richtig hingestellt werden kann.

Mechanismus der Brucheinklemmung.

Meine Experimente an eingeklemmten Dünndarmschlingen mit verschieden weiten Gummiringen, bei denen ich ausserhalb der Bauchhöhle die Ausbildung der circulatorischen Störungen und ihre Wirkung stundenlang beobachtete, liessen mich zugleich auch einen Einblick in den so schwierigen Mechanismus der Brucheinklemmung thun, dessen Erklärung dem Chirurgen so viele Mühe gemacht hat und noch heute nicht abgeschlossen ist. Sie zeigten, wie wichtig es war, dass Kocher¹⁾ den Weg des Experimentes am lebenden Thier beschrift. „Schon vor 12 Jahren“, sagte Busch²⁾ in seinem bekannten Vortrage am 1. Sitzungstage des 4. Chirurgencongresses, „als ich zuerst die jetzt so vielfach wiederholten Experimente beschrieb, musste ich darüber klagen, dass unsere Versuche sehr hinkten, weil wir die Bedingungen, welche in der Natur vorkommen, nur unvollkommen herstellen können“.

Der Hauptfehler bei der Aufstellung der verschiedenen Theorien bestand neben manch' anderen darin, dass man das Darmrohr wie ein Gummirohr beurtheilte, dass man die physikalischen Eigenschaften eines solchen ohne Weiteres auf den Darm übertrug und dadurch lediglich nach einem Einklemmungsmodus suchte, bei welchem zunächst die physikalischen Gesetze zu ihrem Rechte kommen mussten. Man bedachte zu wenig, dass das Darmrohr ein mit einer feinen Musculatur und zahlreichen Nerven versehenes Organ darstellt, welches in eigener Weise Druckdifferenzen an irgend einer Stelle auszugleichen vermag und Reizen, die auf dasselbe einwirken, eine Wirkung folgen lässt. Mit Uebersehung dieser so wichtigen Factoren kam man dann dazu, hohe hydrostatische Druckdifferenzen anzunehmen, eine Klappen- oder Faltenbildung im Innern sehen zu wollen, die Abknickung oder Winkelstellung am abführenden Rohre zu be-

1) Kocher, Die Lehre von der Brucheinklemmung. Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie. Bd. VIII. 1877.

2) Busch, Ueber den Mechanismus der Brucheinklemmung. Archiv f. klin. Chirurgie. Bd. XIX. 1876.

schuldigen oder endlich anzunehmen, dass eine Verschiebung der Schleimhaut gegen die Serosa den Verschluss bilden müsse. Von dem Moment, wo Kocher (l. c.) den Spritzenstempel als Druck im zuführenden Rohre ausschaltete und den Druck, wie es normalerweise geschieht, der Peristaltik überliess, musste er erkennen, dass ganz andere Momente für die Einklemmung maassgebend waren.

Die Einwände, welche von den verschiedenen Autoren gegen die einzelnen Theorien hinsichtlich der Stichhaltigkeit ihrer physikalischen Verhältnisse erhoben worden sind, sind in den Arbeiten von Busch (l. c.), Lossen¹⁾, Kocher (l. c.) und Reichel²⁾ zur Genüge erörtert worden, hier will ich nur kurz zeigen, was die Prüfung dieser Theorien am lebenden Kaninchendarm ergibt.

Für Experimente dieser Art eignet sich weit besser als der Hunde- und Katzendarm der Kaninchendarm, weil er eine hohe Elasticität, eine äusserst feine Wirkungsweise seiner Muskelemente und eine grosse Empfindlichkeit für Störungen seiner Circulationsverhältnisse darbietet. Ich stellte also meine Untersuchungen, nachdem ich den Hunde- und Katzendarm für weniger geeignet gefunden hatte, vornehmlich am Kaninchen an.

„Wer den Mechanismus der Brucheinklemmung begreifen will, muss mein Experiment machen“, betonte Roser³⁾ von seiner Theorie. Wer aber ihre Unrichtigkeit erkennen will, dem empfehle ich, dies am lebenden Darm zu machen. Er zog bekanntlich durch einen Holz- oder Drahttring von ca. 1 cm Durchmesser eine Dünndarmschlinge, nachdem er vorher, um den Darm turgider zu machen, die Mesenterialgefässe mit Wasser gefüllt hatte. „Treibt man nun Darminhalt in dieselbe und sucht sie sofort durch Compression von ihrer Spitze her wieder zu entleeren, so sieht man eine Spannung des Darminhaltes gegen den bewegenden Ring eintreten; der entsprechende Darmtheil wird prall angefüllt; es entleert sich aber nichts durch den Ring hindurch, sondern, je mehr man drückt, desto praller wird der vor dem Ring befindliche Darmtheil. Der Darminhalt ist also in der Schlinge abgesperrt, und der Grund der Absperrung liegt nicht in der Enge des Ringes, denn dieser ist gross genug, um noch der Fingerspitze neben dem Darm Raum zu gewähren, sondern der Grund muss in einer Ventilwirkung gesucht werden, in der Formation von Falten-

1) Lossen, Die elastische und die Kotheinklemmung. Langenbeck's Archiv. Bd. XIX. 1876.

2) Reichel, Die Lehre von der Brucheinklemmung. Stuttgart 1876.

3) Roser, Zur Lehre von den Brucheinklemmungsklappen. Centralblatt f. Chirurgie. 1874. S. 362.

klappen, die man auch zu Gesicht bekommt, wenn man die Darm-schlinge aufschneidet und mit klarem Wasser anfüllt.“ Abgesehen davon, dass, wie Busch (l. c.) schon hervorhob, durch das Experiment höchstens die Irreponibilität einer mit Inhalt gefüllten Schlinge gezeigt, aber nicht die Entstehung einer Einklemmung bewiesen würde, ist es auch leicht zu zeigen, dass eine derartige Füllung beim Thier, wenn überhaupt, nur sehr schwer möglich ist, in der Weise, dass die pralle Schlinge auch stehen bleibt, wenn der Bruchring nicht zugleich eine Raumbehinderung für den Abfluss enthält. Denn kurze Zeit nach der Aufblähung der Schlinge beginnt die Peristaltik in derselben und führt den Inhalt der Schlinge durch den Bruchring in das abführende Rohr ab. Es steht derselben ja kein Hinderniss im Bruchringe entgegen, da sie nicht, wie der Roser'sche (l. c.) Versuch es nothwendig hat, als Aussendruck auf die Spitze der kugelförmigen Schlinge wirkt, sondern da, wo sie Platz findet, durch Ringcontractionen, die beliebigen Anfang und Ende haben, die Spannung durch Weiterschieben des Inhaltes auszugleichen im Stande ist. Der Roser'sche Klappenmechanismus im Darmrohr, der als Querfaltenbildung hierbei von ihm beobachtet wurde, bildet für die Peristaltik kein Hinderniss.

Ebensowenig vermag die von Busch (l. c.) angenommene Abknickung oder Winkelstellung für die Peristaltik einen unüberwindlichen Verschluss des Darmlumens darzustellen. Die momentane Einklemmung einer ausgedehnten Schlinge unterhalb eines relativ engen Ringes gelingt sowohl durch einen Stempeldruck im zuführenden Rohr, als auch dann, wenn die Canüle im Bruchring eingebunden wird, wie es Busch versuchte, um den Druck im zuführenden Rohre auszuschalten. Aber nach der unnatürlichen Dehnung wirkt wieder die Peristaltik entlastend und abführend. Der Einwand, dass die convexe Wand so gedehnt sei, dass die Peristaltik sogleich gelähmt ist, ist desshalb hinfällig, weil mit der Aufhebung des Druckes im zuführenden Rohre auch der Druck in der Schlinge nachlässt, und die Contractionen ungehindert einsetzen können.

Das könnte eine Bestätigung der Lossen'schen Theorie sein, weil ja hier ein constant wirkender Druck im zuführenden Rohre vorausgesetzt wird. Lossen's ¹⁾ Résumé seiner Versuche lautet: „Die Einklemmung, d. h. zunächst der Verschluss des abführenden Rohres wird herbeigeführt durch die plötzlich andrängende Wachs-, Wasser- oder Luftsäule. Ist der Verschluss einmal zu Stande gekommen, so

1) Lossen, Studien und Experimente über den Mechanismus der Bruch-einklemmung. Langenbeck's Archiv. Bd. XVII. S. 307.

giebt es keinen im Darm möglichen Druck, welcher die fest aneinandergepressten Darmwände löst. Der Verschluss des zuführenden Endes durch gesteigerten Seitendruck ist nach physikalischen Gesetzen unmöglich.“

Was geschieht nun, wenn man das Lossen'sche Experiment am lebenden Thier nachahmt? Zu diesem Zwecke construirte ich Glastrichter, denen der röhrenförmige Ansatz weggenommen wurde, und deren untere oder engere Oeffnung 5, 8 oder 12 mm im Durchmesser betrug. Der Glastrichter sollte die Bauchhöhle nachahmen, an deren unterem Theil eine Oeffnung, der Bruchring, sich befand. Dabei war eine Abknickung am oberen und unteren Ende des Bruchringes möglichst vermieden. Legt man jetzt den gesammten Dünndarm sammt Mesenterium, wie derselbe gerade ist, d. h. stellenweise gefüllt und leer, in den Trichter hinein und übt auf die Gesamtmasse der Eingeweide einen plötzlichen starken Druck aus, wie es beim Menschen die Bauchpresse macht, so sieht man, wie unter starker Blähung der convexen Wand zu dem unteren Trichterloche eine Dünndarmschlinge sammt Mesenterium herausgetrieben wird. Die Stärke des Druckes bestimmt die Grösse des vorfallenden Darmtheils. Dieser Vorfall geschieht genau so, wie das Lossen'sche Experiment am Schweinedarm ihn erreichte. Das zuführende Rohr ist weit offen, füllt das Lumen des [Bruchringes aus, die Schlinge ist stark gedehnt, und vom abführenden Rohr ist ein Stückchen herabgezogen worden, die Wände liegen hier fest einander an. Es fliesst kein Inhalt ab. Nachdem dieser Zustand aber eine Weile angehalten hatte, und die Folgen der starken Gewalteinwirkung, dieses hohen mechanischen Reizes nachgelassen hatten, bemerkte man im Glastrichter Contractionen am zuführenden Rohre, Anfangs meist eine das Lumen des Darmes stark verengende etwa 4—5 cm aufwärts steigende Ringcontraction, etwa so, wie man sie nach dem Reiz mit Sodakrystall oder dem faradischen Strome zu sehen bekommt, wahrscheinlich als Effect des starken mechanischen Reizes im Bruchring. Die Contraction beginnt meist innerhalb des Bruchringes, und der Inhalt des zuführenden Rohres weicht mühelos nach oben aus. Ebenso beginnt in der Schlinge eine Contraction, die vom oberen nach dem unteren Ende läuft und den Inhalt nun leicht in das abführende Rohr entleeren kann, zumal Raumbehinderung im Bruchringe nicht vorhanden ist. Die Einklemmung liesse sich nur aufrecht erhalten, wenn der Druck im zuführenden Rohre bestehen bliebe, aber ein derartiger hydrostatischer Druck, wie Lossen annimmt, ist in der That, wie das Experiment zeigt, nicht vorhanden. Da wir es ja nicht mit festen

und unverschieblichen Kothmassen zu thun haben, sondern, wie Lossen es selbst betonte, mit mehr oder minder dünnflüssigem Brei, so hindert die Spannung im zuführenden Rohre nichts, sie auszugleichen. Eine hohe Flüssigkeitssäule, die sich in der Verlängerung der Achse des Bruches aufstellt und als hydrostatischer Druck stehen bleibt, kann in der Bauchhöhle nicht vorhanden sein.

Beobachtet man längere Zeit die Bewegungen des Dünndarms beim Kaninchen, dessen Verhältnisse hinsichtlich seiner Musculatur und relativen Länge dem Menschendarm weit näher kommt, als der Katzen- und Hundedarm, weil er ebenfalls auf ein längeres Verweilen reichlicher Mengen dünnflüssigen Speisebreis eingerichtet ist, so lernt man sehr bald sehen, dass Druckdifferenzen von irgend nennenswerther Höhe, sowie starke Kräfte nicht thätig sein können, auch nicht nöthig sind. Denn die Function der Peristaltik besteht nicht etwa darin, den Inhalt schnell abwärts zu treiben, sondern ihn hin und herzuschieben, ihn in der ausgiebigsten Weise mit der Wand in Berührung zu bringen. Wo irgendwie ein leichter Überdruck entsteht, wo eine schwache Blähung des Darmlumens zu Stande kommt, wird diese sogleich spielend durch Verschiebung des Inhaltes ausgeglichen, der wie ein Federball hin und her gleitet. Und entsteht einmal eine leichte Dehnung des Darmlumens dadurch, dass der abwärts rückende Inhalt nicht ungehindert weiter fließen kann, so wird dieselbe zunächst nicht aufrecht erhalten durch heftig nachdrängenden oder nachgetriebenen Inhalt, sondern die Druckdifferenz wird sogleich ausgeglichen dadurch, dass eine Contraction den Inhalt rückwärts schiebt, und höher gelegene Theile nachgeben. Erst wenn das Hinderniss bestehen bleibt, und das Wellenspiel durch den immer wieder ankommenden Inhalt sich oft wiederholt, so tritt allmählich in Folge der oberhalb der Stenose aufgewendeten Kraftleistung eine Ermüdung der Musculatur ein, welche eine Erweiterung des Darmlumens, eine Dehnung der Darmwand zur Folge haben muss, denn langanhaltende Kraftleistungen auszuführen, ist die Darmmusculatur nicht im Stande.

Mit dem Aufhören der Druckwirkung im zuführenden Rohre fallen aber für die Peristaltik der Schlinge alle den Abfluss hindernden Momente,] wie das gefüllte zuführende Rohr im Bruchring, der dadurch hervorgerufene Verschluss des abführenden Rohres, weg, und die Dehnung der Schlinge kann sich ausgleichen. Sobald nun aber die Schlinge wieder entlastet ist, kann der Inhalt des zuführenden Rohres einströmen, und die Schlinge sich wieder füllen. Denn das ist der Effect des plötzlichen Druckes auf die Einge-

weide und des Durchtretens der Darmschlinge, dass sie sich nun nicht gleich wieder aus dem Bruchring herausziehen kann, solange von oben Inhalt eingeführt wird. Doch lassen wir die Experimente selbst reden.

1. Eine 12 cm lange Dünndarmschlinge wird durch einen Ring geschoben, der eine Lichte von 10 mm hat. Unterhalb des Gummiringes wird an beiden Enden der Schlinge je ein kleines Stück Seidenfaden durch die Serosa gezogen, damit die anfängliche Länge der Schlinge und der Eintritt ihrer beiden Enden in den Gummiring genau gekennzeichnet ist. Nun wird die Schlinge und die angrenzenden Dünndarmschlingen dem Dampfstrahl ausgesetzt. Da der Dünndarm zu wenig Inhalt führt, um die gewöhnlich bestehende Darmbewegung herbeizuführen, wird ca. 40 cm oberhalb der Abklemmung vermittelt einer Spritze physiologische Kochsalzlösung von 38° C injiziert und zwar immer je 10 ccm auf ein Mal, sodass man genau die Peristaltik, das Abwärtsgleiten des Inhaltes verfolgen kann, und der Darm keine abnorme Spannung der Wandungen erfährt. Dieser Inhalt wird denn auch in der gewöhnlichen Weise, wegen seiner Leichtigkeit vielleicht etwas schneller als der gewöhnliche Inhalt, abwärts geschoben, passiert ohne Störung den Gummiring und gelangt in die Schlinge, in welcher er zunächst bleibt. Dadurch, dass nach und nach vom zuführenden Rohr neuer Inhalt in die Schlinge gebracht wird, füllt sich dieselbe an und bläht sich auf, derartig, dass der innere Bogen der Schlinge d. h. der dem Mesenterium anliegende, seine anfängliche Länge (etwa 12 cm) beibehält, der äussere Bogen, der durch die Convexität der Schlinge gebildet wird, an Umfang zunimmt, so dass er nach $\frac{1}{2}$ stündiger Beobachtung 16 cm Länge beträgt. Die Schlinge ist nicht etwa prall sondern weich, der Inhalt durch leichten Druck leicht verschieblich. Nach $\frac{3}{4}$ Stunde ist die Schlinge soweit gefüllt, dass der äussere Bogen 20 cm lang ist. In der Schlinge bemerkt man lebhaft Peristaltik, bestehend in Wellen, die am oberen Schnürring beginnen und die ganze Schlinge in energisch das Lumen verengender Weise durchlaufen. Diese Constriction verliert an Intensität, je näher die Welle dem unteren Schnürring kommt, wo der Inhalt der Schlinge sich stärker angesammelt hat. Das Lumen der Schlinge ist also grösser am untern Ende, als am oberen, d. h. die Darmwand der Schlinge ist am unteren Schnürring gedehnter als am oberen. Nach 1 Stunde ist der äussere Umfang 22 cm, der innere 14 cm. Weder vom zuführenden noch vom abführenden Rohre ist etwas in die Einklemmung hineingezogen worden. Nach 1 Stunde und 5 Minuten entleert sich plötzlich unter deutlichem Ruck die Schlinge. Der ganze Inhalt geht ins abführende Rohr über, welches denselben schnell abführt, nachdem es bisher zusammengefallen dagelegen hatte. Unmittelbar darauf füllt sich die Schlinge wieder von oben, ihr äusserer Umfang ist 22 cm. Nur wenige Secunden später ist der Zustand, wie er vor dem plötzlichen Ruck war, wieder hergestellt.

Während das zu- und abführende Rohr auf schwachen constanten Strom an der Anode mit schnellen und energischen Ringcontractionen reagiert, ist die Reaction der Schlinge eine langsamere und weniger energische, auch die Peristaltik der Schlinge hat begonnen langsamer zu

werden. Die Wellen sind höher oben erschöpft. $1\frac{1}{4}$ Stunde nach der Einklemmung ist der äussere Umfang 23 cm, der innere 14 cm lang. Der Inhalt der Schlinge hat sich weiterhin in vermehrter Weise am untern Ende der Schlinge angesammelt, so dass das Darmlumen stark gebläht ist, und die Darmwand stark gedehnt erscheint. Immerhin ist hier eine noch rege Peristaltik sichtbar. Nach $1\frac{1}{2}$ Stunde ist der äussere Umfang 24 cm lang, der innere 14 cm.

Nach $1\frac{3}{4}$ stündiger Beobachtung durchlaufen intensivere Wellen den oberen Theil der Schlinge, welche das Lumen stark verengen, aber sie vermögen den Inhalt nicht in das abführende Rohr zu schieben. Die Reaction auf galvanischen Reiz ist an der Schlinge deutlich schwächer; der äussere Umfang beträgt 25 cm, der innere 15 cm. Nach kräftiger Spannung im unteren Ende hat die Schlinge wieder ruckförmig einen Theil ihres Inhaltes in das abführende Rohr abgegeben, so dass die Schlinge momentan collabirt, aber sofort wieder von oben gefüllt wird. Der äussere Umfang ging auf 23 cm zurück und betrug nach wenigen Minuten wieder 25 cm und stieg nach zweistündigem Bestehen der Einklemmung auf 26 cm, der innere erreichte eine Länge von 15 cm. Das obere Ende der eingeklemmten Schlinge hatte sich gedreht, so dass die Convexität auf dem Mesenterialansatz der Schlinge lag. Weder vom zuführenden noch vom abführenden Rohr war etwas in die Einklemmung hineingezogen worden. Die Schlinge ist prall gefüllt aber nicht hart, zeigt immer noch peristaltische Bewegungen. Die elektrische Erregbarkeit hat deutlich an Schnelligkeit und Intensität abgenommen. Das untere Ende der Schlinge ist beträchtlich stärker gedehnt als das obere und reagirt schwächer als dieses. $2\frac{1}{4}$ Stunde nach der Einklemmung beträgt der äussere Umfang der Schlinge 26 cm, der innere 15 cm.

Durch einen leichten Druck kann der Inhalt aus dem zuführenden Rohr in die Schlinge geschoben werden, ebenso umgekehrt. Am unteren Ende weicht der Inhalt zurück in die Schlinge, geht nicht ins abführende Rohr über.

Jetzt wird die Einklemmung in der Lage, die sie ausserhalb der Bauchhöhle gehabt hat, reponirt und das Abdomen geschlossen.

17 Stunden später wird das Abdomen wieder geöffnet und die Schlinge wieder hervorgeholt. Der äussere Umfang beträgt 20 cm, der innere 12 cm. Die Schlinge ist gefüllt, aber nicht prall und nicht hart, fühlt sich matschig an. Sie war durch zahlreiche Adhäsionen mit dem Coecum verklebt und trug reichliche Fibrinauflagerungen. In der Bauchhöhle befand sich viel trübes Transsudat. Die Farbe der Schlinge ist dunkelgrau-schwarz. Sie ist am untern Ende stärker dilatirt als am oberen. Die Schnürfurchen sind deutlich ausgeprägt, stärker suffundirt als die übrige Schlinge, die zahlreiche Blutungen unter der Serosa hat. Das zuführende Rohr ist ebenfalls entzündet. Etwa 6–7 cm unterhalb der Abklemmung ist das Darmrohr frei von entzündlichen Erscheinungen. Es erscheint der ganze obere Theil sammt Schlinge im Begriff der Abkapselung zu sein. Auch die Peristaltik ist am abführenden Rohr lebhaft. Die Schlinge zeigt auf den faradischen Strom deutlich ganz langsam sich entwickelnde, träge Reaction, auch diejenige durch den galvanischen Strom ist langsamer und matter. Ebenso reagirt das zuführende Rohr.

Aus einer Stichöffnung, in welcher die Schleimhaut prolabirt ist, ist deutlich Darminhalt ausgetreten und hat eine Peritonitis der oberen Theile veranlasst. Die beiden Enden der Schlinge waren im Ring durch entzündliche Adhäsionen mit einander verklebt. Der Inhalt des zuführenden Rohres war auf leichten Druck nicht in die Schlinge zu schieben und umgekehrt, ebenso nicht von der Schlinge in das abführende Rohr. Durch Zug an der Schlinge konnte leicht der oberhalb der Einklemmung gelegene Theil des Dünndarmes heruntergezogen werden. Beträchtlich stärker musste der Zug sein, der die Schlinge durch den Ring zurückzog, er betrug 300 gr Gewicht.

2. Bei einem Kaninchen wird vom Medianschnitt aus der Dünndarm herausgelagert und dem Dampfstrahl ausgesetzt. Ein 10 cm langes Stück des unteren Theiles wird durch einen 12 mm weiten Glasring gezogen. Der äussere Umfang beträgt 10 cm. Die Schlinge enthält wenig Inhalt, sie wird horizontal gelagert, das zu- und abführende Rohr parallel neben einander gelegt. In dem oberen Theil des Dünndarmes wird nach Eröffnung des Darmlumens ein dünner Hartgummikatheter eingeführt und durch eine Darmklemme das Lumen verschlossen und der Katheter mitgefasst. Es mündet so der Katheter in den oberen Theil des Dünndarmes. Nun wird der Darm sich selbst überlassen. Nachdem die heftigen Contractionen, die durch die mechanische Reizung entstanden sind, sich ausgeglichen haben, wird die Schlinge durch Inhalt, der von peristaltischen Bewegungen abwärts getrieben wird, leicht gefüllt, ihre Contractionen führen denselben ohne Mühe ab. Sehr bald bekommt das zuführende Rohr im Glasring die Ueberhand und legt das abführende Rohr an die Wand des Ringes an. Inhalt fliesst zu. Dann wird das Lumen beider gleich weit im Ringe. Inhalt fliesst zu und ab. So wechseln die Raumverhältnisse, aber das zuführende Rohr hat im Durchschnitt doch ein grösseres Lumen als das abführende. Indessen füllt sich die Schlinge langsam und allmählig. Sie zeigt peristaltische Wellen, die aber nicht so energisch sind, wie die des zuführenden Rohres. Der untere Theil der Schlinge ist ein wenig stärker gefüllt als der obere Theil, und die peristaltischen Bewegungen am oberen Ende der Schlinge sind reger als die am unteren. Es besteht dabei im Glasring keine sichtbare Raumbeengung, keine sichtbare Beeinträchtigung der Circulation, die Arterien des Mesenteriums der Schlinge pulsiren deutlich, die Venen sind nicht mehr gefüllt als am freien Darm. Nach $1\frac{1}{4}$ Stunde ist der äussere Umfang der Schlinge auf 12 cm gestiegen. Die Füllung der Schlinge geht langsam weiter. Manchmal zeigt die Schlinge stärkere Contractionen, dann wieder schwächere. Eine Raumbehinderung am zuführenden Rohr ist nicht vorhanden, dasselbe ist in viele Querfalten gelegt.

Nach $\frac{1}{2}$ Stunde beträgt der Umfang der Schlinge 13 cm. Im Bruchring besteht keine Raumbeengung, man kann ohne fast die Darmwände zu berühren, einen dünnen Nélaton Nr. 12 durchführen.

Nach $\frac{3}{4}$ Stunde werden am oberen Dünndarmende 10 ccm Wasser in den Dünndarm gebracht, den die Peristaltik abwärts treibt. Dasselbe gelangt in die Schlinge, deren Peristaltik ungehindert functionirt. Das abführende Rohr ist nicht verlegt, seine Achse befindet sich in der Verlängerung des unteren Theiles der Schlinge. Der äussere Umfang be-

trägt nach $\frac{3}{4}$ Stunde 14 cm, nach 1 Stunde $14\frac{1}{2}$ cm. 30 Minuten nach der ersten Injection von Wasser werden abermals 10 ccm nachgegeben und abwärts geführt.

Die Schlinge ist jetzt soweit gefüllt, dass sie leicht prall erscheint, aber ganz weich ist. Die Peristaltik am zuführenden Rohr ist auch jetzt noch stärker als die in der Schlinge. Nach $1\frac{1}{4}$ Stunde beträgt der äussere Umfang der Schlinge $15\frac{1}{2}$ cm, sie ist prall gefüllt. Die peristaltischen Bewegungen der Schlinge erscheinen heftiger, gewaltsamer, mühsamer, dabei ist die Peristaltik am oberen Theil derselben heftiger als am unteren, und der untere Theil erscheint gefüllter. Die elektrische Erregbarkeit des unteren Theiles der Schlinge ist schwächer, als die des zu- und abführenden Rohres, und auch des oberen Theiles der Schlinge. Insbesondere ist eine Differenz in der Erregbarkeit des zuführenden Rohres und des übrigen freien Darmes nicht vorhanden. Nach $1\frac{1}{2}$ Stunde ist der äussere Umfang der Schlinge auf 16 cm gestiegen. Dieselbe ist deutlich gebläht, die Bewegungen bestehen in leichten Ausdehnungen der Wand und oberflächlichen Contractionen. Die Circumferenz des Darmes beträgt $4\frac{1}{4}$ cm gegen $3\frac{1}{2}$ cm am zuführenden Rohre, die Länge des äusseren Bogens der Schlinge nach $1\frac{3}{4}$ Stunden 17 cm. Dieselbe ist deutlich blasser als die freien Darmtheile. Alle $\frac{1}{2}$ Stunde waren 10 ccm Wasser in den oberen Theil des Dünndarms nachgefüllt worden. Nach zweistündiger Beobachtung war der äussere Umfang der Schlinge von 10 cm auf $17\frac{1}{2}$ cm gestiegen, die Schlinge stärker gefüllt als das zuführende Rohr, eine Raumbeengung im Bruchinhalt war nicht vorhanden. Die Peristaltik der Schlinge deutlich, aber weniger energisch als am zuführenden Rohr, die elektrische Erregbarkeit der unteren Theile der Schlinge abgeschwächt. Die Farbe derselben heller, blässer, nur die Venen scheinen stärker gefüllt, die Pulsation der Arterien am Mesenterialansatz nicht so deutlich. Jetzt wird die weitere Zufuhr von Inhalt sistirt, und die Schlinge sich selbst überlassen. Nach $\frac{1}{2}$ Stunde ist das Bild ein ganz anderes. Die Schlinge zeigt lebhaft Peristaltik, die straffe Füllung ist gewichen, die helle Farbe ebenfalls; es zeigen sich leichte Querfaltenbildung, der äussere Umfang der Schlinge 13 cm gross; die Gefässe pulsiren lebhaft. Eine Stauung des Inhaltes ist nicht vorhanden.

3. Bei einem Kaninchen wird vom Medianschnitt aus eine lange Dünndarmschlinge herausgelagert und dem Dampfstrahl ausgesetzt. Nachdem die starken Einschnürungen vorüber sind, die infolge der mechanischen Reizung zu Stande gekommen sind, und der Darm seinen normalen Füllungsgrad und Peristaltik wiedererlangt hat, wird ein 10 cm langes Darmstück durch einen 1 cm breiten Glasring gezogen, der eine Lichte von 12 mm hat. Die Schlinge ist in dem Ringe leicht hin- und herziehbar, und die Einklemmung leicht lösbar. Die Enden der Schlinge werden je durch ein Seidenfädchen markirt, das durch die Serosa gezogen wird. Dann überlässt man die Schlinge und den übrigen Darm sich selbst. Durch den Glasring lässt sich im Dampfstrahl fortwährend beobachten, wie sich das zu- und abführende Ende verhält. Der äussere Umfang der Schlinge betrug 11 cm. Die Inhalt führende Schlinge füllt sich sehr bald reichlicher an und zeigt normale Peristaltik. Das zu- und abführende Rohr werden so gelagert, dass sie nebeneinander liegen, also keinerlei Ab-

knickung erfahren, und dass das abführende Rohr noch leicht nach abwärts gerichtet ist. Nachdem etwa $\frac{1}{4}$ Stunde lang die peristaltischen Bewegungen normal waren, sodass der Inhalt der Schlinge abfliessen konnte, bald das zuführende, bald das abführende Rohr im Glasring das grösste Volumen hatte, werden die Contractionen der Schlinge allmählig stärker. 30 cm oberhalb der Abklemmung wird eine bei 32° C ungefähr erstarrende Gelatinelösung, die roth gefärbt war, in Portionen von 5 cm in den Darm gespritzt. Durch die Peristaltik wird dieselbe leicht abwärts geführt und gelangt in die Schlinge, deren äusserer Umfang nach $\frac{1}{4}$ Stunde 13 cm beträgt. Das Lumen der Schlinge ist gefüllt. Die Contractionen der Schlinge, welche anfangs leicht und schnell waren, werden intensiver, verlaufen aber oft resultatlos, indem sie den Inhalt nicht durch den Glasring bringen, da das zuführende Rohr ausgedehnt ist. Ist dies gerade nicht der Fall und kommt eine Contraction der Schlinge zum Glasring, so wird ein Theil des Inhaltes abgeführt. Nach $\frac{1}{2}$ Stunde ist der äussere Umfang der Schlinge 16 cm lang. Die Schlinge stärker gefüllt. Nun erfolgt die Abgabe des Inhaltes in grösseren Zwischenräumen. Die Schlinge holt zu starken Contractionen aus, und plötzlich entleert sich der ganze Inhalt der Schlinge, nachdem sich die Darmwand stark ausgedehnt hatte, mit einem Ruck, sodass das zuführende Rohr im Glasring zusammengedrückt wird. Der Umfang verkleinert sich momentan, um durch den einströmenden Inhalt sogleich wieder gefüllt und auf das alte Volumen ausgedehnt zu werden. Die Peristaltik lässt in der Schlinge hinsichtlich der Häufigkeit der Contractionen nach, das Lumen des abführenden Rohres ist im Glasring länger durch das Inhalt führende obere Rohr zusammengedrückt. Nach $\frac{1}{2}$ stündigem Bestehen der Einklemmung sind die Reactionen der Schlinge auf elektrische Reize deutlich abgeschwächt. Namentlich das untere Ende der Schlinge, welches stärker ausgedehnt ist, als das obere, zeigt langsame, träge und oberflächlich verlaufende Reactionen. Der obere Theil der Schlinge setzt die Contractionen typisch an, kann sie aber nur schwach d. h. das Darmlumen nur wenig verengend durchführen. Ebenso reagirt das zuführende Rohr in Folge der Ausdehnung langsamer. Das obere Ende der Schlinge zeigt noch nach $\frac{3}{4}$ stündiger Abklemmung leichte peristaltische Bewegungen; unmittelbar oberhalb des Glasringes bewegt sich das zuführende Rohr in Folge der Ausdehnung nicht mehr, aber etwa 5 cm oberhalb der Abklemmung sieht man energische Peristaltik. Die Verschiebung der Inhaltsverhältnisse kann durch leichten Druck geändert werden, kehrt aber sofort in die alte Lage zurück. Nach 1 Stunde ist in der Schlinge keine Bewegung mehr vorhanden, das abführende Rohr im Glasring durch das zuführende Rohr fest zusammengedrückt, die Schlinge gedehnt, prall gefüllt, das zuführende Rohr offen, communicirend durch den Glasring mit der Schlinge, ebenfalls bewegungslos und gedehnt. Die Ausdehnung erstreckt sich darmaufwärts etwa 6—7 cm. Oberhalb derselben zeigt derselbe lebhaftige Peristaltik. Die Stase des Inhaltes ist vollendet. Jetzt wird das ganze herausgelagerte Darmstück schnell mit dem Mesenterialansatz reseziert und in kalte Formalinlösung gelegt, wobei die Gelatine erstarrt, und dadurch die Volumenverhältnisse fixirt werden.

Ich liess also eine Dünndarmschlinge durch einen relativ weiten Bruchring treten, der einen Verschluss der Darmlumina, wie bei der elastischen Einklemmung, nicht herbeiführte, und doch kam die Stauung des Darminhaltes bis zur völligen Stase und die Lähmung der Schlinge zu Stande, wenn ich nur dafür sorgte, dass im Dünndarm oberhalb der Einklemmung Inhalt vorhanden war, welchen die Peristaltik abwärts führen konnte. Wir sahen, dass zum Zustandekommen einer Kothstauung in einer vorgefallenen Schlinge vor allem ein so hinreichend gefüllter Dünndarm gehörte, dass die Schlinge im Bruchsack lahm gelegt werden konnte. Auf diese Bedingung für die Kothstauung hat auch Kocher (l. c.) deutlich hingewiesen und es durch einige Experimente am Kaninchen in schöner Weise zeigen können. Thiere, bei denen er eine Dünndarmschlinge durch einen relativ weiten Bruchring zog, gingen an der Einklemmung, die sie lange symptomlos ertragen hatten, erst dann zu Grunde, nachdem sie mehrere Tage lang reichliche Kleefütterung erhalten hatten. Wir sahen, wie eine beginnende Kothstauung dadurch rückgängig wurde, dass die Zufuhr aufhörte, sodass eine Kothstase nicht zu Stande kam. Wir sahen weiter, wie durch die Behinderung am abführenden Robre, welche nur eine leichte Beeinträchtigung der freien Passage bildete, das Lumen der Schlinge allmählich gedehnt wird, wie die Kraft der Peristaltik nachlässt und wie mit der Dehnung der Darmwand auch die Circulationsverhältnisse derselben mangelhafter werden. Dann schien ein Zustand zu kommen, wo die Darmmuskulatur, vielleicht sich den veränderten Circulationsbedingungen anpassend, noch einmal zu kräftigen Contractionen ausholte, die Spannung in der Schlinge auch aufheben konnte, aber es waren die letzten gewaltsamen Anstrengungen dieses Organs vor der völligen Erschöpfung. Das konnte ich ja auch durch das Nachlassen der elektrischen Erregbarkeit direct nachweisen. Es ist also die am abführenden Ende allmählich eintretende Lähmung der Schlinge, welche eine Kothstauung bis zur völligen Stase herbeiführt, und Kocher hatte vollkommen Recht, wenn er behauptete, „die Kothstauung beginnt also da, wo die Peristaltik gelähmt zu werden anfängt“. Ohne Weiteres wird verständlich, warum ich bei dem 3. oben mitgetheilten Fall von 36stündiger Einklemmungsdauer die untere Hälfte der Schlinge vollkommen gelähmt fand, während die obere Hälfte noch reactionsfähig war.

Wie nun weiterhin die secundären pathologischen Veränderungen vor sich gehen und sich ausbilden müssen, das braucht hier nicht erörtert zu werden, ist zum grössten Theil von Kocher

beschrieben worden und kann auch direct bei meinen Experimenten beobachtet werden.

Einige Schwierigkeiten hat die Vorstellung gemacht, wie aus der Kothstauung eine Kotheinklemmung, d. h. Irreponibilität des Schlingeninhaltes werden kann. Um dies zu sehen, braucht man das Experiment nur weiter fortzusetzen. Man beobachtet dann, wie nach der Lähmung des unteren Theiles auch der obere Theil der Schlinge nachträglich ausgedehnt wird und ebenso das zuführende Rohr nach Erlahmung der Peristaltik oberhalb des Bruchringes, während das im Bruchcanal liegende Stück des Darmrohres sich über das Lumen des Bruchringes nicht ausdehnen kann. Auch vollführt der obere Theil der Schlinge, um Raum zur Ausdehnung zu gewinnen, eine Drehung um seine Axe in eine Ebene, die etwa senkrecht zur Ebene liegt, welche die Schlinge einnimmt. Es entsteht dadurch eine mehr oder weniger scharfe Einknickung oder Einschnürung im Bruchring, wodurch das Lumen des Darmrohres allmählich ganz verschlossen und bei einem unzweckmässigen Repositionsversuch eher noch fester abgeschlossen als geöffnet wird. Dieser Modus der Kothstauung und Einklemmung lässt sich unter Berücksichtigung der Differenzen auch auf den Menschendarm übertragen. Nur muss man dabei in Rücksicht ziehen, dass eine so hohe Motilität des Darmes beim Menschen nicht besteht, dass ein so schneller und leichter Ausgleich aller Druckdifferenzen nicht möglich ist, wie es ja auch schon aus der verschiedenen schnellen Reactionsfähigkeit des menschlichen Darmes auf elektrische Reize entnommen werden muss. Hier geschieht alles viel langsamer, die Dehnung der vorgefallenen Schlinge bis zur Lähmung, das Einsetzen der Peristaltik, sowie die Ausgiebigkeit und Intensität ihrer Wirkung. Auch die Stärke der Hindernisse muss proportional höher angesetzt werden. Deshalb wird es z. B. wohl auch nicht zu einer ruckweisen Entleerung der Schlinge nach vorheriger Dehnung kommen können. Hier wird das Wellenspiel entsprechend träger ausfallen und auch eine entsprechend geringere Wirkung für die Entleerung der Schlinge zur Folge haben.

Die Vorgänge bei der elastischen Einklemmung sind, wie es auch die klinische Erfahrung bestätigt, im Beginn derselben völlig andere. „Wenn hier unter Einfluss einer plötzlichen Raumbewegung im Abdomen ein Stück Darm mit Gewalt durch eine elastische nachgebende Oeffnung hindurch gepresst wird, so kann der Darm nicht gefüllt sein, oder sein Inhalt wird beim Durchtritt durch die Bruchpforte noch zurückgestreift.“ Das ist einer der wichtigsten Unter-

schiede, die Kocher (l. c.) hervorgehoben hat, für beide Einklemmungsarten. Die Erwägung, dass der vorgetriebene Darm leer ist oder nur minimale Mengen Koth enthalten kann, haben wohl die meisten Autoren als die natürliche anerkannt, aber sie war nicht recht in Einklang mit der klinischen Erfahrung zu bringen, nach welcher schon kurze Zeit nach der Einklemmung die Schlinge gefüllt zu sein schien oder gefunden wurde.

Wie ich schon oben ausgeführt habe, erfolgt die Transsudation, die Blutung sowie die Secretion reichlicher Mengen Schleimes bei Circulationsbehinderungen am Kaninchendarm in das Darmlumen in überraschend schneller Weise in einer solchen Menge, dass das Lumen ganz angefüllt ist und von einem Pfropf obturirt wird, welcher nach der Lösung eine Behinderung der Passage so lange bildet, bis derselbe durch die Peristaltik zertheilt, von der Darmwand losgelöst und fortgeführt wird.

Einige Versuche zeigten dies deutlich:

1. Bei einem Kaninchen wird eine $12\frac{1}{2}$ cm lange Dünndarmschlinge durch einen $\frac{1}{2}$ cm breiten Gummiring von 5 mm Lichte durchgezogen. Die Schlinge ist anfangs leer, füllt sich aber bald und vergrößert ihren Umfang. Am zuführenden Rohr ist eine lebhafte Peristaltik wahrnehmbar. Nach 5 Minuten hat die Schlinge schon einen Umfang von $16\frac{1}{2}$ cm, die Gefäße des Mesenterialansatzes pulsiren deutlich, aber sie pulsiren schwächer als die des freien Mesenteriums. 10 Minuten nach der Abklemmung ist das zuführende Rohr deutlich leicht gebläht, reagirt aber wie das abführende Rohr auf elektrische Reize normal, die Schlinge dagegen deutlich langsamer und weniger energisch. Der Umfang derselben ist auf 18 cm gestiegen, die Peristaltik besteht bloss in leichten Contractionen, die eine Verschiebung des Inhaltes nicht mehr zu Stande bringen. Die Peristaltik ist im zuführenden und abführenden Rohre recht lebhaft. 15 Minuten nach der Einklemmung reagirt die Schlinge bloss noch mit ganz leichten Einziehungen auf elektrischen Reiz, der Umfang ist 18 cm. Die Gefäße des Mesenteriums pulsiren nicht mehr, neben ihnen finden Blutaustritte statt, die Venen sind stärker gefüllt. Weder vom zuführenden noch vom abführenden Rohr wurde ein Theil des Darmes in die Einklemmung hineingezogen. Nach $1\frac{1}{2}$ Stunden haben sich deutlich die Folgezustände der venösen Stase entwickelt. Die blutige Imbibition des Mesenteriums ist etwa 2 mm breit beiderseits von den Gefäßen, sowie am Mesenterialansatz, die Farbe der Schlinge ist leicht bläulich, ihr Lumen gefüllt, leicht prall, die Darmwand gedehnt. Der Umfang der Schlinge ist von $12\frac{1}{2}$ auf $18\frac{1}{2}$ cm gestiegen. Die Peristaltik in ihr ist erloschen, die elektrischen Reize vermögen nur hie und da leichte Zuckungen auszulösen; das zu- und abführende Rohr reagiren normal, zeigen Peristaltik. Das zuführende Rohr ist gebläht, aber nicht gelähmt. Jetzt wird der Gummiring durchgeschnitten, in dessen Lichte eine wesentliche Raumbegrenzung nicht stattgefunden hatte. Sogleich nach der Lösung

beginnen leichte peristaltische Wellenbewegungen am oberen und unteren Ende der Schlinge aufzutreten. 5 Minuten später beginnen die Gefässe in den oberen Theilen des Mesenteriums der Schlinge wieder Pulsation zu zeigen, die Farbe der Schlinge hellt sich ersichtlich auf und die peristaltischen Bewegungen werden stärker, aber es geht aus dem zuführenden Rohr noch kein Inhalt in die Schlinge. Die elektrische Erregbarkeit der Schlinge ist normal, die Schnürfurchen haben sich bis auf die normale Lichtweite erweitert. Jetzt wird die Schlinge schnell resecirt, aufgeschnitten und der Inhalt aufgefangen. Er bildet einen der Länge der Schlinge entsprechenden Pfropf, bestehend aus Blut, Schleim und Koth. Er haftet der Wand ziemlich fest an, zerfällt ausgeschält nicht und wiegt ca. 4 g. Ausgelaugt zeigt er, dass er aus ganz wenig Koth besteht, und das Uebrige Blut mit Schleim ist.

2. Bei einem Kaninchen wird eine 7 cm lange Dünndarmschlinge durch einen Gummiring von 5 mm Lichte hindurchgezogen. Die Schlinge ist leer und gefaltet, sie reagirt normal, ebenso das zuführende und abführende Rohr. Die Schlinge sitzt so fest in dem Bruchring, dass nur ein straffer Zug die Einklemmung lösen kann. Nach dem Nachlassen der Reizwirkung zeigt sich in dem abgeklemmten Darmstück rege Peristaltik und beginnende Auffüllung der Schlinge. Nach 5 Minuten wird die Einklemmung durchgeschnitten, das Lumen derselben wird sogleich auf 2 mm erweitert, die Gefässe des Mesenteriums pulsiren, die Schlinge zeigt Peristaltik, aber es geht kein Inhalt vom zuführenden Rohr in die Schlinge, und keiner aus derselben in das abführende Rohr. Dann wird der Ring ganz weggenommen, aber es geht immer noch kein Inhalt in die Schlinge, obwohl das zuführende Rohr genügend enthält und Peristaltik zeigt. Die Schlinge wird längs der Convexität aufgeschnitten, sie ist angefüllt mit einem das ganze Darmlumen ausfüllenden Pfropf, der theilweise noch an der Schleimhaut festhaftet. Er besteht aus geringen Mengen Koth, grösstentheils aus Schleim und Blut.

Dass vom zuführenden Rohre aus ein Eintritt von Darminhalt bei der Einklemmung niemals erfolgt, bei welcher die Raumbehinderung im Bruchring so weit ging, dass beide Rohre eben verschlossen waren, konnte sehr einfach nachgewiesen werden.

Wenn ich eine Dünndarmschlinge von etwa 12—15 cm Länge durch einen Gummiring zog, der eine Lichte von 6 oder 7 mm hatte, so lagen die beiden Darmlumina sammt dem Mesenterium so wenig gedrückt neben einander im Bruchring, dass sie leicht hin und her geschoben werden konnten. Das Lumen in beiden Darmschenkeln war durch ein Zusammenlegen der Wände eben aufgehoben, aber die einklemmende Gewalt war so gering, dass sie gerade ausreichte, das Auseinanderfallen der Darmwände zu verhüten. Liess ich jetzt durch die Peristaltik blaugefärbte Flüssigkeit abwärts treiben, so trat auch nicht ein Tropfen in die Schlinge, die sich selbständig in der angegebenen Weise füllte. Es trat auch keine festere Einklemmung im Bruchring ein, sondern der Verschluss kam einfach dadurch zu Stande, dass

das Lumen sich nicht erweitern konnte. und die Kraft fehlte, das abführende Rohr sammt Mesenterialansatz vielleicht gewaltsam im Bruchring zusammenzupressen. Nahm ich einen etwas engeren Ring, der eine Lichte von 5 mm im Durchmesser hatte und der auf die Darmwand eine leichte Compression ausübte, füllte das zuführende Rohr und schnitt nun den Ring sogleich wieder durch, so erweiterte er sich um 2 mm. Die pulsirenden Gefässe des Mesenteriums erschienen in dem freien Raum, aber es ging kein Inhalt vom zuführenden Rohr ab. Es fehlte also auch die nöthige Kraft, diesen schmalen Gummiring um ein wenig auseinander zu drücken, nachdem die Compression der Gefässe und des Mesenteriums ausgeglichen war. Nahm ich aber einen Ring von 8—9 mm Lichte, der also das Darmlumen nicht voll-vollständig verschloss, so trieb die Peristaltik Inhalt in die Schlinge, wonach dann eine Kotheinklemmung in der geschilderten Weise zu Stande kam. Die Durchschnitte durch die Bruchringe sammt der Schlinge, sowie oberhalb und unterhalb des Ringes liessen nirgends eine Faltenbildung oder Verschiebung erkennen. Es sind also die Druckverhältnisse im Bruchring minimale, und ich kann aus den Erfahrungen meiner Experimente Kocher (l. c.) nur Recht geben, wenn er seine Studien über die Brucheinklemmung mit der Ueberzeugung schloss: „Selbst bei Strangulation ist die anfängliche Umschnürung, welche das Lumen des Darmes an der Einklemmungsstelle verlegt, eine geringgradige; ebenso ist bei Incarceration und Obturation die Spannung im Darm, welche die Einklemmung vollendet, durchaus keine hochgradige. Es erwahrt sich vielmehr auch hier das Naturgesetz grösster Wirkung durch kleinste Kräfte.“

Die Durchgängigkeit der Darmwand für die Mikroorganismen.

Die Eigenschaft der äusseren Haut, ein Schutz gegen das Eindringen pathogener Mikroorganismen zu sein, wurde früher allgemein auch der Schleimhaut des Verdauungscanals zugesprochen; auch sie sollte, so lange die Epitheldecke unverletzt war, eine Invasion von Keimen hintanhaltend können.

Eine Reihe von Untersuchungen und Entdeckungen, die besonders das letzte Jahrzehnt gezeitigt hat, scheinen diese Annahme in Frage gestellt zu haben. War es zunächst Ribbert¹⁾ und gleichzeitig und unabhängig von ihm Bizzozero²⁾ gelungen, in den Follikeln des

1) Ribbert, Ueber das Vorkommen von Spaltpilzen in der normalen Darmwand des Kaninchens. Deutsche med. Wochenschrift. 1885. Nr. 40. S. 843.

2) Bizzozero, Ueber das constante Vorkommen von Bakterien in den Lymphfollikeln des Kaninchendarms. Centralbl. f. d. medic. Wissenschaft. 1885. Nr. 45. S. 801.

Processus vermiformis und Sacculus rotundus an der Einmündung des Blinddarmes bei normalen Kaninchen unter dem intacten Epithel jederzeit zahlreiche Spaltpilze verschiedener Form und Art mikroskopisch nachzuweisen, so konnte eine Anzahl Beobachter, wie Malvoz¹⁾, von Klecki²⁾, Sordoillet³⁾, auf Grund ihrer experimentellen Untersuchungen über das *Bacterium coli commune* die Ueberzeugung gewinnen, dass die Darmwand, auch ohne dass eine erkennbare Läsion des Epithels vorhanden war, durchlässig für Keime sei und eine Infection vom Darmcanal aus ermögliche. Ja, Sordoillet hielt schon eine einfache Ernährungsstörung für ausreichend.

Als nun vollends Nocard⁴⁾, Porcher und Desoubry⁵⁾ fanden, dass schon 3—4 Stunden nach der Mahlzeit besonders bei fettreicher Nahrung der Chylus und das Pfortaderblut bei Hunden stets zahlreiche entwicklungsfähige Keime enthielte, war man geneigt, die bisher allgemein gültige Annahme von der Undurchlässigkeit der Schleimhaut ganz aufzugeben und eine Invasion der Keime vom Darmcanal aus, eine Darmsepsis zur Erklärung einer Reihe von Infectionen besonders der sogenannten kryptogenetischen Septicaemie heranzuziehen.

Gestützt wurde diese Anschauung durch die Befunde von Würtz und Hudelo⁶⁾, welche durch hohe Alkoholdosen eine Congestion des intestinalen Gefässsystems hervorriefen und in 50 Proc. der Fälle Darmbakterien 1—2 Stunden nach der Tödtung des Thieres in der Peritonealhöhle nachwiesen, sowie durch die Entdeckung von Béco⁷⁾, dass bei langsamer Vergiftung der Thiere durch Arsen, Cantharidin etc. das *Bacterium coli commune* in die Darmwand einzudringen vermag.

Bestätigend konnten auch die Erfahrungen über die agonale

1) Malvoz, Le bacterium coli commune comme agent habituel des péritonites d'origine intestinale. Arch. de méd. expér. 1891. p. 593.

2) v. Klecki, Recherche sur la pathogénie de la péritonite d'origine intestinale. Annales de l'Institut Pasteur. 1895. T. IX. p. 710.

3) Sordoillet, Péritonite sans perforation et bacterium coli commun. Paris 1893.

4) Nocard, Influence des repas sur la pénétration des microbes dans le sang. Semaine médic. 1895. No. 8. p. 63.

5) Porcher u. Desoubry, De la présence de microbes dans le chyle normal chez le chien. Compt. rend. de la Soc. de Biolog. 1895. p. 101.

6) Würtz u. Hudelo, De l'issue des bactéries intestinales dans le péritoine et dans le sang pendant l'intoxication alcoolique aiguë. Compt. rend. de la Soc. de Biol. p. 51. 1895.

7) Béco, Étude sur la pénétration des microbes intestinaux dans la circulation générale pendant la vie. Annales de l'Inst. Pasteur. 3. p. 155. 1895.

und postmortale Einwanderung des *Bact. coli commune* in die Organe wirken, wie sie von Achard und Phulpin¹⁾, Hauser²⁾, Chvostek und Egger³⁾ gemacht wurden. Birch-Hirschfeld⁴⁾ unterzog jüngst diese Verhältnisse einer sorgfältigen Nachprüfung und fasste die Ergebnisse, die nach dieser Richtung hin gewonnen wurden, mit sehr verständiger Reserve in einer Schlussübersicht in dem Satze zusammen: „Ein Eindringen des *Bact. coli commune* in innere Organe während des Lebens ist bei intactem Darm unwahrscheinlich; doch ermöglichen anscheinend schon pathologische Veränderungen geringen Grades, vor allem eine Läsion des Darmepithels, die Einwanderung von Colibakterien in die tieferen Gewebsschichten, selbst ein Durchdringen derselben durch die Darmwand.“

Weitere wichtige Anhaltspunkte für die leichte Durchgängigkeit der Darmwand mussten die Ergebnisse der experimentellen Bruchwasseruntersuchungen abgeben und die von Boennecken⁵⁾, Tietze⁶⁾, Schloffer⁷⁾ und Arnd⁸⁾ aufgestellte Behauptung, dass schon bei leichten Circulationsstörungen der Darmwand im Bruchwasser Keime nachweisbar werden.

Andererseits war zu bedenken, dass Ribbert (l. c.) und Bizzozero (l. c.) bei ihren Befunden nicht verfehlt hatten, hervorzuheben, dass sie die Keime unter dem Darmepithel nur an dem angegebenen Orte, sonst nirgends im Darmcanal und auch bei keinem anderen Thiere gefunden hatten, und dass in den tieferen Schichten

1) Achard u. Phulpin, Contribution à l'étude de l'envahissement des organes par les microbes pendant l'agonie et après la mort. Archiv de Med. expér. t. 7. p. 25. 1895.

2) Hauser, Bakterienbefunde bei Leichen. Zur Frage der Verwendbarkeit postmortaler Bakterienbefunde. Zeitschrift f. Heilkunde. Bd. XVIII. Heft 5/6. S. 421.

3) Chvostek u. Egger. Ueber die Invasion von Mikroorganismen in der Blutbahn während der Agone. Wiener klin. Wochenschr. 1896. Nr. 3.

4) Birch-Hirschfeld, Zur Beurtheilung des *Bacterium coli commune* als Krankheitserreger. Inaug.-Dissert. Leipzig 1896.

5) Boennecken, Ueber Bakterien des Bruchwassers eingeklemmter Hernien und deren Beziehung zur peritonealen Sepsis. Virchow's Archiv. Bd. CXX. Heft I. 1890.

6) Tietze, Klinische und experimentelle Beiträge zur Lehre von der Darm-incarceration. Breslau 1894.

7) Schloffer, Bakteriologische Bruchwasseruntersuchungen mit Rücksicht auf die, die Brucheinklemmung complicirende Pneumonie. Beiträge z. klin. Chirurgie. Bd. XIV. Heft 3. S. D 13.

8) Arnd, Ueber die Durchlässigkeit der Darmwand eingeklemmter Brüche für Mikroorganismen. Mittheil. aus Klin. u. med. Institut der Schweiz. I. Reihe. 4. Heft. Basel 1893.

der Follikel Bilder anzutreffen waren, die auf einen Untergang dieser Keime schliessen liessen. Zudem konnte Manfredi¹⁾ nachweisen, dass diese im Processus vermiformis mikroskopisch auch für ihn sichtbaren Mikroorganismen auf dem gewöhnlichen Nährboden nicht zur Entwicklung gebracht werden konnten.

Dagegen sprachen weiterhin die Versuche von Meissner²⁾, später von Hauser³⁾ und Fodor⁴⁾, durch welche in umfassender und in allen Anforderungen der bakteriologischen Technik genügender Weise erwiesen wurde, dass im lebenden Gewebe gesunder Thiere entwicklungsfähige Mikroorganismen nicht vorhanden seien, sowie die Befunde von Forster⁵⁾ und Gaertner⁶⁾, weiterhin Presuhn⁷⁾, welche das Fleisch geschlachteter Thiere auf seinen Gehalt an Keimen untersuchten und nur in den oberflächlichen Schichten Mikroorganismen nachweisen konnten, obwohl es bei dem Transport an der Oberfläche stark verunreinigt worden war; endlich die Untersuchungen Arnold's⁸⁾, nach denen er eine Resorption corpusculärer Elemente wie Kohlepartikelchen vom Darm aus in Abrede stellen musste.

Endlich haben die im Flügge'schen Institut angestellten Nachprüfungen der Ergebnisse über die Resorption von Keimen während der Verdauung das Gegentheil ergeben, Neisser⁹⁾ und später Opitz¹⁰⁾ zeigten, dass der Chylus und die Mesenterialdrüsen stets keimfrei sind.

Aber auch die pathologisch-anatomische Erfahrung war nicht so recht mit der leichten Durchlässigkeit in Einklang zu bringen.

1) Manfredi, Sulla presenza di batteri morti nei follicoli dell' intestino di coniglio. Giornale internazionale delle scienze mediche. 1886. fasc. IV. p. 318.

2) Meissner, Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie. Bd. XIII. S. 168.

3) Hauser, Ueber das Vorkommen von Mikroorganismen im lebenden Gewebe gesunder Thiere. Archiv f. experiment. Patholog. u. Pharmakologie. Bd. XX. 1885. S. 162.

4) Fodor, Bakterien im Blute lebender Thiere. Archiv f. Hygiene. Bd. IV. S. 129. 1886.

5) Forster, Ueber die Entwicklung von Bakterien bei niederen Temperaturen. Centralblatt für Bakteriologie. Bd. XII. ‡

6) Gaertner u. Basenau, Ueber eine im Fleisch gefundene infectiöse Bakterie. Archiv f. Hygiene. Bd. XX. 1894.

7) Presuhn, Zur Frage der bakteriologischen Fleischbeschau. Diss. inaug. Strassburg 1895.

8) Arnold, Untersuchung über Staubinhalationen und Staubmetastasen. Leipzig 1885.

9) Neisser, Ueber die Durchgängigkeit der Darmwand für Bakterien. Zeitschrift f. Hygiene. Bd. XXII. Nr. 1, S. 12.

10) Opitz, Beiträge zur Frage der Durchgängigkeit von Darm und Nieren für Bakterien. Zeitschr. f. Hygiene. Bd. XXIX. 1898.

Heubner¹⁾ hatte selbst bei schweren Darmerkrankungen in der Darmwand keine Keime finden können, Oker Blom²⁾ sah sie nur bei stark geschädigter Wand, Ritter³⁾ und Tietze (l. c.) nur in gangränösen Darmtheilen, und endlich konnten Bosc und Blanc⁴⁾ nur bei Epithelverlust und Nekrose mit Hämorrhagien Mikroorganismen in der Mucosa und Submucosa nachweisen. „La recherche des microbes dans la paroi montre que lorsque les lésions sont légères, sans desquamation épithéliale, on ne constate aucun microorganisme, ni dans les tuniques, ni à la surface du péritoine. S'il y a desquamation épithéliale et nécrose de la muqueuse, on trouve des bactéries dans la muqueuse, la sous-muqueuse, à la surface du péritoine, dans les vaisseaux.“

Nach wie vor bilden aber die Ergebnisse der experimentellen Bruchwasseruntersuchungen einen wichtigen und festen Stützpunkt für die Annahme der leichten Durchlässigkeit der Darmwand für Mikroorganismen, und doch sind die Untersuchungen des Bruchwassers menschlicher Hernien, sowie des durch künstliche Incarceration beim Thiere gewonnenen, in ihren Resultaten nichts weniger als überzeugend, weil diese vor allem ungewöhnlich grosse Differenzen bieten. Während einige Beobachter niemals Keime im menschlichen Bruchwasser auffinden konnten — Rovsing⁵⁾, Ziegler⁶⁾ — andere wie Garré⁷⁾, Tavel und Lanz⁸⁾ nur in ganz wenigen Fällen, vermochte Brentano⁹⁾ in 67 Proc. seiner Fälle Bakterien zur Entwicklung zu bringen und Boennecken (l. c.) gar in allen. Es schwankte also der Keimgehalt in den weitesten Grenzen von 0–100 Proc. Die Wichtigkeit dieser Frage für

1) Heubner, Zeitschr. f. klin. Medic. Bd. XXIX. Heft 1 u. 2.

2) Oker Blom, Beiträge zur Kenntniss des Eindringens des Bacterium coli commune in die Darmwand im patholog. Zustande. Centralblatt f. Bakteriologie und Parasitenkunde. Bd. XV. 1894. S. 588.

3) Ritter, Ueber die Durchgängigkeit der Darmwand. Inaug.-Dissertation. Göttingen 1890.

4) Bosc u. Blanc, Congrès français de Méd. interne. 1896. Ref. Centralbl. f. Bakteriologie. Bd. XX. 1896.

5) Rovsing, Bakteriologisk Undersøgelse af Brokvaedsken ved incarcerede Hernien. Hospitals tidende. 3 R. Bd. X. 1892.

6) Ziegler, Studien über die intestinale Form der Peritonitis. München 1893.

7) Garré, Bakteriologische Untersuchungen des Bruchwassers eingeklemmter Hernien. Fortschr. d. Medic. Bd. IV. 1886. Nr. 15. S. 486.

8) Tavel u. Lanz, Ueber die Aetiologie der Peritonitis. Mitth. aus Klin. u. med. Instit. d. Schweiz. Heft 1. Basel 1893.

9) Brentano, Die Ergebnisse bakteriologischer Bruchwasseruntersuchungen. Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie. Bd. XLIII. Nr. 3.

unsere Anschauungen über die intestinale Infection, sowie für die Pathologie der Brucheinklemmung ist immer wieder hervorgehoben worden, und eine einwandsfreie Klarstellung dieser Verhältnisse ist somit ein dringendes Bedürfniss geworden.

Ich darf die Arbeiten und ihre Resultate auf diesem Gebiete als im Allgemeinen bekannt voraussetzen und kann mich darauf beschränken, den Weg der Untersuchung, den die einzelnen Untersucher eingeschlagen haben, einer kritischen Betrachtung zu unterziehen, die Methoden zu beleuchten und auf die Ungenauigkeiten und Fehler hinzuweisen, welche die Klarheit der Ergebnisse trüben mussten, um darnach zu zeigen, wie diese zunächst alle beseitigt werden mussten, wollte man zu einwandsfreien Ergebnissen gelangen. Denn damit konnte meiner Meinung nach der Frage wenig genützt werden, wenn ich den bisherigen Procentziffern durch langwierige Untersuchungen eine neue hinzufügte.

Als Nepveu ¹⁾ zuerst das Bruchwasser eingeklemmter Hernien von Menschen mikroskopisch untersuchte und bei allen Fällen Bakterien — *de bactéries de divers ordres, micrococcus, microbactéries simples ou associées* — in demselben entdeckte, folgerte er daraus, dass das abgeklemmte Darmstück einer sorgfältigen Desinfection zu unterziehen sei. Diesen bloss auf den mikroskopischen Nachweis der Keime basirten Vorschlag musste Garré (l. c.) zurückweisen, welcher das Bruchwasser menschlicher Hernien mikroskopisch und culturell untersuchte.

Diese Untersuchungsart wandten nach ihm eine Reihe Beobachter, wie Boenneken (l. c.), Rosving (l. c.), Ljunggren ²⁾, Scharfe ³⁾, Nicolaysen ⁴⁾ an, meist so, dass mit der Platinöse geringe Mengen des Bruchwassers in Peptongelatine-Agar, Nährgelatine, Blutserum u. s. w. übertragen und zum Theil zu Platten gegossen wurden. Mit Rücksicht darauf, dass auf diese Weise vielleicht eine zu kleine Menge des Bruchwassers zur Verwendung kam, nahmen Tavel u. Lanz (l. c.) einen Platinlöffel, der 0,1 ccm fasste, vom Bruchwasser zur Uebertragung auf Nährboden. Tietze (l. c.) verfuhr noch sorgfältiger und

1) Nepveu, *Présence de bactéries dans la sérosité péritonéale de la hernie étranglée et de l'occlusion intestinale*. Paris 1883.

2) Ljunggren, *Beiträge zum Studium des Verhaltens der Darmbakterien bei eingeklemmten Brüchen*. Nordisk Medicinsk Archiv. Stockholm 1893. Nr. 33. 6. Heft.

3) Scharfe, *Ueber die Durchlässigkeit der Darmwandungen für Bakterien*. Inaug.-Dissert. Halle 1896.

3) Nicolaysen, *Studier over Aetiologien og Pathologien of Ileus*. Norsk Magazin f. Laegevidenskaben. Supplementheft. S. 585. 1895.

centrifugirte erst das Bruchwasser; von dem so erhaltenen Sediment nahm er bis zu fünf Platinösen. Ferner wandte Ziegler (l.c.) die Bouillon als Nährboden an, indem er annahm, dass ja nicht alle Darmbakterien auf festen Nährsubstraten gedeihen. Möglichst viel Bruchwasser nahm auch Schloffer (l.c.), controllirte aber die Resultate zugleich durch Thierimpfung. Den meistbegünstigenden Standpunkt nahm endlich Brentano (l.c.) den Keimen gegenüber ein. Er verwandte Bouillon als Nährboden, suchte so vielals möglich Bruchwasser zu bekommen und liess die Keime sich nun erst anreichern. Er erzielte den aussergewöhnlich hohen Procentsatz von 67 Proc. positiver Resultate.

Stellt man die Befunde schlechtweg mit der Zahl der untersuchten Fälle zusammen, so erhält man folgende Uebersicht:

Garré	untersuchte	8 Fälle,	erhielt	1 mal	Keime.
Boennecken	"	8	"	8	" "
Rovsing	"	5	"	0	" "
Ljunggren	"	9	"	3	" "
Tavel und Lanz	"	17	"	2	" "
Ziegler	"	5	"	0	" "
Tietze	"	9	"	4	" "
Schloffer	"	12	"	2	" "
Nicolaysen	"	11	"	6	" "
Scharfe	"	10	"	3	" "
Brentano	"	80	"	30	" "
Summe:		174 Fälle		59 mal	Keime.

d. h. in 33,9 Proc. der untersuchten Fälle wurden Keime im Bruchwasser menschlicher Hernien gefunden.

Anders dagegen gestaltete sich das Verhältniss, wenn man die Untersuchungsart der Einzelnen in Rücksicht zieht. Am besten zeigen dies die Resultate Brentano's. Als er zunächst 49 mal das Bruchwasser vermittelst des Plattenverfahrens untersuchte, erhielt er $18\frac{3}{4}$ Proc. positive Befunde. Als er dann aber möglichst viel Bruchwasser zu bekommen suchte, dasselbe in Erlenmeyer'sche Körbchen übertrug, die theilweise mit steriler Bouillon angefüllt waren und nun das Anreicherungsverfahren anwandte, erhielt er unter 31 Fällen 21 mal Keime, d. h. 67 Proc. positive Ergebnisse. Der Grund, der Brentano und Andere bestimmte, die Entwicklung der Keime möglichst zu unterstützen, war besonders die von Tietze und Schloffer nachgewiesene baktericide Eigenschaft des Bruchwassers. Darnach nahm man an, dass die im Bruchwasser vorhandenen Keime sich in einem geschwächten Zustande befinden und beim Uebertragen auf feste Nährboden vollends zu Grunde gehen. Hatte Tietze durch seine

Untersuchungen festgestellt, dass das Bruchwasser eine stark tödtende Kraft gegen gewisse Darmbakterien, *Bacterium coli commune*, Typhus- und Cholera bacillen besitze, hingegen auf Milzbrandbacillen, Staphylokokken und Streptokokken keinen wesentlichen Einfluss besass, so konnte Schloffer diese Wirkung auch auf Anthraxbacillen und Staphylokokken beobachten. Es war also der Schluss vielleicht gerechtfertigt, dass die Sterilität eines Bruchwassers keinen Beweis dafür abgibt, dass Keime durch die Darmwand nicht durchgetreten sind.

Dadurch erschienen nun die bisher gewonnenen Resultate in einem ganz anderen Lichte, und ihre Unsicherheit wurde erhöht. Weiterhin liessen sich nun eine Reihe von Widersprüchen vielleicht lösen, für welche bisher keine Erklärung hatte gegeben werden können. Man konnte verstehen, wie es kam, dass der einzige Fall in dem Garré Keime im Bruchwasser fand, die kürzeste Einklemmungsdauer hatte, und man konnte, wenn auch etwas schwer, eine Erklärung finden, warum bei einem Falle, den Ljunggren untersuchte, und bei dem die Einklemmung 132 Stunden gedauert hatte, „wo der Darm von bläulicher, stellenweise auch schmutziggrüner Farbe, die Serosa theilweise mit Fibrin überzogen und das Bruchwasser übelriechend war“, keine Keime nachweisbar gewesen waren.

Bei der geringen Menge des Materials war es verständlich, dass die Untersucher neben der Untersuchung des Bruchwassers menschlicher Hernien sehr bald zum Thierexperiment übergingen, offenbar geleitet von dem Bestreben, nähere Anhaltspunkte nicht bloss über das Vorkommen der Keime im Bruchwasser zu erhalten, sondern vor Allem auch die Bedingungen näher kennen zu lernen, unter denen die Bakterien die Darmwand passiren.

Die Thierexperimente haben eine höhere procentuale Ziffer der positiven Keimbefunde ergeben; die Differenz zwischen diesen Ergebnissen und denen der Bruchwasseruntersuchungen menschlicher Hernien ist in die Augen springend. Ersichtlich ist aber auch, dass die Bedingungen für das Experiment hinsichtlich der Keimbefunde weit günstiger sind. Hier sind eine grosse Anzahl Versuchsfehler gegeben, die an sich klein sein mögen, aber einen grossen Ausschlag geben, und es dürfte nicht leicht sein, sicher und klar zu scheiden, was den Versuchsfehlern zur Last zu schieben ist, und was als einwandsfrei zu gelten hat. An und für sich sind die negativen Befunde hier doch wohl beweiskräftiger, denn man schlägt die Schwierigkeiten, welche die exacte Durchführung derartiger Versuche mit sich bringt, vielleicht zu gering an.

Zunächst konnte Bönneken (l. c.), welcher den Versuchsthieren

durch Gummiligatur eine Darmschlinge abklemmte und das Bruchwasser in einem Condom auffing, in allen Stadien der Einklemmung Keime nachweisen und die Identität derselben mit den Bakterien im Darmcanal feststellen. Gegen seine Versuchsanordnung ist einzuwenden, dass er das Bruchwasser nach dem Tode des Thieres abnahm und die Zeit zwischen dem Exitus und der Abnahme des Bruchwassers unberücksichtigt liess. Die schon anfangs erwähnten Untersuchungen über die agonale und postmortale Einwanderung von Darmbakterien, besonders des *Bacterium coli commune*, lassen die postmortalen Befunde von Keimen in den serösen Höhlen für den Durchtritt der Bakterien in vivo nicht verwendbar erscheinen und können die Resultate Bönnecken's (l. c.) als Beweis für die Durchwanderung durch die Darmwand bei incarcerirten Hernien nicht gelten lassen. Dadurch wird auch die grosse Anzahl der Keime erklärlich, die Bönnecken in allen Fällen erhielt.

Der Mittheilung dieser auffallenden Resultate, für die damals eine Erklärung noch nicht gegeben werden konnte, musste eine um so eifrigere experimentelle Nachprüfung sehr bald folgen, als die damaligen Anschauungen über die Infectiosität der Peritonealhöhle und das Eindringen von Keimen in dieselbe mit der Behauptung Bönnecken's, dass er „in allen Fällen von incarcerirten Hernien beim Menschen sowohl wie beim Versuchsthier, in allen Stadien der Einklemmung im wasserklaren, geruchlosen Bruchwasser sowohl wie im blutig gefärbten, übelriechenden Transsudat der nekrotischen Darmschlinge lebende und entwicklungsfähige Mikroorganismen meist in unzählbarer Menge gefunden habe“, nicht in Einklang zu bringen waren, obwohl durch Wegener¹⁾, Grawitz²⁾, Waterhouse³⁾ u. A. das Verständniss angebahnt war. Etwa auf dieselbe Art gewannen dann Ziegler (l. c.), Tietze (l. c.) und Schloffer (l. c.) künstliches Bruchwasser, entnahmen es aber durch eine zweite Laparotomie dem lebenden Thier und bestimmten etwa nach den für die eingeklemmte Schlinge gewöhnlichen Anhaltspunkten den Zustand des Darmes. Ziegler erhielt so unter 29 Versuchen achtmal positive Befunde, Tietze von 13 Versuchen 5 positive und Schloffer von 34 Versuchen 22 positive Ergebnisse. Von den 22 Thieren, bei

1) Wegener, Chirurgische Bemerkungen über die Peritonealhöhle u. s. w. Archiv f. klin. Chir. Bd. XX. Heft I.

2) Grawitz, Statistischer und experiment. patholog. Beitrag zur Kenntniss der Peritonitis. Charité-Annalen. XI. S. 770.

3) Waterhouse, Experimentelle Untersuchungen über Peritonitis. Virchow's. Archiv. Bd. CXIX. S. 341.

denen Schloffer Bakterien im Bruchwasser gefunden hatte, blieben 12 Thiere am Leben, und dies veranlasste ihn anzunehmen, dass auch dann schon Keime die Darmwand passiren, wenn „bleibende Functionsstörungen in ihr noch nicht eingetreten sind.“ Diese Voraussetzung war nicht ohne Weiteres richtig und bilden auch einen schwachen Punkt in der Beweisführung Arnd's (l. c.).

Die Umständlichkeit des Nachweises der Darmbakterien im Bruchwasser, die Feststellung der Identität der im Bruchwasser gefundenen mit den im Darmlumen befindlichen suchte Arnd dadurch zu vermeiden, dass er leicht kenntliche Keime in den Darm brachte und ihr Erscheinen im Bruchwasser nachwies. Er injicirte zu diesem Zweck *Bacillus prodigiosus*, *pyocyaneus* und einen dem *Heubacillus* ähnlichen Keim, schnürte durch Gummifaden eine Darmschlinge ab und umgab sie mit einem Condom. Nach bestimmter Zeit entnahm er durch eine zweite Laparotomie das gebildete Bruchwasser, löste die Einklemmung und reponirte die Schlinge. Fand er nun bei den Thieren, die am Leben blieben, die injicirten Keime im Bruchwasser wieder, so schloss er daraus, dass eine namhafte Schädigung der Darmwand nicht stattgefunden habe. Die pathologisch-anatomischen Erfahrungen am Menschen sowohl wie die experimentell gewonnenen Anschauungen lassen diese Schlussfolgerung nicht allenthalben als richtig erscheinen; sie zeigen, dass auch eine hochgradige Schädigung der Darmwand mit tiefgehenden Läsionen der Schleimhaut, theilweiser Nekrose mit ausgedehnten Hämorrhagien den Tod des Thieres nicht zur Folge zu haben braucht, wenn es nur zu festen Adhäsionen mit den Nachbartheilen kommt, die einen Durchbruch in die Peritonealhöhle verhindern. Wer viel an der Bauchhöhle des Thieres mit Abklemmung von Darmschlingen experimentirt hat, hat gewiss Fälle beobachtet, in denen er bei einer späteren Section zahlreiche Verwachsungen der Darmschlingen unter einander eventuell mit Anastomosenbildung finden konnte.

Bei einem Versuche z. B. bei dem ich das Absterben der Darmschlinge infolge einer langdauernden Incarceration aus den angeführten Gründen als sicher annehmen musste, war das Thier während der nächsten 4 Tage schwer krank. Durch eine spontan entstandene Oeffnung in der Nahtlinie floss dauernd viel trübes Transsudat ab. Trotzdem erholte sich das Thier wieder, und bei der später vorgenommenen Section fand sich der Dünndarm zu einem unentwirrbaren Knäuel von Schlingen zusammengewachsen. In diesem Convolut liess sich ein Darmstück auffinden, das einen etwa $\frac{1}{2}$ cm schmalen

Strang bildete, unwegsam war und offenbar das aus aller Verbindung ausgeschaltete, damals nekrotisch gewordene Darmstück war.

Arnd hatte zunächst versucht, die genannten Keime dem Thiere per os beizubringen. Die wenigen positiven Ergebnisse veranlassten ihn, die Keime direct durch die Darmwand in das Darmlumen etwa 10 cm von der Incarcerationsstelle entfernt zu injiciren. Er musste die Beobachtung machen, dass bei der Impfung von der Einstichstelle oft die einverleibten Keime auf der Serosa nachweisbar waren, also zur Einstichstelle herausgetreten waren. Da er diese Versuche für die Durchwanderung der Keime nicht verwerthen konnte, so erhielt er nur spärliche, ganz einwandsfreie Versuche; diese zeigten aber, „dass alle erwähnten Mikroorganismen den Darm durchwandern können, ohne dass Nekrose desselben eingetreten sein muss, ohne dass seine Functionsfähigkeit eine Einbusse erleidet.“

Ich werde weiter unten zeigen, welche Fehler dieser Art der Einverleibung der Keime, welcher sich eine grosse Reihe von Untersuchern bedient haben, anhaften, und wie sie zu umgehen sind.

Je einwandsfreier die Resultate einer bakteriologischen Untersuchung sein sollen, desto weniger Manipulationen dürfen gemacht werden, um die Keime zu erhalten, desto übersichtlicher muss die Methode sein, um so freier von Fehlern, die auch nur eventuell in Betracht kommen. Nun war es leicht ersichtlich, dass das bisher geübte Verfahren der Hernienbildung, der Gewinnung des Bruchwassers nichts weniger als eine einfache Manipulation darstellte. Das Oeffnen der Abdominalhöhle, das Herauslagern einer Dünndarmschlinge, das Einklemmen, das Darüberziehen eines Condoms, das Versenken der Hernie in die Bauchhöhle, die Bauchnaht, die später erneute Laparotomie und die Lösung der Einklemmung u. s. w. erfordern eine so grosse Anzahl von Handgriffen und Handreichungen, dass ein Arbeiten im bakteriologisch keimfreien Sinne nicht oder nur mit den allergrössten Schwierigkeiten möglich ist. War wirklich die Einklemmung aseptisch vor sich gegangen, konnte man das Eindringen von Keimen während der Bauchnaht oder durch die Nahtlinie ausschliessen? Ist aber die Möglichkeit gegeben, dass Keime in die Peritonealhöhle gelangen, so ist ihre Verbreitung bei der lebhaften Peristaltik des Darmes auf der feuchten Serosa ohne Weiteres gegeben, und dass sie dann vor der Gummiligatur und dem Condom keinen Halt machen, habe ich bei meinen Versuchen nur allzu häufig erleben müssen. Diese Einwände sind um so gerechtfertigter, wenn man sich um die nähere Bestimmung der Keime nicht weiter kümmert, und es ist doch zuzugeben, dass auch selbst ein einziger zufällig hineingelangter Keim die Bouillon trüben kann.

Um weiterhin aber die Keime, die durch die Darmwand durchtreten, auch entwicklungsfähig zu erhalten, mussten sie den schädigenden Einflüssen des Bruchwassers möglichst entzogen werden; denn je strenger und sicherer die möglichen Fehler einerseits ausgeschaltet wurden, umso mehr war die Entwicklung der Keime zu unterstützen.

Wenn auch die reine humorale Theorie der baktericiden Wirkung der Körpersäfte als Erklärung der natürlichen Immunität bei Infektionskrankheiten unmöglich festzuhalten ist, (Metschnikoff)¹⁾, einer Ansicht, der sich in letzter Zeit auch Baumgarten²⁾ angeschlossen hat, so haben die im letzten Jahrzehnt angestellten Untersuchungen von Nuttal³⁾, Nissen⁴⁾, Buchner⁵⁾, Denys⁶⁾ u. A. doch erwiesen, dass die Körpersäfte, Blut, Lymphe, Liquor pericardii, Humor aqueus Pleura- und Peritonealexsudate und -transsudate nicht unerheblich bakterienabtödtende Wirkung besitzen. Die zwei entgegengesetzten Einflüsse der „tödtende“ und der „ernährende“, welche Buchner im Blute annimmt, sind auch im Transsudate wirksam, und zwar um so eher, je mehr es sich durch Zunahme der zelligen Bestandtheile dem Exsudate nähert. Geht doch jetzt die Ansicht der Schule von Denys, der sich übrigens auch Buchner anschliesst, dahin, dass die bakterientödtenden Factoren Secretionsproducte der Leukocyten darstellen. Zudem ist uns bekannt, dass der Gehalt der zelligen Elemente im Transsudat bei Behinderung der Circulation erheblich zunimmt. Zwar kann man annehmen, dass die Blutalexine als nicht diffusibel auch nicht an und für sich in das Transsudat übergehen, aber es werden ja hier, wie bei der Entzündung so schwere Läsionen an den Lymph- und Blutgefässen gesetzt, dass der Uebergang der Bluteigenschaften auf das Bruchwasser ersichtlich erscheint. Andererseits lässt sich, wenn wir uns einmal nicht auf die Alexinetheorie stützen wollen, die bakterientödtende Wirkung des Bruchwassers schliesslich auch durch Assi-

1) Metschnikoff, Immunität. Handb. d. Hygiene v. Weyl. 1897.

2) Baumgarten, Berl. klin. Wochenschr. Nr. 41. 1899.

3) Nuttal, Experimente über die bakterienfeindlichen Einflüsse des thierischen Körpers. Zeitschr. f. Hygiene. 1888. Bd. IV. S. 352.

4) Nissen, Zur Kenntniss der bakterienvernichtenden Eigenschaft des Blutes. Zeitschrift f. Hygiene. 1889. Bd. VI. S. 487.

5) Buchner, Ueber die bakterientödtende Wirkung des zellfreien Blutserums. Centralbl. f. Bakteriologie. Bd. V. 1889. Nr. 25. Bd. VI. 1889. Nr. 1 u. s. w. Münchener med. Wochenschr. 1899. S. 39 u. 40.

6) Denys et Kaisin, Recherches à propos des objections récemment élevées contre le pouvoir bactéricide du sang. La cellule. t. IX. 1893. La cellule, t. X. 1894. Centralbl. f. Bakteriologie. Bd. XVI. 1894 u. s. w.

milationsstörungen erklären, denen die Bakterien eben durch ihre Ueberwanderung in das Transsudat ausgesetzt sind (Walz-Baumgarten). Allmählich nimmt die baktericide Eigenschaft des Bruchwassers ab, weil die tödtende Wirkung einerseits verschwindet, anderseits die ernährende aber durch den reichlichen Zerfall von rothen Blutkörperchen zunimmt, und die Keime finden hier wie in der Milz, der Leber und dem Knochenmark die günstigsten Bedingungen für ihr Wachsthum, weshalb das Bruchwasser nach Verlust seiner baktericiden Kraft einen guten Nährboden bildet. Die durchgetretenen Keime aber dem Bruchwasser entziehen, war nur angängig, indem man es nicht zur Bildung von Bruchwasser kommen liess und die Mikroorganismen sogleich nach ihrem Durchtritt von der Serosa abnehmen konnte und in geeignete Nährboden brachte. Dazu war nothwendig, dass man die abgeklemmte Darmschlinge fortwährend dem Auge und der Abimpfung zugänglich machte.

Endlich mussten alle Manipulationen, welche den Versuch complicirten, weggelassen werden, und die Versuchsanordnung hatte so einfach zu geschehen, dass mit Sicherheit ein keimfreies Arbeiten durchgeführt werden konnte. Die Finger waren als uncontrolirbar auszuschliessen, und ebenso mussten alle Manipulationen vermieden werden, die nicht mit sterilisirbaren Instrumenten ausgeführt werden konnten.

Aus allen diesen Gründen war zu ersehen, dass eine intraabdominale Beobachtung einwandsfrei nicht durchführbar war, und dass die Untersuchung ausserhalb der Bauchhöhle geschehen musste.

Ich habe gezeigt, wie es mir gelang, eine Methode der Untersuchung am Darmtractus auszubauen, die es erlaubte, Darmstücke ausserhalb der Bauchhöhle stundenlang unter nahezu normalen Verhältnissen dem Auge und den Manipulationen zugänglich beobachten zu können. Die eventuell bei künstlichen Incarcerationen durch die Darmwand durchwandernden Keime konnte ich nun sogleich abnehmen und auf die Nährboden übertragen. Die Versuche, in denen ich das Verhältniss der elektrischen Erregbarkeit der Darmmuskulatur und die Lebensfähigkeit der eingeklemmten Schlinge näher kennen lernte, hatten mir die Möglichkeit an die Hand gegeben, den jeweiligen Zustand der Schlinge hinsichtlich ihrer pathologischen Verhältnisse besser, als es bisher mit den üblichen Anhaltspunkten möglich gewesen war, beurtheilen und besonders bestimmen zu können, ob sich in der Darmschlinge irreparable Läsionen ausgebildet hatten oder nicht.

Die Versuche wurden hinsichtlich der Technik folgendermaassen gemacht. Die Thiere wurden narkotisirt und dann aufgespannt. Die Narkose wurde meist mit Aether durchgeführt, selten bei Katzen und Hunden Chloroform angewandt. Grosse Vorsicht ist bei der Aethernarkose zu gebrauchen, weil sich der Aether bei der Nähe der Flammen leicht entzündet, und ich habe öfters solche Aetherexplosionen erlebt. Ich half mir dann so, dass ich mir 2 Beutel aus Billrothbattist anfertigte, deren Oeffnung durch ein Gummiband verengt wurde. Diese beiden Beutel verband ich durch einen langen, dicken Gummischlauch. Den einen Beutel zog ich dem Thiere über den Kopf, in den andern steckte ich einen mit Aether getränkten Wattebausch. Die Thiere athmeten nun den Aether durch den Gummischlauch ein, und so konnte das Thier von dem andern Beutel aus narkotisirt werden, der 3—4 m vom Arbeitsfeld entfernt war und die freie Verdampfung des Aethers hinderte.

Dann wurde das Abdomen geschoren und desinficirt. Alle Instrumente wurden vor der Operation in gewöhnlichem Wasser ausgekocht, da Sodalösung für sie wegen der chemischen Reizwirkung auf den Darm nicht anwendbar war; die Pincetten, mit denen der Darm angefasst werden musste, waren mit Gaze umwickelt oder mit Gummiröhrchen umkleidet, damit keine Verletzung der Serosa stattfinden konnte. Die Gummiringe waren vorher schon auf die Pincette gezogen, um mit ihnen sterilisirt zu werden. Als Nahtmaterial wurde nur auskochbare Seide verwandt. Dauernd war kochendes Wasser zur Hand, um jedes Instrument, sobald eine Verunreinigung vermuthet wurde, sofort wieder keimfrei machen zu können.

Nach Durchschneidung der Haut wurde dieselbe von der Unterlage losgelöst und durch Seidenfaden zu beiden Seiten so fixirt, dass die Wunde möglichst weit klaffte. Dann wurde das Thier, abgesehen vom Kopf, mit sterilen Gazestreifen bedeckt, in welche in der Mitte ein Schlitz geschnitten war, durch den die Wunde frei zu Tage lag. Nach Durchschneidung des Peritoneums, für die das Thier möglichst tief betäubt wurde, damit die Därme nicht durch einen plötzlichen Stoss herausgeworfen wurden, wurde mit der dazu hergerichteten Pincette das Coecum beim Kaninchen, oder Netz beim Hunde und der Katze bei Seite geschoben und eine Dünndarmschlinge von gewünschter Länge herausgezogen und auf die sterilen Gazestücke gelegt. Weiterhin wurden die beabsichtigten Manipulationen gemacht z. B. eine Schlinge mit einer Pincette durch den weitgehenden Gummiring gezogen; der Ring wurde von der Pincette abgeschoben und klemmte die Schlinge sammt Mesenterium ab. Der mittlerweile im

vollen Gang befindliche Dampfstrahl hüllte von Anfang an den Darm ein, und alle Manipulationen am Darm wurden unter ihm ausgeführt. Weiterhin blieb die Schlinge unberührt liegen und wurde nur in den festgesetzten Zeiten mit dem Pinsel abgestrichen. Bei Lösung der Einklemmung wurde der Gummiring mit einer feinen sterilisirten Scheere durchgeschnitten und mit der Pincette entfernt, die Schlinge blieb in ihrer Lage. Zum Schluss wurde das Darmstück reponirt und die Bauchhöhle durch 2 Nahtreihen geschlossen, deren eine Peritoneum und Bauchmusculatur, deren andere die Bauchhaut fasste. Die Nahtlinie wurde mit sterilen Gazestreifen bedeckt und mit Collodium bestrichen. Dieser Verband erwies sich als der geeignetste.

Alle Gegenstände, die mit der Wunde oder dem Darm in Berührung kamen, waren also sicher keimfrei. Die Finger kamen nie mit den Organen in Berührung und wurden nur dann zur Naht verwandt, wenn mit dem Schluss der Bauchhöhle auch die Beobachtung beendet war. In derselben Weise wurde auch die wiederholte Eröffnung der Bauchhöhle durchgeführt. Alle Versuche, bei denen auch nur vermuthungsweise ein Fehlgriff geschah, oder eine plötzliche Störung eintrat, blieben unberücksichtigt. Auf diese Weise glaubte ich, alle Fehler ausgeschaltet zu haben.

Zunächst wurden durch Gummiringe von verschiedener Lichte Dünndarmschlingen abgeklemmt, und die Serosa nach bestimmten Zeitabschnitten mit kleinen sterilisirten Mullstücken abgetupft, und diese in Bouillonröhrchen übertragen. Die Resultate waren so unklar und so wenig constant, dass mit dieser Art der Beobachtung nichts anzufangen war. Die Differenzirung und Bestimmung der Keime war recht schwierig und vor allem zeitraubend, zumal ich noch die aus der Luft auffallenden Keime ausschalten musste, die die Ergebnisse sehr trüben konnten. Einen wesentlichen Fortschritt bedeutete für meine Untersuchungen die Anwendung des Tuschpinselverfahrens, welches darin bestand, dass ich mit feinen sterilisirten Pinseln die Serosa abstrich und die durch den Pinsel aufgenommene Flüssigkeit auf feste Nährboden ausstrich. Dasselbe hatte den Vortheil, dass die Keime sogleich auf der Oberfläche wachsen konnten und den Wachsthumswiderstand in der Tiefe der Nährboden nicht zu überwinden brauchten. Ausserdem hatte ich dabei nur nöthig, die mit dem Pinsel gezogenen Striche in den Bereich der Untersuchung zu ziehen und konnte die ausserhalb derselben liegenden Kolonien als Verunreinigungen unberücksichtigt lassen. Endlich war dadurch die Möglichkeit gegeben, auf einer Platte eine ganze Anzahl von Strichen abzusetzen, und ich

hatte das Ergebniss einer einstündigen Beobachtung übersichtlich auf einer Platte. Allerdings mussten die Platten, um das Condenswasser möglichst zu vermeiden, eine Zeit vorher schon gegossen werden. Für meine Untersuchungen war der ungemein weiche Seidenhaarpinsel als Abnahmemittel auch wegen der Schonung der Serosa von grossem Werth. Dabei war der Einwurf von vornherein beseitigt, dass eine zu kleine Menge des Transsudates zur Untersuchung verwandt wurde, da der Pinsel fast alles Transsudat aufnahm, das in den jeweiligen Zeiträumen von der Serosa gebildet wurde, die alle 3—15 Minuten abgestrichen wurde.

Sehr bald ging ich dazu über, leicht kenntliche Keime anzuwenden, um ihren Durchtritt sichtbar zu machen und bediente mich des *Prodigiosus*, *Pyocyaneus* und des *Staphylococcus aureus* in Reincultur, die dem Darmlumen allerdings erst einverleibt werden mussten, denn es erschienen auf den Abstrichen eine Reihe von Mikroorganismen, die während der mehrstündigen Beobachtung am freiliegenden Darm aus der Luft auf die Serosa nieder gefallen waren, die aber auch im Darmlumen beim Kaninchen vorkommen, wie z. B. der *Staphylococcus albus*, und es war dann nicht zu unterscheiden, ob diese Mikroorganismen durch die Darmwand gewandert waren oder aus der Luft stammten.

Das Einbringen der Keime in die abzuklemmende Schlinge konnte auf natürlichem Wege durch den Mund geschehen oder auch durch directe Injection in das Darmlumen. Die von Koch, Gaffky und Löffler angewandte Methode der Kartoffelwürfel-fütterung, die Ehrlich'sche Kakesmethode waren für die Sicherheit des Erfolges nicht recht geeignet. Auch war vor allem der Zeitpunkt nicht bestimmbar, an dem die gewünschten Keime an irgend einem Orte des Dünndarmes in genügender Menge vorhanden sein würden. Ebenso verhielt es sich, wenn man die Keime in Milch oder Bouillon suspendirt der Nahrung zusetzte. Es war dabei jederzeit der Einwurf zu machen, dass für eine Durchwanderung durch die Darmwand die Anzahl der Keime im Darmlumen zu gering gewesen sei. Diesem Umstand schrieb Arnd (l. c.) die negativen Resultate seiner derart angestellten Versuche zu. Vor allem war ja auch der Einfluss der Magensäure auf die von mir benutzten Mikroorganismen nicht genau bekannt, und ich hätte viele Versuche anstellen müssen, um einigermaassen den Einfluss aller dieser Verhältnisse zu berücksichtigen. Für das Gelingen der Versuche musste ich aber ganz sicher im Dünndarm die Keime in reichlicher Anzahl und auch ent-

wicklungsfähig haben. Da besann ich mich, dass von Mering¹⁾ nachgewiesen hatte, dass beim Hunde „keine in Betracht kommenden Mengen Wassers“ vom Magen aus resorbirt werden. Da dieser Uebergang der Flüssigkeit schneller stattfand, wenn der Dünndarm keine Flüssigkeit enthielte, so musste den Thieren die Nahrungs- und Wasserzufuhr genommen werden. Demnach konnte ich hoffen, dass, wenn ich Hungerthieren schnell durch Schlundsonde keimhaltige Bouillon in grösseren Dosen beibrachte, diese rasch den Magen passiren würde, und dass so die Keime, ohne von der Magensäure geschädigt zu werden, in den Dünndarm gelangen konnten. Da es mir möglich war, die Verdauung unter dem Dampfstrahl in normaler Weise direct beobachten zu können, so hoffte ich, ohne Weiteres bestimmen zu können, ob und wann die dem Magen einverleibten Keime an irgend einer Stelle des Dünndarmes erschienen. Ich vermied dadurch das umständliche Anlegen von Fisteln. Allerdings erstreckten sich die Beobachtungen nur auf Stunden, waren aber ausreichend. Ich liess 2 Bouillonröhrchen, die mit mehreren Platinösen einer *Prodigosus*-cultur beschickt waren, 6 Tage bei 24° C. im Brutofen stehen, dann fügte ich, um die Concentration zu erhöhen, noch 2 Bouillonröhrchen hinzu, in welche ich 2 Agar-Agar-Strichculturen von 6 Tagen verschüttelt hatte; dieses Gemisch wurde in 40 ccm Bouillon übertragen und noch 2 Mal 24 Stunden bei 24° C. gehalten. Davon wurde den Thieren 50 ccm durch Schlundsonde in den Magen gebracht. Die deswegen angestellten Versuche gaben darüber Aufklärung.

1. Einem Kaninchen, das 24 Stunden gehungert hatte, wird vom Medianschnitt aus der Magen und der obere Theil des Dünndarms freigelegt und dem Dampfstrahl ausgesetzt. Nach der Injection von 50 ccm *Prodigosus*-Bouillon-Reincultur durch Schlundsonde in den Magen wird ca. 40 cm unterhalb des Pylorus das Darmlumen eröffnet, und der Inhalt alle 5 Min. mit sterilem Pinsel auf Agar-Agar-Platten ausgestrichen. Die Verdauung wird 1 Stunde lang beobachtet, dann das Darmloch vernäht und die Bauchhöhle geschlossen.

Anf keinem Abstrich der Platten war der *Prodigosus* angegangen. Ausserdem waren mit Platinöse kleinere Mengen auf Agar-Agarröhrchen übertragen worden. Auch diese Platten zeigten keinen *Prodigosus*. Im Magen des Kaninchens war noch reichlich Nahrung vorhanden.

2. Einem Kaninchen, das 2 mal 24 Stunden gehungert, wurden in derselben Weise 45 ccm *Prodigosus*cultur einverleibt und ca. 15 cm unterhalb des Pylorus der Darm eröffnet und alle 5 Min. der Inhalt auf Agar-Agarplatten ausgestrichen. Beobachtungszeit 2 Stunden.

1) v. Mering, Ueber die Function des Magens. Verhandl. des Congresses für innere Medicin. Wiesbaden 1893. Nr. XXXII.

Kein Abstrich und keine Platinösenimpfung zeigte *Prodigosus*. Der Magen enthielt noch beträchtliche Mengen Nahrung.

3. Einem Kaninchen, das 3mal 24 Stunden gehungert hat, wird der Magen und obere Dünndarmtheil dem Dampfstrahl ausgesetzt. Der Magen ist noch nicht ganz leer, der Dünndarm platt zusammen gefallen, ohne Peristaltik. Durch Schlundsonde werden 50 ccm *Prodigosuscultur* in den Magen gebracht und ca. 20 cm unterhalb des Pylorus der Darm eröffnet. Etwa $\frac{1}{2}$ Stunde nach der Injection der Bouillon in den Magen beginnen peristaltische Wellen vom Pylorus aus Mageninhalt abwärts zu führen. Die Peristaltik ist eine rege. Der Inhalt besteht aus kleinen Theilen der Nahrung mit reichlicher schleimhaltiger Flüssigkeit (Bouillon). Alle 10 Min. werden Abstriche dieses Inhaltes auf Agar-Agarplatten gemacht und Platinösenimpfungen in Agar-Agarröhrchen angelegt. Die Beobachtung dauerte 2 Stunden. Sämmtliche Abstriche liessen zahlreiche *Prodigosus*-Colonien angehen.

4. Einer Katze, die 12 Stunden gehungert hatte, werden 50 ccm in derselben Weise hergestellter Bouillonreincultur von *Staphylococcus aureus* nach Freilegung des Magens und Duodenums mittelst Schlundsonde einverleibt. Ca. 30 cm unterhalb des des Pylorus wird das Darmlumen eröffnet, und alle 10 Min. werden Abstriche aus dem Inhalte angelegt. Nach 3stündiger Beobachtung ist kein Tropfen an der Oeffnung erschienen, auch keine Peristaltik sichtbar gewesen. Im Magen befanden sich Fleischreste und ein wenig Flüssigkeit. Der Mageninhalt sowie der Inhalt des Duodenums, welche aus geringen Mengen eines zähen schleimigen Breies bestand, liess auf Agar-Agarplatten den *Staphylococcus aureus* in reichlicher Menge aufgehen, ebenso die Abstriche von der Darmöffnung.

5. Ein Hund der 24 Stunden gehungert hatte, erhielt durch Schlundsonde 50 ccm eines Gemisches von *Staphylococcus aureus* und *Prodigosus*-Reincultur in den Magen eingebracht, nachdem derselbe sowie das obere Ende des Dünndarms freigelegt waren. 27 cm unterhalb des Pylorus wurde das Darmlumen eröffnet, und der Inhalt alle 10 Min. abgestrichen auf Agar-Agarplatten. Während der 2stündigen Beobachtungszeit erschien im Dünndarm kleine Flüssigkeit, auch keine deutlichen peristaltischen Bewegungen. Die Abstriche der ersten Stunde zeigten weder *Staphylococcus* noch *Prodigosus*, die weiteren jedoch reichlich, ca. 50—80 Colonien auf jedem Strich, sowie einige *Prodigosus*colonien. Der eröffnete Magen enthielt nur reichliche Mengen Schleim, keine Bouillon mehr und Impfungen aus dem Schleim liessen den *Staphylococcus aureus* auch hier angehen.

6. Einer Katze, welche soeben reichlich Fleisch gefressen hat, werden 50 ccm *Staphylococcus aureus*-Bouillonreincultur durch die Schlundsonde in den Magen gebracht. Dann der obere Dünndarm 20 cm unterhalb des Pylorus eröffnet, und alle $\frac{1}{4}$ Stunde der Inhalt abgestrichen. Die Beobachtung im Dampfstrahl dauerte 3 Stunden, während welcher Zeit so gut wie gar keine Contraktionen im Dünndarm wahrnehmbar waren. Dann wird das Duodenum und der Magen eröffnet. Im Duodenum befinden sich geringe Mengen eines zähen Breies, im Magen sehr viel Fleisch, theils zerkleinert, und geringe Mengen fadenziehender Flüssigkeit. Die Abstriche

der letzten Stunde der Beobachtung zeigten den *Staphylococcus aureus* fast in Reincultur in geringerer Menge als beim hungernden Hunde. Im Duodenum sowie im Magen war der *Staphylococcus aureus* sehr reichlich.

Beim Kaninchen also, dessen Magen ja niemals ganz leer zu bekommen ist, auch nicht, wenn die Thiere verhungern, wurde die Flüssigkeit nach $\frac{1}{2}$ Stunde in den Dünndarm abgegeben und von der Peristaltik schnell abwärts getrieben. Die Keime waren nach dem Durchgang durch den Magen entwicklungsfähig geblieben. Während so der Zeitpunkt des Auftretens der eingebrachten Mikroorganismen im Dünndarm beim Kaninchen, dessen Magen nahezu leer war, annähernd angegeben werden konnte, war dies beim vollen Magen nicht möglich. Ich hatte den Eindruck, dass bei den Kaninchen, die 2 Tage gehungert hatten, der Dünndarminhalt flüssiger war, also Theile der Bouillon später im Speisebrei auffindbar waren, aber sie enthielten keine Keime. Wahrscheinlicher Weise werden diese durch den relativ fest gepressten Mageninhalt, der als ziemlich trockener langer Pfropf oberhalb des Pylorus sitzt, wie durch ein Filter zurückgehalten und kommen entweder viel später in den Dünndarm oder gehen durch das lange Verweilen im Magen zu Grunde. Enthielt aber derselbe nur noch geringe Mengen dieses Breies, so konnte ich bestimmt annehmen, dass nach $1-1\frac{1}{2}$ Stunden der Dünndarm mit entwicklungsfähigen Keimen, *Prodigiousus* und *Staphylococcus aureus*, reichlich versehen war.

Bei der Katze dauerte der Uebergang weit länger. Geringe Mengen des Speisebreies waren nach 2—3 Stunden bis in das Duodenum gelangt. Flüssigkeit war nicht in dasselbe übergegangen. Aber es war wichtig, festzustellen, dass mit dem Speisebrei zahlreiche entwicklungsfähige und virulente *Staphylokokken* durch den Magen in den Dünndarm gelangen. Sowohl bei fast leerem, als wie bei vollem verdauendem Magen, konnte man sie jenseits des Pylorus reichlich antreffen. Bei der trägen Peristaltik der Katze musste es natürlich weit länger dauern, bis der Dünndarm mit Keimen versehen sein konnte. Ich schloss, dass dies nach 6—8 Stunden geschehen sein würde. Ebenso ging der *Staphylococcus aureus* und der *Prodigiousus* durch den leeren Hundemagen. Nach 1 Stunde waren beide Keime 27 cm unterhalb des Pylorus in reichlicher Menge nachweisbar. Bei der relativen Kürze des Hundedarms unter Berücksichtigung der trägen Peristaltik konnte ich wohl annehmen, dass etwa 4—5 Stunden nach der Einbringung der Keime in den leeren Magen der Dünndarm dieselben hinreichend enthalten würde. Indem ich damit einigermaassen sichere Anhaltspunkte für den Zeitpunkt der Einklemmung erhalten

hatte, konnte ich zugleich auf eine einfache Weise zeigen, dass der Magen des Hundes, der Katze und des Kaninchens grosse Mengen virulenter Keime abzutöten nicht im Stande ist, selbst wenn dieselben längere Zeit in ihm verweilen. Hinzugefügt muss noch werden, dass die Hunde und Katzen während der Beobachtung dauernd mit Chloroform betäubt waren, dessen Einfluss auf die Verdauung vielleicht berücksichtigt werden muss. Auffallend war ferner, dass beim Hunde der *Prodigiosus*, obwohl er in gleicher Menge wie der *Staphylococcus aureus* eingebracht wurde, in weit geringerer Menge im Dünndarm nachweisbar war. Während auf den Abstrichen etwa 50—80 Colonien des *Staphylococcus aureus* erschienen, kamen vom *Prodigiosus* nur 3—4 zum Vorschein. Weiterhin war beim Hunde zu beobachten, dass die Abstriche aus dem Dünndarm während der ersten Stunde nach der Einbringung der Keime sehr wenig Mikroorganismen zeigten, und dass auf den weiteren Abstrichen der *Staphylococcus aureus* und *Prodigiosus* fast allein wuchs, im Gegensatz zum Dünndarm des Kaninchens, bei dem die Abstriche aus dem Dünndarm stets zahlreiche andere Keime aufwiesen, unter denen das *Bacterium coli* das weitaus constanteste und reichlichste Bacterium war. Vielleicht ist dieser Befund in Zusammenhang mit der Acidität des Hundemagens gegenüber dem Kaninchenmagen zu bringen, vielleicht auch haben die Keime bei dem langen Verweilen des Speisebreies in dem fast 450 cm langen Darmtractus des Kaninchens günstigere Wachstumsbedingungen.

Bei der directen Einverleibung der Keime in das Darmlumen, welche geschah, um eine hohe Anzahl von Keimen in der Schlinge zu bekommen, wandte ich zunächst das von einer Reihe von Beobachtern geübte Injectionsverfahren mit der Spritze an, wobei mit einer möglichst feinen Canüle die Darmwand senkrecht oder schräg durchstochen wurde. Damit erhielt ich dieselben Resultate hinsichtlich des Durchtritts von Keimen durch die Darmwand wie die früheren Beobachter, d. h. in allen Stadien der Einklemmung die injicirten Mikroorganismen zahlreich auf der Serosa. 35 derartig angeordnete Versuche mit ihren fast immer positiven Ergebnissen schienen bestätigen zu sollen, dass die Darmwand bei leichten Circulationsstörungen die Durchwanderung der Keime ermöglichte. Von den Abstrichen der Serosa auf den Agar-Agar-Platten entwickelten sich zahlreiche Colonien, besonders vom *Prodigiosus*, weniger zahlreich vom *Staphylococcus aureus*. Dabei erfolgte der Durchtritt schon nach ganz kurzer Zeit der Einklemmung. Ein gleiches Resultat hatte ich bei der einfachen Verlegung des Darmlumens ohne Schädigung des Mesenteriums. Verschiedene Gründe aber erweckten den Zweifel an der Richtigkeit der

Resultate. Zunächst geschah die Durchwanderung der Keime sehr schnell und schon zu einer Zeit, wo an eine Ausbildung nennenswerther Veränderungen nicht gedacht werden konnte, sodann war die Zahl der durchgetretenen Keime sehr beträchtlich, weiterhin erschienen die Mikroorganismen auch auf der Serosa der in ihrer Circulation nicht behinderten Darmwand. Endlich konnte ich beobachten, dass die ersten Abstriche der Serosa meist den Prodigiosus in Reincultur aufwiesen, während doch kein Grund vorhanden war, weshalb das *Bacterium coli* z. B. nicht hätte mit erscheinen sollen. Endlich erhielt ich dann schon Keime, wenn ich mikroskopisch sie noch nicht einmal in der Schleimhaut nachweisen konnte. Da eine Uebertragung durch die Hände oder die Instrumente ausgeschlossen war, so blieb keine andere Möglichkeit, als dass sie eventuell durch die Einstichöffnung ausgetreten waren. Auch Arnd (l. c.) hatte bei seinen Versuchen bemerkt, dass die Einstichstelle Keime austreten liess, welche die Klarheit seiner Ergebnisse sehr trübten. Er musste die Versuche sämtlich unberücksichtigt lassen, bei denen er Mikroorganismen an der Einstichöffnung nachweisen konnte. Ich achtete von da ab sehr sorgfältig auf diese Austrittspforte und entdeckte, dass in einer Reihe von Experimenten trotz der Anwendung feinsten Canülen gleich nach der Injection die injicirten Mikroorganismen auf der Serosa des Darmes an der Stichöffnung nachweisbar wurden. Weiterhin konnte ich beobachten, dass die Keime während des auf mehrere Stunden ausgedehnten Versuches anfangs nicht ausserhalb des Darmlumens nachweisbar waren, später an der Einstichstelle doch zuerst zum Vorschein kamen. Man konnte ja auch nur gezwungen annehmen, dass einerseits die Mikroorganismen schon bei leichtem Grade der circulatorischen Störungen die Darmwand passiren sollten und andererseits nicht den Stichcanal, der doch immerhin für den Kaninchendarm eine beträchtliche Läsion der Epitheldecke und der übrigen Schichten darstellen musste. Sodann konnte ich mich davon überzeugen, dass die injicirten Keime bald auch auf anliegenden Darmschlingen nachweisbar waren, in deren Lumen sie nicht sein konnten. Es war also jederzeit der Einwurf gerechtfertigt, dass die auf der Aussenfläche der Serosa gefundenen Mikroorganismen nicht durchgewandert, sondern von der Einstichstelle aus übergewandert waren.

Dabei musste die Erfahrung gemacht werden, dass die Bakterien mit grosser Geschwindigkeit von der Einstichöffnung aus sich auf der Oberfläche der Serosa ausbreiteten. Verschiedene Momente waren hierbei zu berücksichtigen. Es handelte sich hier um Flächen, auf denen reichlich Flüssigkeit vorhanden war, der strömende Dampf

brachte in dieselbe gewiss lebhaftere Strömungen, die noch durch eine meist lebhaftere Peristaltik vermehrt wurden. Es waren also wohl die Keime gezwungen, den physikalischen Verhältnissen zu folgen. Nebenbei mag erwähnt werden, dass vielleicht der Dampfstrahl auch noch eine thermotaktische Wirkung auf die Keime ausübte. Es war natürlich, dass ich die abgeklemmte Schlinge in die Mitte des Beobachtungsfeldes und in die Mitte des Dampfstrahles verlegte, um sie in möglichst gleichmässigen Verhältnissen zu haben. Dabei wählte ich die Einstichöffnung oft 20—25 cm entfernt von der Abklemmung und lagerte sie infolgedessen auch entfernter vom Centrum des Strahles. Die Temperatur war in der Mitte des Beobachtungsfeldes sicher constant und damit höher als an entlegeneren Theilen. Schenk ¹⁾ wies experimentell nach, dass die Wärme als Bewegungsreiz für die Mikroorganismen wirke, dass diese das Bestreben haben, aus der Umgebung eines Wärmecentrums sich in der Richtung zu diesem Wärmepunkt hinzubewegen. Es konnten also — obgleich diesem Umstand wohl eine geringe Bedeutung beizumessen ist — zu den physikalischen Vorgängen bei der schnellen Ausbreitung der Keime in strömenden Flüssigkeiten vielleicht auch noch die thermotaktischen Eigenschaften der Mikroorganismen hinzukommen.

Einige Beispiele seien angeführt.

1. Einem Kaninchen wird eine lange Dünndarmschlinge herausgelagert und dem Dampfstrahl ausgesetzt. In das Darmlumen werden 2 ccm *Prodigiosus*-Bouillonreincultur mittelst feiner Canüle eingebracht. Etwa 6—7 cm oberhalb der Einstichöffnung wird ein 8 cm langes Darmstück durch zwei Darmklemmen so verlegt, dass das Lumen verschlossen, aber der Mesenterialansatz nicht geschädigt wird. Alle 3. Minuten werden mit sterilen Pinseln Abstriche von dem abgeklemmten Darmstück sowie von der unterhalb gelegenen Einstichöffnung auf Agar-Agar-Platten gemacht. Die Pinsel werden nur einmal benutzt.

Die Abstriche von der Einstichöffnung zeigten sämtlich reichliche *Prodigiosus*-Colonien. Die Abstriche von der abgeklemmten Darmpartie nach 21 Minuten ebenfalls. Sie war hinsichtlich ihrer Peristaltik und Farbe der Wand normal, und reagirte auf elektrische Reize typisch. Im zuführenden Rohr sammelte sich der Inhalt an und blähte dasselbe auf. Die Beobachtung dauerte eine Stunde.

2. Einem Kaninchen wird eine lange Dünndarmschlinge herausgelagert und in das Darmlumen durch feine Canüle 4 ccm einer 10 Tage alten *Prodigiosus*-Bouillonreincultur injicirt. Dann wird oberhalb der Einstichöffnung eine Dünndarmschlinge incarcerationirt. Die Einklemmung besteht $\frac{3}{4}$ Stunde, dann wird sie gelöst. Die Schlinge war bei der Lösung dunkelroth, leicht bläulich verfärbt. Die Function stellte sich nach der Lösung sehr schnell wieder her. Die Peristaltik der Schlinge sowohl

1) Schenk, Centralbl. f. Bakteriolog. u. Parasitenkunde Bd. XIV. S. 37.

wie am zuführenden und abführenden Rohre war eine sehr lebhafte. Alle 2 Minuten wurden Abstriche vom zuführenden Rohr, von der abgeklemmten Schlinge und von der unterhalb derselben gelegenen Einstichöffnung auf Agar-Agar-Platten gemacht. Die Abstriche der Einstichöffnung zeigten alle *Prodigiosus*-Colonien, die Abstriche der Schlinge nach 6 Minuten, die vom zuführenden Rohre nach 10 Minuten.

Daraus war ersichtlich, dass die Methode, die Keime mittels directer Injection durch die Darmwand in das Lumen zu bringen, für die Durchwanderung von Mikroorganismen einwandsfreie Resultate nicht geben und eine directe Ueberwanderung auf der Serosa entlang nicht ausgeschlossen werden konnte. Bei dem Studium des *Bacterium coli*, seiner Virulenz und seiner Durchwanderung durch die Darmwand ist diese Art der Einverleibung oft benutzt worden. Es muss hervorgehoben werden, dass für die Resultate aller so angelegten Versuche hinsichtlich ihrer Stichhaltigkeit dieses Moment berücksichtigt werden muss.

Für meine Experimente musste aber — das war eine Hauptbedingung — jeder andere Weg ausgeschlossen werden. Ich brachte deshalb die Mikroorganismen auf folgende Weise in das Darmlumen.

Ein etwa 30—40 cm langes Dünndarmstück wurde herausgelagert, und das Darmlumen an der untersten Stelle durch ein kleines Loch eröffnet. Durch dieses Loch wurde ein 25 cm langer elastischer Hartgummikatheter etwa 15—20 cm hoch im Darminnern aufwärts geschoben. Einige Centimeter oberhalb der Einführungsstelle wurde das Darmlumen sammt Katheter durch eine Darmklemme abgeklemmt. Ich benutzte dazu die kleinen gebogenen Dieffenbach'schen Klemmen, deren Branchen mit feinen Gummiröhren überzogen waren und das Darmlumen fest verschlossen. Der Katheter war so elastisch, dass er den Windungen der Darmschlingen leicht folgte, ohne Erosionen der Schleimhaut zu machen, anderseits so hart, dass er von den straffen Darmklemmen nicht zusammengedrückt wurde. Dann wurde etwa 15—20 cm oberhalb der Darmabklemmung eine Dünndarmschlinge durch einen Gummiring von bestimmter Lichte abgeklemmt derartig, dass die Oeffnung des Katheters im Lumen der abgeklemmten Schlinge lag, der Katheter also zum zweiten Mal sammt dem Darmlumen abgeklemmt war. An das offene untere Ende des Katheters, das ausserhalb des Darmes lag, war eine Spritzenanüle undurchlässig angefügt, ebenso war die Spritze an der Canüle undurchlässig. Nun wurde die gewünschte Menge durch den Spritzenstempel vorgeschoben und gelangte direct in das Lumen der abgeklemmten Darmschlinge. Der Katheter sammt Spritze blieb ungetrennt während der ganzen Beobachtungszeit liegen und wurde erst nach Beendigung des Ver-

suches herausgezogen. Auf diese Weise waren die Keime nur in der Spritze, dem Hartgummikatheter und der abgeklemmten Darmschlinge. Die während des Experimentes dauernd angefertigten Controlplatten von der Einstichöffnung zeigten, dass die injicirten Keime an der Einführungsstelle und somit auf der Serosa nicht erschienen. Eine Ueberwanderung der Mikroorganismen war somit ausgeschlossen. Allerdings musste ich bei den Abstrichen nun des *Bacterium coli* mit in Kauf nehmen, das sich in reichlicher Menge auf den Platten zeigte, aber es konnte einerseits leicht von den Keimen unterschieden werden, anderseits war nicht zu befürchten, dass es auf den Platten durch schnelles Wachsthum die anderen Keime vernichten würde. Dies stellte ich auf den Abstrichen selbst fest, brachte aber der Sicherheit wegen auch die angewandten Keime in gleichen Mengen zusammen in Bouillon und liess sie wochenlang mit einander sich entwickeln. Die nach bestimmten Zeitabschnitten angefertigten Gelatine- oder Agar-Agarplatten zeigten, dass das *Bacterium coli* zusammengebracht mit dem *Prodigiosus* im Bouillonröhrchen allmählich zu Grunde geht. Ich liess beide bis 3 Monate zusammen sich entwickeln; Anfangs wuchsen beide auf den Agar-Agarplatten in reichlicher Menge neben einander. Dann bekam der *Prodigiosus* in der Bouillon das Uebergewicht. Die späteren Platten stellten Reinculturen von *Prodigiosus* dar. Das *Bacterium coli* mit dem *Staphylococcus aureus* zusammengebracht und in Bouillon bei 37° C. gehalten, ging nach 3 Wochen in reichlicher Menge an, ebenso der *Staphylococcus aureus*. Eine Schädigung dieser Keime unter einander auf den Platten in den für mich in Betracht kommenden Zeiträumen war nicht vorhanden. Allerdings können die Verhältnisse im Darm andere sein. Hier scheint das *Bacterium coli*, wenigstens beim Kaninchen, nahezu der Alleinherrscher zu sein.

Aber ich brauchte dies bei meinen Versuchen im Darminnern nicht zu fürchten, denn beim Durchziehen durch den Gummiring wurde der Inhalt meist fast vollkommen zurückgestreift, und ich injicirte dann mehrere Cubikcentimeter sehr keimhaltiger Bouillon, so dass ich im Darminnern annähernd die Verhältnisse des Bouillonröhrchens schuf. Diesen Modus, gleich die keimhaltige gewachsene Bouilloncultur zu injiciren, wählte ich deshalb, damit die Mikroorganismen so wenig als möglich geschädigt wurden, wie es bei einer wässerigen Aufschwemmung durch Assimilationsstörungen möglich war. Dabei wurde der Keimgehalt der Injectionsflüssigkeit meist dadurch gesteigert, dass der Belag einiger Agar-Agarstrichculturen noch mit der Bouillon verrieben wurde. Dadurch wurde absichtlich

eine Keimmenge im Darmlumen angesammelt, wie sie für gewöhnlich im Darm nicht vorhanden sein kann, und durch welche ein Einfluss anderer Keime völlig hintangehalten wurde.

Die Beobachtung des Durchtrittes von Keimen geschah auf dreierlei Weise. Es wurden erstens den Thieren, Hunden, Katzen und Kaninchen die Mikroorganismen *Staphylococcus aureus*, *Prodigiosus*, *Pyocyaneus* durch Schlundsonde in den Magen gebracht, und dann nach Eröffnung der Bauchhöhle eine Hernie eingeklemmt, dieselbe reponirt und die Bauchhöhle geschlossen. Nach bestimmter Zeit wurde dieselbe wieder geöffnet und die Schlinge hervorgezogen. Von dem Transsudat, welches in der Bauchhöhle vorgefunden wurde, wurden Theile auf Nährboden übertragen und Platten gegossen, ausserdem Abstriche auf Agar-Agarplatten angelegt.

Nach der Lösung wurde die Schlinge meist noch eine Stunde unter dem Dampfstrahl beobachtet und von derselben alle 5, 10 oder 15 Minuten Abstriche gemacht, um zu erkennen, ob vielleicht nach der Lösung der Einklemmung, nach Wiederkehr der Circulation und beim Ausgleich der Circulationsstörungen Keime auf der Serosa erscheinen würden. Zweitens wurde nach Einbringung der Keime in den Magen eine Dünndarmschlinge eingeklemmt, aber nicht reponirt, sondern im Dampfstrahl bestimmte Zeit beobachtet, und alle 10—15 Minuten das sich bildende Transsudat auf Agar-Agarplatten ausgestrichen; und drittens wurden die Keime nach der Einklemmung einer Dünndarmschlinge auf die angegebene Weise direct in das Innere der Schlinge gebracht, die Schlinge im Dampfstrahl beobachtet und das Transsudat abgestrichen. Die letzte Versuchsanordnung musste getroffen werden, um die Keime in sehr grosser Anzahl sicher in der Schlinge zu haben und um damit dem Einwand zu begegnen, als seien die Keime bei der Einverleibung auf natürlichem Wege in zu geringer Anzahl im Darm, um durchtreten und constatirt werden zu können. Sodann waren gerade diese Versuche dadurch, dass jede Verunreinigung ausgeschlossen war, ganz einwandfrei in ihren Ergebnissen.

Zunächst wollte ich sehen, ob die normale Darmwand für Mikroorganismen durchgängig sei, wenn sich eine grössere Menge keimhaltigen Materiales im Innern des Darmes längere Zeit aufhielt und nicht weggeschafft werden konnte, wodurch die Peristaltik des Darmstückes einerseits lebhaft angeregt, anderseits der eventuell störende Einfluss des Speisebreies ausgeschaltet wurde dadurch, dass ich eine möglichst leere Darmpartie für die Einverleibung der Mikroorganismen wählte.

Aus den Experimenten Kader's¹⁾, die er zur Beobachtung der Entstehung des localen Meteorismus beim Darmverschluss anstellte, war ersichtlich, dass in der Darmwand nach langdauernder Verlegung des Lumens — er führte dieselbe bis zu 72 Std. durch — so gut wie keine Abweichungen von der Norm entstehen, wenn nur der Mesenterialtheil des Darmstückes ungeschädigt blieb. Sperrte ich also ein Darmstück durch 2 Darmklemmen ab, und brachte ich Keime in dies Stück, so konnte ich an der normalen Darmwand beobachten, und durch Abstriche von der Serosa auf Agar-Agarplatten kenntlich machen, ob Keime durchtraten.

1. Einem Kaninchen wird vom Medianschnitt aus eine lange Dünndarmschlinge herausgelagert und unter Dampf beobachtet. Durch ein kleines Loch im Darm am untersten Ende wird der Hartgummikatheter etwa 20 cm weit im Darminnern aufwärts geschoben, und ein etwa 8 cm langes Dünndarmstück durch zwei Darmklemmen so abgeklemmt, dass der Mesenterialansatz desselben nicht in Mitleidenschaft gezogen wird. Die Abklemmung ist so hoch gemacht, dass die Oeffnung des Katheters in das verlegte Darmstück mündet. Nun werden mit einer Spritze 5 cem Prodigiosusbouillonreincultur von 48 Stunden durch den Katheter injicirt. Das Darmstück wird dadurch leicht gefüllt. Katheter und Spritze bleiben liegen. Alle 3 Minuten wird von dem Darmstück ein Pinselabstrich auf Agar-Agar gemacht und die Beobachtung 3 Stunden fortgesetzt. Dann wird die Verlegung aufgehoben und das Darmloch durch Naht geschlossen. Die peristaltischen Bewegungen waren und blieben an dem oberhalb der Abklemmung gelegenen Theil am stärksten, hörten in dem verlegten Theil nicht auf, waren Anfangs schwach und hörten dann ganz auf im unterhalb der Abklemmung gelegenen Theil. Nach Beendigung der Beobachtung wird die Injectionsflüssigkeit durch Abnahme der Spritze aus dem Katheter abgenommen und eine Controllplatte angelegt. Während diese Controllplatte neben einer Reihe anderer Keime reichlich den *Bacillus prodigiosus* zeigte, kam er auf keinem Abstrich von der Serosa zur Entwicklung.

2. Einem Kaninchen wird bei gleicher Versuchsanordnung eine 10 cm lange Dünndarmschlinge verlegt und in dieselbe eine Mischcultur von *Prodigiosus* und *Staphylococcus aureus* injicirt. (5 cem *Prodigiosus*-bouillonreincultur werden mit 5 cem *Staphylococcus aureus*-Bouillonreincultur verschüttelt und davon 5 cem injicirt). Alle 5 Minuten wird ein Abstrich von der Serosa des zwischen den Klemmen gelegenen Darmtheiles auf Agar-Agarplatten gemacht. Nach Beendigung des Versuches wird eine Controllplatte von der aus dem Darm abgelassenen Injectionsflüssigkeit angelegt. Die Beobachtung dauerte 2 Stunden.

Auf den Abstrichen auf Agar-Agar entwickelt sich weder *Prodigiosus* noch *Staphylococcus aureus*. Die Controllplatte zeigte beide reichlich.

1) Kader, Beitrag zur Frage des localen Meteorismus bei Darmocclusion. Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie. Bd. XXXIII. 1892.

3. Einem Kaninchen wird von einem Mediansehnitt aus in der gewöhnlichen Weise ein langes Dünndarmstück kreisförmig herausgelagert und dem Dampfstrahl ausgesetzt. Am untersten Ende wird das Darmlumen eröffnet und der Hartgummikatheter ungefähr 16 cm im Darminnern aufwärts geschoben. Etwa 6 cm oberhalb der Einführungsstelle wird das Darmlumen durch eine Darmklemme sammt Katheter verlegt und wiederum 6 cm oberhalb wird eine gleiche Abklemmung gemacht, so dass die Oeffnung des Katheters oberhalb der oberen Verlegung frei ins Darmlumen mündet. Jetzt werden aus der 5 cem Prodigiosus Bouillonreincultur fassenden Spritze $2\frac{1}{2}$ cem injicirt; dann der Katheter soweit zurückgezogen, dass die Oeffnung in das doppelt abgeklemmte Darmstück mündet und in dasselbe die restirenden $2\frac{1}{2}$ cem Prodigiosuscultur injicirt. Katheter sammt Spritze bleiben liegen. Alle 5 Minuten werden Abstriche vom abgeklemmten Stück, von der Partie oberhalb und unterhalb der Abklemmung auf Agar-Agarplatten gemacht. Die Beobachtung dauerte 4 Stunden. Auf keinem Abstrich entwickelte sich Prodigiosus. Zur Controle war eine Agar-Agarplatte mit der Injectionsflüssigkeit gegossen worden, die den Prodigiosus angehen liess.

4. Bei einem Kaninchen wird ein langes Stück Dünndarm durch Mediansehnitt freigelegt und dem Dampfstrahl ausgesetzt. Durch ein kleines Loch wird der Hartgummikatheter hoch hinaufgeschoben. Ca. 10 cm oberhalb der Eröffnung wird eine Darmklemme angelegt und durch eine zweite Darmklemme oberhalb der ersten ein 7—8 cm langes Darmstück verlegt. In dieses Darmstück werden zunächst $2\frac{1}{2}$ cem Prodigiosusbouillonreincultur injicirt. Dann werden alle 5 Minuten Abstriche von dem verlegten Darmstück gemacht. Nach halbstündiger Beobachtung werden weitere $2\frac{1}{2}$ cem derselben Cultur in das Darmstück injicirt, so dass dasselbe leicht gebläht erscheint. Nach weiterer halbstündiger Beobachtung werden noch 5 cem Prodigiosuscultur eingebracht, so dass das Darmstück stark aufgebläht und gelähmt ist. Beobachtungszeit dauerte 4 Stunden. Dann wurde die Injectionsflüssigkeit abgelassen und eine Controlplatte angelegt. Diese zeigt reichlich Prodigiosus. Keiner der Abstriche von der Serosa liess Prodigiosa angehen.

5. Bei einem Hunde wird vom Mediansehnitt aus ein ca. 30 cm langes Stück Dünndarm herausgelagert und durch ein kleines Loch am untersten Theil der Hartgummikatheter etwa 20 cm hoch hinaufgeschoben. Dann wird durch 2 Darmklemmen ein 10 cm langes Darmstück abgeklemmt, so dass bloss das Darmlumen verlegt ist. In dieses abgeklemmte Stück werden 4 cem Prodigiosusbouillonreincultur injicirt (2 Bouillonröhrchen mit Prodigiosus beschickt, 4 Tage bei 26°C . gehalten, werden mit Prodigiosustrichculturen von 4 Tagen ausgeschüttelt). Beobachtung des Darmes im Dampfstrahl. Spritze und Katheter bleiben liegen. Alle 5 Minuten wird ein Pinselabstrich von dem Darmstück gemacht, weiterhin vom zuführenden und abführenden Rohr. Das verschlossene Darmstück zeigte während der ersten halben Stunde Peristaltik. Nach einer halben Stunde werden weitere 4 cem Cultur injicirt; der Darm erscheint gebläht, bewegt sich träger. Nach einer weiteren halben Stunde werden noch 4 cem Cultur eingespritzt. Beobachtungszeit 4 Stunden. Control-

platte von der Injectionsflüssigkeit. Keine Platte ausser der Controlplatte zeigte den Prodigiosus.

6. Einer Katze wird vom Medianschnitt aus ein etwa 30—35 cm langes Dünndarmstück herausgelagert, und durch ein kleines Loch am untersten Ende der Hartgummikatheter eingeführt. Durch 2 Darmklemmen wird ein 8 cm langes Darmstück am oberen Ende des freiliegenden Darmabschnittes so abgeklemmt, dass der Mesenterialansatz nicht geschädigt wird. Dann werden 4 ccm Prodigiosusbouillonreincultur, die wie beim vorigen Experiment bereitet war, injicirt. Abstriche von der abgeklemmten Partie werden alle 10 Minuten gemacht. Nach zweistündiger Beobachtung hört das Thier plötzlich auf zu athmen, Narkosentod. Eine halbe Stunde nach dem Tode werden die Mesenterialblutgefässe eröffnet und das Blut abgeimpft. Die Beobachtung wird nach dem Aufhören der Athmung noch eine Stunde im Dampfstrahl fortgesetzt. Kein Abstrich, ebensowenig die Impfungen des Mesenterialblutes zeigten Prodigiosus.

7. Bei einem Kaninchen wird ein langes Dünndarmstück freigelegt und dem Dampfstrahl ausgesetzt. Durch ein Loch in der Darmwand wird der Hartgummikatheter hoch aufwärts geschoben und ein 10 cm langes Darmstück durch 2 Darmklemmen verschlossen. Das Mesenterium bleibt unbeeinflusst. In das Darmstück wurden 2½ ccm einer concentrirten Staphylococcus aureus-Bouillonreincultur injicirt und die Serosa alle 5 Minuten auf Agar-Agarplatten abgestrichen. Dauernd wurde durch einen mittelstarken faradischen Strom die Schlinge gereizt, so dass sie fortwährend sehr heftige Contractionen auslösen musste, die das Darm-lumen oft auf mehrere Centimeter Länge stark verengten. Die Beobachtungszeit dauerte 2 Stunden. Kein Abstrich liess den Staphylococcus aureus angehen.

8. Einem Kaninchen, welches 3 Tage gehungert hatte, werden 35 ccm Prodigiosus-Bouillonreincultur mittels Schlundsonde in den Magen gebracht; dann wird der Magen und der obere Dünndarmtheil durch Medianschnitt freigelegt und abgewartet, bis die herausgelagerte Schlinge, die Anfangs ganz leer und zusammengefallen war, deutlich durch die Peristaltik mit dünnflüssigem Speisebei gefüllt war. Jetzt wird ein 8 cm langes Stück oben und unten durch eine Seidenligatur verschlossen, ohne dass die Wand abgeschlossen wurde und zwar so, dass der Inhalt in der Darm-partie bleiben musste. Reposition des Darmes und Schluss der Bauchhöhle. Nach 10 Stunden wird die Bauchhöhle wieder geöffnet, das Thier machte einen matten Eindruck. Nach Herausziehen des Darmes ist die abgebundene Darmpartie eher mehr ausgedehnt als anfangs, leicht injicirt, das unterhalb gelegene Darmstück leer, das oberhalb gelegene dilatirt, aber nicht hochgradig gedehnt. Das Thier hatte nicht viel gefressen. Von der Serosa werden Abstriche gemacht und zwar von den drei verschiedenen Abschnitten des Dünndarmes. Keiner der Abstriche liess den Prodigiosus erkennen.

Bei diesen Versuchen war also der Mesenterialansatz nicht geschädigt worden, die Circulationsverhältnisse nicht beeinflusst, und es wurde in die verlegte Darmpartie eine grosse Quantität

der betreffenden Keime gebracht. Beim Versuch 3 war die Injection so vorgenommen worden, dass sowohl in dem abgeklemmten Darmstück als auch in dem oberhalb gelegenen Theil Keime in grosser Anzahl vorhanden waren. Die Abstriche sollten beweisen, dass auch bei einfacher Verlegung des Darmlumens trotz des nachdrängenden Inhaltes und der Ausdehnung des Darmlumens im zuführenden Rohre Mikroorganismen nicht durch die intacte Darmwand treten. Weder eine Dehnung der Darmwand noch eine sehr lebhafteste Peristaltik begünstigte eine Durchwanderung. Die Darmwand wurde bis zur Contractionsunfähigkeit gedehnt und die Peristaltik durch elektrische Reize unnatürlich gesteigert. Selbst nach einer Stauung des Inhaltes von 10 Stunden konnte ich Keime auf der Serosa nicht nachweisen. Das dürfte zeigen, dass Mikroorganismen die Darmwand, deren Circulationsverhältnisse nicht gestört werden, nicht durchwandern können, selbst wenn das Darmlumen sich beträchtlich ausdehnt und die Musculatur gelähmt wird.

Weiterhin ging ich dazu über, den Durchtritt der Keime durch die Darmwand, deren Circulationsverhältnisse gestört waren, zu prüfen und dazu Darmschlingen sammt Mesenterium abzuklemmen, wie es die elastische Incarceration beim Menschen hervorruft. Ich begann mit leichten Einklemmungen, liess dieselben erst kürzere, dann längere Zeit bestehen und steigerte allmählich die Strangulation bis zur völligen Unterbindung der venösen und arteriellen Gefässe. Dabei wurden verschiedene Combinationen angewandt, um möglichst die Verhältnisse den natürlichen anzupassen, dann aber auch, um sie möglichst unnatürlich zu gestalten, d. h. die Bedingungen für die Darmwand nach Kräften ungünstig zu gestalten. Dadurch sollte zugleich gezeigt werden, was eventuell die Darmwand zu leisten im Stande war. Deshalb wurde bei den einzelnen Versuchen die Menge des injicirten Materials und möglichst auch die Länge der Darmschlinge sowie die Lichte des Ringes angegeben. Sodann wurde vor der Lösung der Einklemmung der Zustand der Darmwand nicht bloss nach der Farbe, sondern auch nach dem functionellen Verhalten der Schlinge beurtheilt, und die Lebensfähigkeit des Darmes nach der Rückkehr der elektrischen Erregbarkeit bestimmt. Dabei wurde auch zugleich nach Minuten angegeben, wann die Musculatur wieder normal auf die elektrischen Reize reagirte, damit das Urtheil über die Intensität der jeweiligen pathologischen Veränderungen in der Darmwand möglichst viele Anhaltspunkte für die Sicherheit hatte und möglichst bestimmt gebildet werden konnte. Sowohl die Einklemmung wie die Beobachtungen wurden

alle an dem unter dem Dampfstrahl befindlichen Darm angestellt, auch wenn es in den Versuchen nicht ausdrücklich angegeben ist. Auch bemühte ich mich, meist das Alter der einzelnen Bouillonculturen mit anzuführen, damit man daraus einen Schluss auf die Keimhaltigkeit der eingebrachten Flüssigkeit und auf die Entwicklungsfähigkeit der Keime ziehen konnte.

1 u. 2. Einem Kaninchen werden, nachdem es 3 Tage gehungert hatte, 40 ccm *Staphylococcus aureus*-Bouillonreincultur durch Schlundsonde in den Magen gebracht, dann die Bauchhöhle 1 $\frac{1}{2}$ Stunde später eröffnet und eine höher gelegene Dünndarmschlinge durch einen Gummiring, dessen Lichte 1 cm beträgt, in leichter Weise abgeklemmt; dann wird die Bauchhöhle nach Reposition der Schlinge geschlossen. 7 Stunden später wird die Schlinge wieder hervorgeholt. Dieselbe ist ebenso wie das zuführende Rohr prall gefüllt und etwas dilatirt, das abführende Rohr leer; die Wand der Schlinge mittelstark injicirt; in der Bauchhöhle kein Exsudat. Abstriche von der Serosa.

Reposition der Schlinge und Bauchnaht. 14 Stunden später liegt das Thier im Sterben. Eröffnung der Bauchhöhle. Der Leib ist aufgetrieben. In der Bauchhöhle nur wenig Exsudat. Die Schlinge nicht übermässig gefüllt, ist braunroth mit schwarzen Flecken versehen, missfarbig, Serosa glanzlos. Das zuführende Rohr stärker gefüllt, das abführende Rohr leer. Der Magen nicht sehr gefüllt.

Vom Transsudat und der Serosa Abstriche. Die Platten, die nach 7 stündigem Bestehen der Einklemmung beschickt sind, zeigten nirgends *Staphylococcus aureus*. Hingegen liessen die Abstriche nach 21 stündiger Einklemmung ausser reichlichen anderen Keimen auch den *Staphylococcus aureus* mit 6—8 Colonien angehen.

3. Einem Kaninchen, das 3 Tage gehungert hatte, wurden 50 ccm einer Mischung von *Staphylococcus aureus*- und *Pyocyaneus*-Bouillonreincultur in den Magen gebracht und das Abdomen 2 Stunden später eröffnet. Eine hohe Dünndarmschlinge, die deutlich Peristaltik zeigt, und Inhalt führt, wird durch einen Ring, dessen Lichte 6 mm Durchmesser hat, leicht eingeklemmt und die Bauchhöhle geschlossen. 8 Stunden später wird sie wieder eröffnet und die Schlinge hervorgeholt. Sie ist mittelstark gebläht, dunkelroth, offenbar nicht schwer geschädigt. Elektrische Erregbarkeit ist erloschen. Das zuführende Rohr ist dilatirt und gelähmt. Das Thier hatte nicht viel gefressen. Nach der Lösung kehren die peristaltischen Bewegungen sehr schnell zurück, kaum 5 Minuten nach der Lösung reagiren alle Theile in normaler Weise. Reposition der Schlinge und Schluss der Bauchhöhle. Die Abstriche von dem spärlichen Transsudat in der Bauchhöhle sowie von der Serosa liessen weder *Staphylococcus aureus* noch *Pyocyaneus* angehen.

4. Einem Kaninchen wird eine Dünndarmschlinge herausgelagert und dem Dampfstrahl ausgesetzt, dann durch ein kleines Loch der Hartgummikatheter am untersten Ende eingeschoben und ein etwa 10 cm langes Darmstück mittelstark incarcirirt. Durch den Katheter werden 2 ccm *Staphylococcus aureus*-Bouillonreincultur in die Schlinge injicirt. Dieselbe

füllte sich schnell an. 30 Minuten nach der Abklemmung war die elektrische Erregbarkeit aufgehoben, ebenso die Peristaltik. Nach 1 Stunde war die Schlinge schwarzblau verfärbt und bedeckt mit zahlreichen kleinsten Blutungen in die Serosa. Die Einklemmung wurde jetzt gelöst. Schon 4 Minuten nach derselben erschienen in der Schlinge oberflächliche kurze Contractionen und 10 Minuten nach der Lösung gehen elektrische Reizcontractionen über die Schnürfurchen. Nach 20 Minuten reagiren alle Theile normal, nachdem die Wirkung am längsten an der Spitze der Schlinge ausgeblieben war. Reposition und Schluss der Bauchhöhle.

Alle 10 Minuten wurde das Transsudat von der Serosa abgestrichen bis zur Reposition der Schlinge. Auf keinem Abstrich entwickelte sich der *Staphylococcus aureus*.

5. Einem Kaninchen wird vom Medianschnitt aus eine lange Dünndarmschlinge herausgelagert, und unter dem Dampfstrahl an der untersten Stelle durch ein Loch der Hartgummikatheter ca. 15 cm aufwärts geschoben. Dann wird eine 15 cm lange Darmschlinge mittelstark durch einen Gummiring von 4 1/2 mm Lichte abgeklemmt. Durch den in die Schlinge mündenden Katheter werden 5 ccm *Staphylococcus-Bouillon-reincultur* von 12 Tagen in den Darm gebracht. Katheter und Spritze bleiben liegen. Die Lähmung der Schlinge trat nach 25 Minuten ein, sie ist prall gefüllt, giebt auf elektrische Reize keinerlei Reactionen mehr. Die Einklemmung dauerte 2 Stunden. Dann ist die Schlinge dunkelblau-roth und secernirt reichlich Transsudat. Alle 1/4 Stunden werden Abstriche von der Schlinge auf Agar-Agar-Platten gemacht. Nach der Lösung der Einklemmung wird von der Schlinge noch eine Stunde abgestrichen. Nach 7 Minuten nach der Hebung der Einklemmung reagiren einzelne Stellen der Schlinge typisch und nach 12 Minuten alle Theile.

Das zu- und abführende Rohr waren nicht gelähmt. Resection der Schlinge zum Zweck mikroskopischer Untersuchung.

Die verschiedenen Schichten zeigten reichliche hämorrhagische Imbibition, besonders ausgedehnte Blutungen in der Submucosa und Subserosa. Die Muskelbündel durch streifenförmige Häorrhagien aufgefasert. Staphylokokken waren in der Submucosa nicht nachweisbar. Auf den Agar-Agar-Platten entwickelte sich nicht der *Staphylococcus aureus*.

6. Einem Kaninchen wird der Dünndarm vom Medianschnitt aus herausgelagert und am untersten Ende desselben durch ein kleines Loch im Darm der Hartgummikatheter etwa 20 cm hoch in aufsteigender Richtung eingeführt. Dann wird eine etwa 10 cm lange Dünndarmschlinge, die in geringer Weise gefüllt ist, durch einen Gummiring von 5 mm Lichte abgeklemmt, sodass die Oeffnung des Katheters in der abgeklebten Schlinge liegt. Jetzt wird 1 ccm einer *Prodigosus-Bouillonreincultur* von 2 Tagen, die verrührt wird mit einer 2 tägigen Agar-Agarstrichcultur, in die Schlinge injicirt, nachdem vorher noch etwa 6 cm unterhalb der Einklemmung das Darmlumen durch eine Darmklemme verlegt war. Die Schlinge lagert auf den übrigen Dünndärmen im Dampfstrahl. In dieser Lage wird dieselbe 3 Stunden beobachtet und alle 15 Minuten mit dem Pinsel ein Abstrich von der Serosa auf Agar-Agar-Platten gemacht. Ebenso wird alle Stunden die auf dem Mesenterialansatz sich ansammelnde

Flüssigkeit auf Agar-Agar-Platten ausgestrichen. Nach 3 Stunden wird die Einklemmung gelöst und das Loch im Darm vernäht.

Die Schlinge begann 15 Minuten nach der Einklemmung leicht cyanotisch zu werden, reagierte nach 1 $\frac{1}{4}$ Stunde auf elektrische Reize noch normal, wenn auch nicht so energisch und intensiv. Die Füllung derselben hatte beträchtlich zugenommen. 2 Stunden nach der Einklemmung war die Peristaltik aufgehoben, eine typische Reaction nicht mehr zu erzielen. Die Schlinge ist dunkelblau bis violett, mit einigen helleren stecknadelkopfgrossen Blutungen unter der Serosa; das Transsudat war nicht deutlich bluthaltig. Das abführende Rohr ist collabirt, reagirt normal, das zuführende Rohr ist gebläht, zeigt ebenfalls normale Reactionen. Lichte des Ringes nach der Lösung der dreistündigen Einklemmung 5 : 6 mm. Die Schnürrfurchen sind stark ausgeprägt. Unmittelbar nach der Lösung geht ein Theil des Inhaltes in das abführende Rohr über. Kaum 10 Minuten nach der Lösung reagiren alle Theile der Schlinge wieder normal. Die blaue Färbung der Darmwand hellt sich schnell sichtbar auf, es tritt eine lebhaft Injection ein. Nach der Reposition und dem Schluss der Bauchhöhle macht das Thier nicht den Eindruck eines laparotomirten.

Auf keiner Platte war der Prodigiosus angekommen; auch alle Abstriche von der Darmöffnung, die *Bacterium coli* in reichlicher Menge zeigten, liessen nichts von Prodigiosus erkennen.

7. Einem Kaninchen wurde eine lange Dünndarmschlinge herausgelagert und nach Einführung des Hartgummikatheters eine 10 cm lange Dünndarmschlinge, die einigen Inhalt führte, durch einen Gummiring von 4 mm Lichte im Durchmesser mittelstark incarcerirt. In die Schlinge werden 5 cem Prodigiosus-Bouillonreincultur von 5 Tagen eingebracht. Die Schlinge ist sogleich prall gefüllt und lässt auf elektrische Reize nur leichte Contractionen entstehen, die sehr oberflächlich sind. Die Stauungserscheinungen bilden sich sehr schnell aus; nach 1 Stunde ist die Schlinge tief dunkelblauroth, die Füllung ist noch stärker geworden. Die Transsudation ist eine reichliche und mit Blut gemischt. Alle 10 Minuten werden Abstriche von der Serosa auf Agar-Agar-Platten angelegt, welche reichlich Blut enthalten. Nach 2 Stunden ist die Schlinge schwarz, unter der Serosa sind mehrere grössere braune Flecken sichtbar, sie selbst ist noch glänzend. Das zuführende Rohr ist nur leicht dilatirt, das abführende zusammengefallen. Nach 3 Stunden wird die Einklemmung gelöst. Ein Theil des Inhaltes geht sogleich in das abführende Rohr über, aber die Spannung lässt nur wenig nach. Unter der Serosa entstehen hellrothe Suffusionen welche die Serosa abheben. Die Farbe der Schlinge ändert sich wenig. An einigen Stellen treten hellrothe Querstreifen auf. Die Schlinge transsudirt noch. Peristaltische Bewegungen treten während 1 $\frac{1}{2}$ stündiger Beobachtung unter dem Dampfstrahl nicht auf, ebenso kehrte die elektrische Erregbarkeit nicht wieder zurück. Resection der Schlinge, sowie des unterhalb derselben befindlichen Theiles von 15 cm. Darmnaht. Nach etwa 5 Stunden stirbt das Thier, das nach der Darmnaht recht matt war.

Die Abstriche während der Beobachtung von der Serosa auf Agar-Agar-Platten zeigten keinen Prodigiosus. Die Impfungen des Transsudates der Bauchhöhle etwa 1 Stunde nach dem Tode liessen den Prodi-

giosus reichlich angehen; eine Verunreinigung bei der Darmnaht wahrscheinlich.

8. Einem Kaninchen wird vom Medianschnitt aus eine lange Dünndarmschlinge im Dampfstrahl hervorgeklagt und durch ein kleines Loch weit unten der Hartgummikatheter eingeführt. Dann wird eine 15 cm lange Dünndarmschlinge mittelstark durch einen Gummiring abgeklamt, dessen Lichte 5 mm im Durchmesser beträgt. In die Schlinge werden durch den Katheter 5 ccm *Staphylococcus aureus*-Bouillonreincultur eingebracht. Die Inhalt führende Schlinge wird dadurch prall gespannt, die elektrische Erregbarkeit ist deutlich herabgesetzt. Nach $\frac{3}{4}$ Stunde ist dieselbe und das zuführende Rohr mässig dilatirt, reagirt normal. Alle 15 Minuten werden Abstriche von der Serosa auf Agar-Agarplatten gemacht. Die Schlinge bleibt 4 Stunden unter Beobachtung. Die Farbe derselben ist dunkelblauschwarz mit helleren Stellen, das Transsudat ist stark bluthaltig; das zuführende Rohr stark dilatirt und gelähmt, die Schlinge ganz prall. Nach der Lösung bleibt die Schlinge 15 Minuten bewegungslos, dann giebt sie auf elektrische Reize deutliche aber schwache Reactionen. Erst nach 35 Minuten reagiren alle Theile typisch, aber noch langsam und oberflächlich. Die Infiltration der Wand ist noch beträchtlich, die Farbe der Schlinge noch dunkelblau, aber auf derselben zahlreiche hellere Streifen, die dem Gefässverlauf entsprechen. Nach einer Stunde ist die Bewegung in der Schlinge wieder lebhaft. Reposition.

Vor und alle 5 Minuten nach der Lösung bis zur Reposition wurden Abstriche von der Serosa auf Agar-Agarplatten angelegt; auf keiner Platte kam der *Staphylococcus aureus* zur Entwicklung.

9. Einem Kaninchen, welches 3 Tage gehungert hatte, wurden durch Schlundsonde 40 ccm *Staphylococcus aureus*-Bouillonreincultur von 18 Tagen in den Magen gebracht. Dann wird der Magen durch Medianschnitt freigelegt, der Pylorus aufgesucht und ein langes Dünndarmstück vom Pylorus abwärts herausgelagt und dem Dampfstrahl ausgesetzt. Nun wird die Peristaltik beobachtet. Nach einer Stunde, nachdem der Darminhalt deutlich sichtbar durch lebhaft peristaltische Bewegungen vom Pylorus aus abwärts getrieben wird, wird eine etwa 10 cm lange Dünndarmschlinge 37 cm unterhalb des Pylorus durch einen Gummiring von 5 mm Lichte abgeklamt. Die Einklemmung ist mittelstark. Dann wird die Schlinge reponirt und die Bauchhöhle geschlossen. 6 Stunden später wird dieselbe wieder eröffnet. In der Bauchhöhle befindet sich reichlich nicht deutlich blutiges Transsudat; die Schlinge ist eingehüllt von Nachbarschlingen und dem Coecum, ist prall gefüllt, schwarzbraun gefärbt; das zuführende Rohr mittelstark ungefähr ebenso stark wie die Schlinge gedehnt und ebenso wie die Schlinge gelähmt. Das abführende Rohr reagirt normal. Nach der Lösung im Dampfstrahl erscheinen nach ca. 10 Minuten sowohl leichte peristaltische Bewegungen in der Schlinge, sowie Reactionen auf elektrische Reize, die aber wenig energisch und langsam erfolgen. Nach 25 Minuten sind die einzelnen Theile der Schlinge wieder in lebhafter Bewegung, und die Reaction ist typisch, wenn auch nicht so schnell und intensiv als normal. Die Schlinge wird nach halbstündiger Beobachtung reponirt. Vor der Lösung sowohl als alle 5 Minuten nach der Lösung werden Abstriche

auf Agar-Agarplatten gemacht. Auch wurde bei Eröffnung der Bauchhöhle vom Transsudat abgeimpft; die Platten zeigten sämtlich keine Colonien von *Staphylococcus aureus*; auch das Transsudat war keimfrei.

10. Einem Kaninchen, welches 3 Tage gehungert hat, werden 35 cm eines Gemisches von *Staphylococcus aureus*- und *Pyocyaneus*-Bouillonreincultur in den Magen gebracht und 2 Stunden später vom Medianschnitt aus eine höher gelegene Dünndarmschlinge ziemlich stark abgeklemmt und reponirt. 7 Stunden später wird dieselbe wieder hervorgeholt. In der Bauchhöhle war nicht viel Transsudat, dasselbe aber deutlich blutig gefärbt, die Schlinge durch Adhäsionen verklebt, schwarzbraun, prall gefüllt, ziemlich hart, vollkommen gelähmt. Das zuführende Rohr stark dilatirt, reactionslos, das abführende nahezu leer. Nach einstündiger Beobachtung im Dampfstrahl kehrt die elektrische Erregbarkeit nicht zurück. Auf der Serosa treten hellrothe ausgedehnte Suffusionen auf. Resection der Schlinge; Darmnaht. Das Thier macht einen matten Eindruck. Tod in der folgenden Nacht. Peritonitis. Die vor der Lösung und nach derselben auf Agar-Agarplatten angefertigten Abstriche von der Serosa und dem Transsudat liessen den *Staphylococcus aureus* und *Pyocyaneus* nicht angehen. Aus dem Transsudat der Bauchhöhle bei der Section entwickelten sich diese Keime reichlich auf Agar-Agar- und Gelatineplatten.

11. Einem Kaninchen werden, nachdem es 3 Tage gehungert hatte, 40 ccm eines Gemisches von *Prodigiousus*- und *Pyocyaneus*-Bouillonreincultur durch Schlundsonde beigebracht. 2½ Stunde später wird vom Medianschnitt aus eine 10 cm lange Dünndarmschlinge, welche Inhalt führt, in mittelstarker Weise eingeklemmt und reponirt. 10 Stunden danach wird die Schlinge wieder herausgezogen. Sie ist durch leichte Adhäsionen mit den Nachbarschlingen verklebt, blauröth und stellenweise braunroth, dabei prall gefüllt und gelähmt. In der Bauchhöhle reichlich blutig gefärbtes Transsudat. Nach der Lösung lässt die Spannung in der Schlinge nur langsam nach. Etwa 30 Minuten später sind typische Reactionen an allen Theilen auslösbar, aber noch nicht so energisch, wie normalerweise. Reposition der Schlinge.

Das Transsudat sowie die Abstriche von der Serosa vor und nach der Lösung der Schlinge waren frei von *Prodigiousus* und *Pyocyaneus*.

12. Bei einem Kaninchen, welches 3 Tage gehungert hat, werden mit der Schlundsonde 30 ccm *Staphylococcus aureus*-Bouillonreincultur von 15 Tagen in den Magen gebracht. Dann wird durch Medianschnitt nach etwa einer halben Stunde der obere Dünndarm freigelegt und eine Stunde nach der Injection, nachdem der Dünndarm deutliche Peristaltik gezeigt hatte, eine obere Dünndarmschlinge von 12 cm Länge durch einen Gummiring von 5 mm Lichte abgeklemmt und das Abdomen geschlossen. Tod des Thieres am anderen Morgen etwa 12 Stunden nach der Abklemmung. Section ca. 4 Stunden nach dem Tode. Reichliches Exsudat in der Bauchhöhle. Die Schlinge ist mit den Nachbarschlingen verklebt, fühlt sich matschig an, ist grauschwarz, theilweise grau gefärbt, stellenweise schwarze linsengrosse Flecke auf der Serosa. Zuführungsrohr stark gebläht. Platinösenimpfungen von der Serosa der Schlinge, vom Lumen des zuführenden Rohres und der Schlinge sowie vom Herzblut. Die Platten der Impfungen

von der Serosa zeigten sehr dicht den *Staphylococcus aureus* fast in Reincultur; die übrigen Platten weniger rein. Das Herzblut liess keine Keime angehen.

13. Ein Kaninchen, das dreimal 24 Stunden gehungert hat, erhält mittels Schlundsonde 50 cem concentrirte *Prodigiosus*-Bouillonreincultur in den Magen eingespritzt. Nach 1 $\frac{1}{4}$ Stunde wird vom Medianschnitt aus eine 10 cm lange Dünndarmschlinge durch einen Gummiring von 6 mm Lichte mittelstark abgeklemmt und reponirt. Von dem Peritonealtranssudat wird vorher ein Abstrich gemacht. 15 Stunden später wird das Abdomen wieder eröffnet. Das Thier hatte viel gefressen. Das zuführende Rohr war gebläht und gefüllt, jedoch nicht stark. Die in der Einklemmung befindliche Schlinge ist 75 cm lang. Am unteren Ende der Schlinge ist der Darm stärker gebläht, starrwandig mit zahlreichen linsengrossen grauweissen Flecken bedeckt. Zahlreiche Fibrinauflagerungen sind auf den unteren Theilen der Schlinge vorhanden, die mittleren Partien sind schwarzblau gefärbt, die Wand ist hier schlaff und dünn. Die obersten Theile am wenigsten verändert. Die untere Hälfte der Schlinge ist vollkommen gelähmt, die obere reagirt auf elektrische Reize. Nach der Lösung zeigen die mittleren Partien der abgeklemmten Schlinge sehr bald peristaltische Bewegungen und typische Reaction. Der unterste Theil bleibt gelähmt. Die Schlinge wird eine Stunde im Dampfstrahl beobachtet und, da die unteren Theile der Schlinge keine Bewegungen und Reactionen zeigen, wird die ganze Schlinge resecirt. Tod am anderen Morgen, Perforation in der Circulärnahtlinie. Vor der Lösung und nach derselben werden Abstriche auf Agar-Agarplatten gemacht; keiner derselben zeigte *Prodigiosus*. Auch das Transsudat bei Anlegung der Einklemmung erwies sich keimfrei, ebenso das durch die Einklemmung gebildete.

14. Einem Kaninchen, das 3 Tage gehungert hat, werden 45 cem eines Gemisches von *Staphylococcus aureus* und *Prodigiosus*-Bouillonreincultur durch Schlundsonde in den Magen gebracht. Nach 2 Stunden wird das Abdomen eröffnet und eine etwa 8 cm lange Dünndarmschlinge durch einen Gummiring mittelstark abgeklemmt. Reposition und Schluss der Bauchhöhle.

16 Stunden später wird das Thier zum zweiten Mal laparotomirt. Es ist sehr matt. Kurze Zeit nach der Herauslagerung der Schlinge collabirt das Thier und geht zu Grunde. In der Bauchhöhle war so gut wie gar kein Transsudat. Auf der Schlinge keine Auflagerungen. An einzelnen Stellen zeigt das Coecum leichte Injectionen. Die Serosa aber noch glatt und glänzend. Die Schlinge ist prall gefüllt und schwarz, befindet sich ca. 25 cm unterhalb des Pylorus. Das zuführende Rohr hochgradig ausgedehnt, gefüllt mit flüssigem Brei, ebenso der Magen hochgradig dilatirt. In der Schlinge befindet sich Blut und ein schleimhaltiger Pfropf. Die Schnürfurchen heller gefärbt, die Gefässe des Mesenteriums der eingeklemmten Schlinge thrombosirt. Die elektrische Erregbarkeit an der Schlinge und dem zuführenden Rohr aufgehoben. Die Abstriche von der Serosa sowie Abimpfungen des geringen Transsudates liessen den *Staphylococcus aureus* und *Prodigiosus* nicht angehen.

15. Ein mittelgrosser Hund, der 24 Stunden gehungert hat, erhält durch Schlundsonde 60 cem *Staphylococcus aureus*-Bouillonreincultur in

den Magen gebracht. Eine halbe Stunde später lässt man ihn fressen. 3 Stunden nach der Injection wird der Dünndarm von einem Medianschnitt aus freigelegt und eine 12 cm lange Dünndarmschlinge mittelstark abgeklemmt; der Gummiring hat eine Lichte von 8 mm. Schluss der Bauchhöhle. Nach 16 Stunden wird das Abdomen wieder eröffnet und die Schlinge herausgezogen, sie ist in Netz eingehüllt, adhärent, schwarz gefärbt, stark ausgedehnt und prall gefüllt. Die Schnürfurchen sind stark ausgeprägt, verschliessen das Darmlumen. Das abführende Rohr ist colabirt, das zuführende mittelstark dilatirt. Die Schlinge und das zuführende Rohr reagiren auf den elektrischen Reiz nicht mehr, das abführende normal. In der Bauchhöhle befand sich reichliches Transsudat; keine Zeichen einer Peritonitis. Nach der Lösung der Schlinge fliesst kein Inhalt ab. Die Beobachtung im Dampfstrahl während einer Stunde liess an der Schlinge keine Bewegungen wahrnehmen, die Gefässe des Mesenteriums der Schlinge zeigten keine Pulsation, das zuführende Rohr liess auf den elektrischen Reiz oberflächliche Zuckungen erkennen, auch hier keine normale Reaction, das abführende Rohr reagierte normal, zeigte eine etwa 3 cm lange Injection der Serosa unterhalb des unteren Schnürringes.

Die Schlinge wird resecirt, der Hund getödtet.

Keine der Platten zeigte eine *Staphylococcus aureus*- oder *Prodigiosus*-Colonie. Die mikroskopische Untersuchung der den Schnürfurchen nahe gelegenen Theile zeigte eine sehr hochgradige Blutung und Durchtränkung sämtlicher Schichten der Darmwand. Die Muskelbündel waren ebenfalls weitgehend aufgelockert. Das Gewebe war hier tinctionsfähig. In der Submucosa waren mit der Gram-Weigert'schen Färbemethode *Staphylokokken* nachweisbar.

16. Einem Hunde, der 24 Stunden gehungert hatte, werden 50 cm eines Gemisches von *Staphylococcus aureus* und *Pyocyaneus* mittels Schlundsonde in den Magen gebracht. Nach 2 Stunden wird das Abdomen eröffnet und eine hochgelegene Dünndarmschlinge von etwa 20 cm Länge so stark abgeklemmt, dass die Schlinge sehr bald blass wird. Dieselbe wird im Dampfstrahl beobachtet und die Einklemmung eine Stunde aufrecht erhalten. Darnach hatte die Schlinge eine deutlich blaugraue Farbe angenommen. Eigene peristaltische Bewegungen waren in derselben andeutungsweise bemerkbar gewesen. Die elektrische Erregbarkeit war nach etwa 15 Minuten aufgehoben. Auch nach lang anhaltender starker Reizung konnte eine Wirkung nicht erzielt werden. Nach der Lösung findet eine lebhafte Injection der Schlinge statt, welche aber nicht so intensiv ist, wie am Kaninchendarm. 10 Minuten nach der Lösung erfolgen auf starke elektrische Reize leichte Ringcontractionen. 30 Minuten nach der Lösung fangen dieselben an typisch zu werden. Nach 40 Minuten reagiren auch die am längsten blass gebliebenen Schnürfurchen. Die Hyperämie in der Schlinge ist nach einer Stunde noch nicht zur Norm zurückgekehrt. Reposition der Schlinge und Schluss der Bauchhöhle. Die Serosa wurde alle 10 Minuten mit dem Pinsel während der Abklemmung und nach der Lösung abgestrichen. Auf keinem Abstrich entwickelte sich der *Staphylococcus aureus* oder *Pyocyaneus*.

17. Einem Kaninchen wird vom Medianschnitt aus eine 17 cm lange Dünndarmschlinge durch einen Gummiring von $3\frac{1}{2}$ mm Lichte stark ab-

geklemt, nachdem der elastische Katheter durch ein Loch im unteren Darmtheile eingeführt ist. Es werden 5 cem Prodigiosus-Bouillonreincultur in die fast leere Schlinge injicirt, die 4 Tage alt ist und vermengt ist mit dem Belag einer viertägigen Agar-Agarstrichcultur. Die Schlinge wird dadurch leicht gefüllt und zeigt energische peristaltische Bewegungen. 10 Minuten nach der Einklemmung beginnen die peristaltischen Bewegungen einen langsamen und trägen Charakter anzunehmen. Die Schlinge ist leicht cyanotisch, reagirt aber auf elektrische Reize typisch, kann sich aber nicht so weit contrahiren. 20 Minuten nach der Einklemmung ist die Schlinge deutlich blauroth und zeigt nur oberflächliche und wenige peristaltische Bewegungen. Etwa eine halbe Stunde nach der Abschnürung ist die Darmwand dunkelblau mit stellenweise helleren Flecken besetzt. Alle Peristaltik ist verschwunden, die Schlinge prall gefüllt, das Transsudat deutlich blutig gefärbt. Elektrische Reize lösen keine Wirkung mehr aus. Die Länge beträgt 22 cm. Nach einer Stunde ist die Farbe des Darmes blauschwarz, die Schlinge 25 cm lang.

1 $\frac{1}{4}$ Stunde nach der Einklemmung wird dieselbe gelöst. 5 Minuten nach derselben erscheinen deutliche peristaltische Bewegungen am zuführenden Rohr; jedoch geht der Inhalt desselben nicht in die Schlinge über. Diese giebt 10 Minuten nach der Hebung der Incarceration typische Reaction auf elektrische Reize, die nicht so stark wie normalerweise ausfallen. 20 Minuten nach der Lösung reagiren alle Theile der Schlinge wieder normal, nur die Schnürfurchen, die stark ausgebildet waren, reagiren noch langsamer. In der Schlinge herrscht lebhaft Peristaltik.

Alle 10 Minuten während der Einklemmung und eine halbe Stunde nach der Lösung derselben wurden Abstriche von der Serosa und der Darmöffnung auf Agar-Agarplatten gemacht. Kein Abstrich zeigte Prodigiosus.

18. Einer grossen Katze wird vom Medianchnitt aus eine 10 cm lange Dünndarmschlinge durch einen Gummiring von 5 mm Lichte sehr eng eingeklemmt. Die Einklemmung geschah in der gewöhnlichen Weise, so dass die Oeffnung des Hartgummikatheters in die Schlinge mündete. Injicirt werden 2 $\frac{1}{2}$ cem Staphylococcus aureus-Bouillonreincultur; die Schlinge wird dadurch leicht gefüllt, der arterielle Zufluss ist aufgehoben. Etwa $\frac{1}{4}$ Stunde nach der Einklemmung zeigte die Schlinge sehr kräftige Peristaltik, namentlich an den beiden Enden, während das zuführende und abführende Rohr bewegungslos waren. Die Peristaltik erfolgte so, dass die Contraction, die das Darmlumen stark verengte, am oberen Ende der Schlinge begann, dieselbe durchlief und bis zum unteren Ende kam. Sie folgten so schnell auf einander, dass eine neue Contraction begann, ehe die vorhergehende am unteren Ende angelangt war. Ausserdem erfolgten am unteren Ende noch selbständige Constrictionen, so dass an beiden Enden fast dauernd ein Contractionszustand herrschte. Dadurch ändert sich hier die Farbe der Schlinge, die einen grauweissen Ton annimmt. Während die Gefässe auf der Höhe der Schlinge deutlich sichtbar und gefüllt sind, blasst die Zeichnung derselben in der Nähe des Schnürringes ab. Die arteriellen Gefässe sind blutleer, die Venen noch leicht bluthaltig. Nach 25 Minuten ist die Schlinge bewegungslos, die Enden befinden sich im Zustand der Contraction, heilgrau-weiss, die Höhe der Schlinge leicht cyanotisch, graublau. Das zuführende und abführende

Rohr war leer und bewegungslos. Die Reaction auf elektrische Reize war aufgehoben, die Darmwand gelähmt. Dann schwand auch die leicht bläuliche Farbe auf der Höhe der Schlinge, und nach etwa einer Stunde nach der Einklemmung war die ganze Schlinge grauweiss gefärbt. Auf der Höhe bestand noch leichte Venenzeichnung, die Arterien fast unsichtbar, im Mesenterialansatz war nur eine ganz leichte Suffusion zu Stande gekommen. Die Füllung der Schlinge ist nicht stark, sie ist hart infolge des Contractionszustandes; ihre Länge hat nicht wesentlich zugenommen. Von dem zu- und abführenden Rohr ist nichts in die Einklemmung mit hineingezogen worden. Die grösste Ausdehnung der Darmwand befindet sich auf der Höhe der Schlinge. Nach 1 1/2 stündiger Abklemmung wird die Einklemmung gelöst. Es erfolgte sogleich eine starke Injection der Schlinge, die von der Höhe derselben nach den Schnürringen sich ausdehnte. Die stark markirten Schnürringe blieben am längsten blutlos. 10 Minuten nach der Lösung zeigte die Schlinge zwar noch keine Bewegungen, aber auf den elektrischen Reiz typische Reaction, die sowohl auf galvanischen als auch faradischen Strom in gleicher Weise langsam einsetzte, träge abließ und nur oberflächlich war. Erst 20 Minuten nach der Lösung erfolgen die Contraktionen schneller und stärker, und etwa 30 Minuten nach der Hebung der Einklemmung erscheint die Schlinge normal; nur die Schnürfurchen sind noch deutlich vorhanden.

Von der Schlinge wurde alle 15 Minuten ein Abstrich auf Agar-Agar-Platten gemacht. Die Schlinge secernirte recht wenig. Bei der mikroskopischen Untersuchung fand ich die Staphylokokken nicht in die Submucosa eingedrungen. Auf den Abstrichen entwickelte sich der *Staphylococcus aureus* nicht.

19. Bei einem Kaninchen wird durch Medianschnitt eine 8 cm lange Dünndarmschlinge so eng abgeklemmt, dass der arterielle Zufluss mit unterbunden wird, nachdem durch ein kleines Loch am untersten Ende des Darmes der Hartgummikatheter hoch aufwärts eingeführt wurde. In die abgeklemmte Schlinge werden 1 1/2 ccm eines Gemisches aus *Staphylococcus aureus* und *Pyocyaneus-Bouillonreincultur* injicirt. Die Schlinge wird dadurch leicht gefüllt. Sie enthielt geringe Mengen Inhalt. Nach der Ligatur wurde dieselbe schnell blass, anämisch und erhielt nach einiger Zeit eine leicht bläuliche Farbe. Nach 15 Minuten war die elektrische Erregbarkeit aufgehoben. Die Einklemmung wurde 3 1/4 Stunde aufrecht erhalten. Während derselben wurden alle 5 Minuten Abstriche von der Serosa genommen und auf Agar-Agar-Platten übertragen. Ebenso von der Darmöffnung besondere Platten beschickt. Nach der Lösung tritt eine sehr lebhaft Injection der Schlinge ein, die Gefässe des Mesenteriums pulsiren deutlich. Nach 11 Minuten erscheinen schwach typisch ausgeführte Reactionen auf elektrischen Reiz. Die Schlinge ist stark hyperämisch. Nach 20 Minuten sind die Contraktionen fast normal an allen Stellen, bis auf die Schnürfurchen, die deutliche Hämorrhagien unter der Serosa zeigen. 35 Minuten nach der Lösung gehen auch über die Schnürfurchen schwache Contractionswellen. Die Schlinge wird reponirt und das Abdomen geschlossen. Auch nach der Lösung wurde bis zur Reposition der Schlinge alle 5 Minuten ein Abstrich von der Serosa genommen.

Keine der Platten zeigte *Staphylococcus aureus* oder *Pyocyaneus*.

20. Einem Kaninchen, das 3 Tage gehungert hat, werden 50 cem *Staphylococcus aureus*-Bouillonreincultur mittelst Schlundsonde in den Magen gebracht. 3 Stunden später wird vom Medianschnitte aus eine 20 cm lange Dünndarmschlinge, die nur wenig Inhalt führt, durch einen Gummiring von 2 $\frac{1}{2}$ mm Lichte stark abgeklemmt, doch so, dass der arterielle Zufluss nicht aufgehoben ist.

Das Abdomen wird nach Reposition des Darmes geschlossen. 3 Stunden später wird die Bauchhöhle wieder eröffnet und die Schlinge hervorgeholt. Sie ist prall gefüllt, nicht gerade hart, schwarzblau gefärbt, Serosa noch glatt und glänzend. Das zuführende Rohr ist leicht gefüllt, das abführende collabirt. Beide reagiren auf elektrischen Reiz normal, die Schlinge gar nicht. In der Bauchhöhle reichliche Mengen Transsudates. Nach der Lösung der Einklemmung und bei der Beobachtung im Dampfstrahl bewegt sich das zu- und abführende Rohr lebhaft und einige Minuten nachher treten auch leichte Bewegungen stellenweise in der Schlinge auf. Der untere Theil sowie die Spitze der Schlinge reagiren nicht auf elektrische Reize. Während der einstündigen Beobachtungen kehrt die elektrische Erregbarkeit an der unteren Hälfte nicht zurück. Reposition; Tod nach etwa 16. Stunden. Gangrän der Schlinge.

Von der Serosa sowie vom Transsudat wurden nach der zweiten Eröffnung der Bauchhöhle Abstriche auf Agar-Agar-Platten angelegt, sowie Gelatineplatten gegossen. Sie zeigten keine Kolonien von *Staphylococcus aureus*. Die bei der Section angelegten Platten liessen den *Staphylococcus aureus* sehr reichlich sich entwickeln.

21. Einem Kaninchen, welches 3 Tage gehungert hat, werden 35 cem *Staphylococcus aureus*-Bouillonreincultur durch Schlundsonde in den Magen gebracht, dann nach 1 $\frac{1}{2}$ Stunde das Abdomen eröffnet und eine hochgelegene ca. 15 cm lange Dünndarmschlinge stark abgeklemmt, so dass der venöse Abfluss ganz abgesperrt ist, Reposition der Schlinge und Schluss des Abdomens. Wiedereröffnung nach 6 Stunden; das Thier macht einen collabirten Eindruck. Die Dünndarmschlinge ist ziemlich stark eingeschlossen von dem Coecum und den benachbarten Schlingen. Sie ist prall gefüllt, sieht schwarzbraun aus, fühlt sich matschig an und macht einen stark geschädigten Eindruck. In der Bauchhöhle fand sich eine reichliche Menge stark blutig gefärbten Transsudates. Die Schnitrfurchen sind grauweiss. Auf der Serosa Fibrinauflagerungen, ebenso auf den angrenzenden Darmpartien, welche die Schlinge eingeschlossen hatten. Im Bruchring sind die beiden Darmschenkel durch Adhäsionen ziemlich fest miteinander verklebt. Das zuführende Rohr stark ausgedehnt zeigt ebenfalls Auflagerungen auf der Serosa, das abführende Rohr ist leer. Nach der Lösung blieb die elektrische Erregbarkeit erloschen. $\frac{3}{4}$ Stunden nach der Lösung stirbt das Thier während der Beobachtung. Die Abstriche, die vor der Lösung sowie nach derselben alle 5 Minuten von der Serosa der Schlinge abgenommen wurden, zeigten reichlich Keime, besonders hochgradig das *Bacterium coli*. Auf jedem Abstrich 5—8 Colonien von *Staphylococcus aureus*. Aus dem Transsudat ging ebenfalls der *Staphylococcus* auf Gelatineplatten an.

Zusammenstellung der Versuche.

Nr.	Thierart	Einklemmungsart	Zeitdauer Std.	Keimart	Reparabel- läsion	Irrepa- rable Läsion	Ausgang	Resultat
1	Kaninch.	weit.	7	Staphyloc. aureus.	Normal.	—	—	0
2	"	"	21	"	—	J.	†	Staph.
3	"	"	8	"	N.	—	—	0
4	"	mittel.	1	"	N.	—	—	0
5	"	"	2	"	N.	—	Resection.	0
6	"	"	3	Prodigiousus.	N.	—	—	0
7	"	"	3	"	—	J.	R.	0
8	"	"	4	Staphyloc. aureus.	N.	—	—	0
9	"	"	6	"	N.	—	—	0
10	"	"	7	Staph. u. Pyocy.	—	J.	R.	0
11	"	"	10	Prod. u. Pyocy.	N.	—	—	0
12	"	"	12	Staphylococcus.	—	J.	†	Staph.
13	"	"	15	Prodigiousus.	—	J.	R.	0
14	Hund.	"	16	Staph. u. Prod.	—	J.	R.	0
15	Kaninch.	"	16	"	—	J.	†	0
16	Hund.	eng.	1	Staph. u. Pyocy.	N.	—	—	0
17	Kaninch.	"	1 1/4	Prodigiousus.	N.	—	—	0
18	Katze.	"	1 1/4	Staphyloc. aureus.	N.	—	—	0
19	Kaninch.	"	3	Staph. u. Pyoc.	—	J.	†	0
20	"	"	3	Staphyloc. aureus.	N.	—	—	0
21	"	"	6	"	—	J.	†	Staph.

Bei den leichten Einklemmungen, bei denen die Schlinge nach 7 resp. 8 Stunden wieder untersucht wurde, zeigte die Darmwand eine mittelstarke Injection bis dunkelrothe Verfärbung. Liess man aber diesen Zustand längere Zeit, wie in Nr. 1 21 Stunden lang bestehen, so kam es zur Gangrän der Schlinge und zu einer Durchwanderung der Keime. Bei der Behinderung des venösen Rückflusses ging ich so vor, dass ich denselben erst ganz leicht geschehen liess, indem ich relativ weite Gummiringe und kleine Schlingen nahm. Die kurze Zeit anhaltenden Abschnürungen, bei denen es bis zu einer starken Verfärbung der Wand, zu einer ausgiebigen Transsudation in das Lumen der Schlinge sowie auf die Serosa mit Ansammlung des Transsudats in der Bauchhöhle kam, wurden von den Tieren, auch wenn sie 6 bis 9 Stunden durchgeführt wurden, im Allgemeinen gut vertragen. Trotz der gewiss hochgradig gestörten Circulationsverhältnisse, die ihren Ausdruck ja in dem reichlichen, oft stark bluthaltigen Transsudat auf der Serosa fanden, traten die in dem Darmlumen in grosser Menge vorhandenen Mikroorganismen nicht durch die Darmwand hindurch. Bei den Versuchen, bei denen ich die Keime durch den Magen gehen liess, war auch eine über die Norm gehende Keimzahl im Darmlumen anzunehmen. Die Vorversuche über die Einverleibung der Keime hatten ja ergeben, dass der

Inhalt, den die peristaltischen Wellen vom fast leeren Magen aus abwärts in die leeren Darmschlingen eintrieben, zum grössten Theil aus der an Keimen reichen Flüssigkeit und zum geringsten Theil aus der restirenden Nahrung bestanden. Bei den Abschnürungen hoher Dünndarmschlingen achtete ich besonders darauf, dass ich ein Darmstück wählte, welches deutlich mit diesem Inhalt angefüllt war. Dass hier auch der Inhalt kein reicher war, das ergaben die nach dem Tode aus dem Transsudat der Bauchhöhle oder direct von der Serosa gewonnenen Impfungen. Die Platten waren meist sehr reichlich mit den betreffenden Keimen versehen, und die gemeinsame Entwicklung mit dem *Bacterium coli* zeigten, dass ihnen der längere Aufenthalt im Darmlumen nicht in dem Maasse schädlich gewesen war, dass sie alle zu Grunde gingen. Hier sei gleich auf eine eigenartige Erscheinung hingewiesen, welcher ich nicht Zeit hatte, sorgfältig nachzugehen. Ich habe doch den Eindruck gewonnen, dass auch bei Strangulationen geringerer Dauer, bei denen es aber schon zu einer ansehnlichen Blutung in das Darmlumen gekommen war, eine grosse Anzahl von Keimen im Darminnern abgetödtet werden. Denn wenn ich die Abstriche aus der Injectionsflüssigkeit, die ich mir vor der Einverleibung auf Agar-Agarplatten herstellte, damit ich einen ausgedehnten Rasen zum Verrühren erhielt, mit denen verglich, die ich nach der beendeten Beobachtung aus dem Schlingeninhalt anfertigte, so schienen sie doch auffällig keimärmer zu sein. Vielleicht hängt dies zusammen mit dem Blutgehalt der Schlinge, auf welchen ich aufmerksam gemacht habe.

Ganz einwandsfrei waren die Versuche, bei denen ich die Keime direct in das Darmlumen brachte. Hier war ein Keimgehalt in der Schlinge, wie er unter natürlichen Verhältnissen wohl niemals vorkommen dürfte.

In einigen Fällen, in denen ich die Entwicklung der pathologischen Zustände dadurch zu beschleunigen suchte, dass ich das Darmlumen so mit der Bouillon anfüllte, dass die Darmwand zugleich noch stark gedehnt wurde, erfolgte ebenfalls kein Durchtritt der Keime. Versuch 7 zeigt deutlich, wie sich bei der Combination von Strangulation und Dehnung der Schlinge die Störungen der Darmwand weit schneller entwickeln; schon nach dreistündiger Einklemmungsdauer waren irreparable Läsionen vorhanden. Wäre hier eine Durchwanderung von Mikroorganismen zu Stande gekommen, so hätte man mit Recht darauf aufmerksam machen können, dass dies die weitgetriebenen Verhältnisse seien, die beim lebenden Thiere wohl niemals zu Stande kommen können. Dahingegen zeigt der

Versuch, was die Darmwand leisten und aushalten kann, ehe sie durchlässig für Keime wird. Liess ich aber die stärkeren Grade der circulatorischen Störungen längere Zeit, 12—16 Stunden und länger, bestehen, durch welche es zum Absterben der Darm-schlinge kam, dann hatte auch die Darmwand ihre Schutzkraft verloren, aber es brauchte auch da eine gewisse Zeit, ehe die Keime auf der Serosa erschienen, ein deutliches Zeichen dafür, dass es sich dabei nicht um ein Durchtreiben oder von der Transsudation Mitgerissensein handelt, sondern um ein Durchdringen, ein Durchwachsen. In den Fällen, in denen wir die Lebensunfähigkeit nach 15—16 Stunden direct constatiren konnten, waren auf der Serosa noch keine Keime vorhanden; erst später erschienen sie. Aber das wird auch wohl kaum jemand bestreiten wollen, dass dann Keime durchwandern, zumal wenn man sie in so hoher Anzahl in das Darmlumen bringt. Hier handelt es sich nur darum nachzuweisen, dass die Darmwand nur dann für die Mikroorganismen durchlässig wird, wenn sich in ihr bereits weitgehende d. h. irreparable Läsionen ausgebildet haben. Diese Thiere gingen fast ausnahmslos zu Grunde. Das würde andererseits den Schluss zulassen, dass in der Schlinge hochgradige Veränderungen anzunehmen sind, wenn man die Keime auf der Serosa findet. Bei den sehr starken Strangulationen konnte ich ebenfalls nur dann Keime auf der Serosa nachweisen, wenn dieselbe lange Zeit angehalten hatte, sodass es zum Zelltod, zum Absterben der Schlinge kam. Ein weiteres Interesse beanspruchte für mich die Frage, ob vielleicht nach der Lösung d. h. während des Ausgleichs der Störungen und der Reparation der pathologischen Veränderungen Keime durchtreten würden.

Wenn man beobachtet, wie nach starken Strangulationen, bei welchen der arterielle und venöse Abfluss von vornherein abgesperrt ist, nach der Lösung der Einklemmung eine hochgradige Hyperämie, eine heftige Congestion der Darmwand zustande kommt, so konnte man leicht auf die Vermuthung kommen, dass nun dabei ein Durchspülen der Keime auf die Serosa bewerkstelligt würde, zumal es den Anschein hatte, als ob es nach der Lösung noch zu einer weiteren leichten Transsudation käme. Deshalb strich ich die Serosa auch nach der Hebung der Incarceration noch 1 Stunde lang ab, bis die Function der Musculatur zurückgekehrt war, und die Transsudation ganz aufgehört hatte. Ich habe dabei in keinem Falle Keime erhalten, wenn sie bis dahin nicht schon durchgetreten waren. Das zeigt uns also, wie es auch die klinische Erfahrung lehrt, dass nach

der Reposition einer unverdächtigen Schlinge eine Auswanderung von Keimen nicht zu befürchten ist, und dass der Eintritt einer Peritonitis oder peritonealen Sepsis bei intacter Darmwand nicht zustande kommen wird.

Ich will nicht verfehlen auf ein Moment hinzuweisen, welches mir von Wichtigkeit zu sein scheint. Wenn man nach Anlegung einer mittelstarken Strangulation, bei welcher der venöse Abfluss abgesperrt ist, eine gewisse Menge keimhaltiger Bouillon, etwa 1—2 cm, in die Schlinge injicirt, und in dieselbe nach kurzer Zeit eine schnell einsetzende blutige Transsudation, wie es beim Kaninchen die Regel ist, erfolgt, findet man nach etwa 10 Minuten, wenn man die Schlinge der Länge nach aufschneidet, das Darmlumen obturirt durch einen ziemlich festen Pfropf, der aus Blut, Schleim und den Resten des Speisebreis besteht. Im Innern desselben liegt die Bouilloneultur, natürlich nicht so, dass sie nun etwa allenthalben abgekapselt ist. Durch die Transsudation der Darmwand, die in das Darmlumen erfolgt, ist den Keimen zunächst gar keine Gelegenheit gegeben, in die Darmwand einzudringen. Sie haben zunächst im Darmlumen eine Schicht Blut und Schleim zu durchdringen, ehe sie überhaupt an die Schleimhaut kommen. Das mag, bevor sie sich im Pfropf vermehrt haben, was in den ersten Stunden wohl infolge der Baktericidie desselben oder der Assimilationsstörungen nicht so schnell vor sich gehen wird, ein kleines Hinderniss darstellen.

Es hat sich also ergeben, dass die Darmwand durchaus nicht in der Weise durchlässig für die Mikroorganismen ist, wie es Bönneken (l. c.), Tietze (l. c.), Schloffer (l. c.) u. A. erwiesen zu haben glaubten. Ich bin der Ueberzeugung, in einwandsfreier Weise gezeigt zu haben, dass auch hochgradige Circulationsstörungen in derselben eine Durchwanderung auf die Serosa und in die Peritonealhöhle nicht ermöglichen, dass es dazu tiefgreifender Schädigungen bedarf, und dass erst der Eintritt irreparabler Läsion mit nachfolgender Gangrän der Darmschlinge dieselbe gestattet.

Schlussübersicht.

Geleitet von der Absicht, die so wichtige Frage der Durchwanderung von Mikroorganismen durch die Darmwand bei der Incarceration zu einer klaren und definitiven Lösung zu bringen, suchte ich die Fehler resp. Ungenauigkeiten, welche den bisher üblichen Unter-

suchungsweisen anhafteten, aufzufinden und Schritt für Schritt auszuschalten.

Als ich dabei die Ueberzeugung gewonnen, dass eine Beobachtung des Darmcanals zwecks bakteriologischer Untersuchung innerhalb der Bauchhöhle als völlig unzureichend und unsicher nicht zugänglich war, baute ich eine Methode des Experimentirens am Darm aus, welche die Beobachtung desselben ausserhalb der Leibeshöhle ermöglichte. Die Lagerung desselben in einen in besonderer Weise hergerichteten Dampfspray gewährte in der That die Möglichkeit, den Darm ausserhalb der Bauchhöhle unter nahezu normalen Verhältnissen längere Zeit zu beobachten, Manipulationen und chirurgische Eingriffe an ihm vorzunehmen und bakteriologische Untersuchungen anzustellen.

Diese Methode des Experimentirens machte zugleich alle Vorgänge am Darm in der Leibeshöhle, die sonst durch die undurchsichtigen Bauchdecken dem Auge entzogen waren, sichtbar und schuf die Unterlage für ein genaues und exactes Studium der Physiologie und Pathologie des Darmes.

Dem Chirurgen mag es verziehen werden, wenn mich zunächst vornehmlich die Anwendung derselben auf die Vorgänge bei der Darm-incarceration interessirte. Es machte sich vor allem nothwendig ein besseres und bestimmteres Urtheil über die pathologischen Veränderungen, die sich in der eingeklemmten Darmschlinge ausbildeten, und über den jeweiligen Grad der circulatorischen Störungen gewinnen zu können. So wenig wie dieses bei der Eröffnung des incarcerirter Hernien in sicherer Weise möglich ist, so unvollkommen Bruchsackes konnte es auch am Thierdarm geschehen. Da die bisher bekannten Symptome, die sich ja besonders auf die Beschaffenheit der Serosa beziehen, keine sicheren Anhaltspunkte abgaben, versuchte ich die Muskelschicht der Darmwand besser, als es bisher geschehen konnte, zur Diagnostik heranzuziehen. Ausgestattet mit einem feinen Nervenapparat, stellte sie ein Organ dar, dessen Schädigungen einen Ausdruck in der Alteration seiner physiologischen Eigenschaften finden mussten. Wollte man aber diese richtig erkennen und beurtheilen, so konnte sich ihre Diagnostik nur aufbauen und stützen auf die Kenntniss der normalen Function des Darmes. Hierzu vermochte das bisher Bekannte über den Menschen-darm nur unvollkommene Aufklärung und Anleitung zu geben.

Die normale Beschaffenheit und die pathologischen Veränderungen der quergestreiften Musculatur erkennen wir aus ihrem Verhalten gegen elektrische Reize. Die Wirkungsweise faradischer und

galvanischer Ströme auf die normale glatte Musculatur war für den Thierdarm bekannt. Sie wurde einer sorgfältigen Nachprüfung unterzogen und konnte bestätigt werden. Dann ging ich zur Prüfung dieser Verhältnisse am normalen Menschendarm über und konnte den Nachweis erbringen, dass das Pflüger'sche Gesetz der elektrischen Erregbarkeit der quergestreiften Musculatur auf die glatte Musculatur des Menschendarmes nicht anwendbar war. Die Differenz in den physiologischen Eigenschaften zwischen der Ring- und Längsmuskelschicht, welche Biedermann für den Thierdarm gefunden hatte, besteht auch am Menschendarm.

Die am Thierdarm beobachtete typische und charakteristische Wirkungsweise des faradischen Reizes — die **aufsteigende Ringcontraction** — liess sich auch am Menschendarm erkennen und bildete zugleich ein einfaches und unschädliches Mittel, die Richtung des Darmes an der offenen Bauchhöhle des Menschen ohne Weiteres erkennen zu können.

Die normale Reactionsfähigkeit des Darmes auf elektrische Reize änderte sich aber, sobald sich in der Darmwand pathologische Zustände ausbildeten, welche die Muskelschichten in Mitleidenschaft zogen und gab dann wiederum die Möglichkeit an die Hand, den Beginn und weiterhin die Intensität solcher Störungen aus dem Verhalten der Musculatur gegenüber elektrischen Reizen, aus ihrer polaren Erregbarkeit erkennen zu können.

Bei der Darmincarceration mussten sich die Folgen der circulatorischen Störungen, die sich ja auf alle Schichten der Darmwand ausdehnten, bemerkbar machen durch die Alteration der functionellen Eigenschaften der Darmschlinge und allmählich eine constatable complete Lähmung herbeiführen. Hinwiederum musste die Function der Muskelschichten bei der Reparation dieser Störungen nach der Lösung der Einklemmung wiederkehren und aus der Reactionsweise des Darmrohres auf elektrische Reize erkennbar werden. Die Prüfung dieser Verhältnisse ergab, dass der Zustand der Muskelschichten entscheidend für die Lebensfähigkeit der Schlinge war, und dass die Rückkehr der normalen elektrischen Erregbarkeit der Darmmusculatur einen weiteren wichtigen Anhaltspunkt für die Beurtheilung der Lebensfähigkeit der Darmwand abgab. Denn es erwiesen sich alle Darmstücke, an denen die normale Reaction auf elektrische Reizung innerhalb der ersten halben Stunde nach Lösung der Einklemmung auslösbar war, als lebensfähig, alle anderen fielen der Gangrän anheim. Auch diese

am Thierdarm gewonnenen Erfahrungen wurden bei menschlichen Darmincarcerationen verwerthet und ihre Anwendbarkeit geprüft.

Die ausserhalb der Bauchhöhle in ihrem ganzen Verlaufe sichtbar gemachten Darmincarcerationen liessen zugleich Beobachtungen über die Entstehung und Ausbildung der Kothstauung, Koth Einklemmung und elastischen Einklemmung am lebenden Darne zu und ermöglichten eine Klarstellung des Mechanismus der Brucheinklemmung.

Nachdem nun diese neue Methode der extraabdominalen Darmuntersuchung ein fehlerfreies bakteriologisches Experimentiren am Darm erlaubte, und die Kenntniss der functionellen Eigenschaften und Störungen eine bessere Beurtheilung der pathologischen Verhältnisse der Darmwand mit sich brachte, konnte in einwandsfreier Weise dargethan werden, dass die Darmwand erst nach der Ausbildung irreparabler Läsion im Zustand der Gangrän durchlässig für Mikroorganismen wurde.

Die Experimente, sowie die bakteriologischen Untersuchungen wurden zum grössten Theil in dem Institut für Hygiene und Bakteriologie der Universität Strassburg durchgeführt.

Wenn ich nunmehr einige Capitel aus meinen experimentellen Untersuchungen am Darm bekannt gebe, so kann ich es nicht thun, ohne dem Gefühl des Dankes Ausdruck zu geben, welches ich in hohem Maasse den Herren Professoren Forster und Lewy für das rege Interesse, welches sie meinen Versuchen geschenkt und mit dem sie dieselben begleitet haben, schuldig bin. Meinem verehrten Chef und Lehrer, Herrn Professor Madelung, mit dessen Erlaubniss ich die Prüfung der elektrischen Erregbarkeit am Menschendarm ausführen konnte, und dessen Güte ich die Ueberlassung des Krankenmaterials verdanke, sei auch an dieser Stelle aufrichtig gedankt.