[Aus dem Königl. Institut für Infektionskrankheiten zu Berlin.]
(Direktor: Geh. Obermed.-Rat Prof. Dr. Gaffky.)

Über die Bedeutung und Tätigkeit des großen Netzes bei der peritonealen Infektion.

Von

Prof. Dr. Josef Koch,
Mitglied des Instituts.

(Hierzu Taf. II u. III.)

Das Schicksal der in die Bauchhöhle von Versuchstieren injizierten Bakterien ist schon häufig Gegenstand der Untersuchung gewesen, hauptsächlich aus dem Grunde, weil die dabei im Peritonealraum sich abspielenden Vorgänge besonders geeignet sind, über prinzipielle Fragen der Bakteriologie, nämlich über die wichtige Frage des Unterganges der Bakterien und die dabei gebildeten bakteriziden Substanzen Klarheit zu schaffen.

Während bekanntlich R. Pfeiffer die Ansicht vertritt, daß durch die bei der Immunisierung gebildeten Bakteriolyse der freien Peritonealflüssigkeit die Auflösung der pathogenen Keime herbeigeführt wird, sind es nach Metschnikoff zelluläre Vorgänge, besonders die aktive Phagozytose, durch welche die ins Peritoneum gebrachten Bakterien abgetötet werden.

Trotz zahlreicher einschlägiger Arbeiten ist eine Einigung dieser beiden Anschauungen bisher nicht erzielt worden.

Um mir ein eigenes Urteil zu bilden, habe ich eine Reihe von Untersuchungen angestellt und zunächst die Frage zu beantworten gesucht, was aus verschiedenen in die Bauchhöhle der Versuchstiere gebrachten Bakterien wird. Im Verlauf dieser Arbeit bin ich zu der Ansicht gekommen, daß

zwar Bakteriolyse und Phagozytose außerordentlich wichtige Mittel des Organismus im Kampfe mit der Infektion darstellen, daß aber damit die Zahl der mitwirkenden Faktoren noch nicht erschöpft ist; keineswegs dürfen wir uns die Bauchhöhle als einen Raum vorstellen, in dem nur der Lymphe und den Leukozyten die Zerstörung der eingedrungenen Organismen obliegt, vielmehr ist der Ablauf der Vorgänge wesentlich komplizierter. Vor allen Dingen spielt bei diesen Vorgängen ein Organ eine außerordentlich wichtige Rolle, dessen Bedeutung und Tätigkeit bisher kaum erkannt ist, nämlich das große Netz.

Bevor ich zum Studium des Verhaltens der Bakterien im Bauchraum überging, habe ich eine Reihe von Vorversuchen mit körnchenförmigen Substanzen angestellt, die ich in die Peritonealhöhle der Versuchstiere einspritzte. Es ist bereits bekannt, daß sehr fein verteilte Substanzen wie z. B. Tusche- oder Zinnoberemulsionen bei Einführung in die Körpergewebe sich zunächst ebenso verhalten wie Bakterien. Man hat sich daher schon vielfach in der experimentellen Pathologie derartiger Substanzen mit großem Nutzen bedient, um die Wege kennen zu lernen, die pathogene Keime im lebenden Organismus einschlagen. Die Anwendung feinsten farbiger korpuskulärer Elemente hat außerdem noch den Vorzug, daß sie durch ihre Farbe sich leichter vom Körpergewebe abheben und auf diese Weise später leichter nachgewiesen werden können.

Wie ich mich durch sehr zahlreiche Versuche überzeugt habe, besteht in der Tat eine sehr weitgehende Übereinstimmung des Verhaltens fein verriebener Tuscheemulsion mit Bakterienaufschwemmungen, soweit die spezifische Wirkung des betreffenden Bakteriums zunächst außer Betracht bleibt, die für jeden Mikroorganismus besonders festgestellt werden muß. Hiervon abgesehen, ist aber die Anwendung von fein verteilten Tuscheemulsionen ein ausgezeichnetes Hilfsmittel und ein vorzüglicher Wegweiser beim Studium und für die Beurteilung der späteren Versuche mit Bakterien.

I. Über das Schicksal der in die Bauchhöhle der Versuchstiere injizierten Tusche.

Über die Technik bemerke ich folgendes: Zur Injektion benutzte ich feinste chinesische Tusche, die auf einem Reibbrett möglichst fein in Kochsalzlösung verrieben wird und je nach Belieben mehr oder weniger konzentriert hergestellt werden kann. Als Versuchstiere dienten mir Mäuse, Ratten, Meerschweinchen, Kaninchen, Hunde, Affen, denen wechselnde Mengen in die Bauchhöhle eingespritzt wurden. Bei Mäusen genügen 0.2, Meerschweinchen 1.0, Ratten, 0.5, Kaninchen 2.0 ^{ccm} einer dichten Tuscheaufschwemmung. Es empfiehlt sich, zunächst mit den kleinen Versuchstieren zu beginnen und dann die Versuche an größeren Tieren vorzunehmen. Das ideale

Tier für derartige Versuche ist das Meerschweinchen, auf das sich die folgenden Angaben zunächst beziehen.

Spritzt man einem Meerschweinchen von etwa 250 ^{grm} 1 ^{cem} Tusche-emulsion ein und entnimmt nach etwa einer Stunde mittelst feiner Glaskapillaren Peritonealflüssigkeit, so kann man zunächst konstatieren, daß die Flüssigkeit im Bauchraum stark vermehrt ist. Das geht schon daraus hervor, daß sie bei der Entnahme förmlich in die Kapillare hineinschießt. Durch die Beimischung der Tusche ist das Transsudat intensiv schwarz gefärbt. Im hängenden Tropfen sieht man wenige Leukozyten und die Tusche als unregelmäßige, in lebhafter Molekularbewegung befindliche schwarze Teilchen. Nach 2 Stunden ist die Zahl der Leukozyten bedeutend vermehrt, und man bemerkt, daß die meisten bereits Tusche-teilchen ihrem Protoplasma einverleibt haben. Die Farbe des Transsudates ist dabei schon wesentlich heller geworden. In den folgenden Stunden nimmt seine Menge bedeutend ab, die Farbe wird heller, die Leukozyten beladen sich mehr und mehr mit der Tusche und nach 24 Stunden ist gewöhnlich diese aus der freien Peritonealflüssigkeit, die wieder ihre klare Farbe angenommen hat, verschwunden. Die Tuscheteilchen befinden sich jetzt innerhalb der Leukozyten, vorausgesetzt, daß nicht eine zu große Menge von Farbe einverleibt wurde. Es hat also eine außerordentlich starke Phagozytose stattgefunden, die im allgemeinen mit der Menge der eingeführten Tusche parallel läuft. Das Bild, das ein nach 24 Stunden hergestellter hängender Tropfen der Peritoneallymphe darbietet, ist ein höchst eigenartiges. Die Tuscheteilchen sind von den Granula der Leukozyten adsorbiert. Weitere Einzelheiten übergehe ich hier und verweise auf meine Publikation.¹

Wird das Versuchstier nach 24 Stunden getötet, so kann man folgenden anatomischen Befund erheben. Die freie Peritonealflüssigkeit ist kaum vermehrt, die Menge entspricht ungefähr der eines normalen Tieres. Einen eigentümlichen Anblick gewährt das Netz, das gewöhnlich aufgerollt unterhalb des Magens liegt. Es sieht intensiv schwarz aus, als wenn sämtliche Tusche sich auf ihm niedergeschlagen hätte. Breitet man es aber auf einer Glasplatte vorsichtig aus, so sieht man, daß die Tusche nicht auf dem Netz, sondern innerhalb der zarten Gewebsmaschen in zierlicher Weise gleich einem Adergeflecht angeordnet sich befindet. Schwärzliche Streifen begleiten meist die vom Fettgewebe begleiteten Gefäße. Dabei treten einzelne Fleckchen und Knötchen von miliarer bis Linsengröße durch ihre intensiv schwarze Färbung besonders stark hervor,

¹ Josef Koch, Über den Mechanismus der Phagozytose. *Diese Zeitschrift*. 1911. Bd. LXVIII. S. 80.

als wenn die Tusche sich hier noch stärker angehäuft hätte. Gewöhnlich liegen außerdem noch einzelne schwärzliche Massen, die aus einer Unzahl von Leukozyten mit phagozytierter Tusche bestehen, zwischen den Darm-schlingen oder in den Buchten der Peritonealhöhle des Versuchstieres. Sie lassen sich von der Serosa leicht abheben, während dies beim Netz nicht der Fall ist.

So oft man den Versuch bei den verschiedenen Versuchstieren, Maus, Ratte, Meerschweinchen, Kaninchen, Hund auch wiederholen mag, immer ist es derselbe Befund, stets findet sich fast die gleiche Menge der Tusche im Gewebe des Netzes.

In derselben Weise fiel auch ein Versuch bei einem Affen aus, der 7^{cm} einer Tuscheemulsion intraperitoneal erhalten hatte; doch war hier die Tusche, als das Tier nach 24 Stunden getötet wurde, über das sehr faltenreiche große Netz viel gleichmäßiger verteilt. Nur die fettgewebs-reichsten Partien zeigten eine intensivere und diffusere Färbung; stärkere knötchenförmige Anhäufungen der Tusche wie bei den kleineren Tieren habe ich hier nicht beobachtet, dagegen zeigte das Centrum tendineum des Zwerchfells eine dichte schwarze Streifung, während das Peritoneum parietale und die Serosa der Därme keine Veränderungen zeigten.

Das Netz hat also die Fähigkeit, fein verteilte körnchenförmige Substanzen nach Injektion in die Bauchhöhle zu resorbieren. Außer dieser starken und regelmäßigen Resorption durch das Netz ist gewöhnlich eine weit geringere durch die Lymphbahnen des Centrum tendineum des Zwerchfells zu konstatieren, das bei diesen Versuchen eine mehr oder minder starke Strichelung in seiner Kuppe aufweist. Man kann dies besonders dann beobachten, wenn größere Mengen der Farbstoffemulsion eingespritzt werden. Auch hier liegt die Tusche im Gewebe, wie man sich leicht an Schnittpräparaten überzeugen kann; auch läßt sie sich durch Abwischen nicht entfernen. Daß die Lymphbahnen des Zwerchfells sich an der Aufsaugung peritonitischer Exsudate beteiligen, ist übrigens eine bekannte Tatsache.

Auffällig ist jedoch das Verhalten der übrigen Peritonealhöhle, des Peritoneum parietale und der Serosa der Darm-schlingen, die sich an der Resorption körnchenförmiger Substanzen nicht beteiligen. Jedenfalls habe ich im Tuscheversuch nichts gefunden, was auf eine nennenswerte Resorption korpuskulärer Substanzen seitens dieser Teile des Peritoneums schließen läßt. Für die mangelnde Resorptionsfähigkeit dieser Teile spricht auch der Umstand, daß sowohl Phagozyten, die sich mit Tusche beladen haben, als auch Haufen von verklumpten Phagozyten längere Zeit im Peritonealraum unverändert liegen bleiben.

Aus den Versuchen geht demnach hervor, daß die Entfernung korpuskulärer Elemente aus der Bauchhöhle in erster Linie und weitaus zum größten Teile durch das große Netz, in zweiter Linie durch die Lymphbahnen des Centrum tendineum des Zwerchfells bewirkt wird.

Auf das Verhalten des großen Netzes gegenüber den in die Bauchhöhle gebrachten körnchenförmigen Substanzen haben bereits Heusner¹, Heger², Rose³ aufmerksam gemacht. Heusner hat sich damit begnügt, lediglich die Tatsache zu konstatieren, ohne auf den wichtigen und interessanten Mechanismus der Resorption seitens dieses Organes näher einzugehen.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle zunächst etwas Näheres über die Anatomie und die herrschenden Ansichten über die Funktion des Omentum majus vorzuschicken:

Heusner leitet seine Arbeit „Die physiologische Bedeutung des großen Netzes“ mit den Worten ein: „Die Bestimmung des großen Netzes der Säugetiere ist eine ungelöste Frage, und der Streit darüber reicht bis ins Altertum zurück.“ Und nach einem Rückblick faßt er die zurzeit bestehenden Ansichten also zusammen: „Neue Autoren sehen in der Netzschräge ein Absonderungs- und Befeuchtungsorgan oder auch ein Resorptionsorgan, wieder andere einen Blut- und Lymphbereitungsapparat. In der neuesten Zeit ist das große Netz infolge der Wichtigkeit, welches es für die Chirurgie erlangt hat, von verschiedenen Seiten zu einer Schutzvorrichtung gegen pathologische Zufälle erhoben worden, und Albrecht-Frankfurt vergleicht seine Tätigkeit mit jener der Leukozyten, deren Fähigkeiten ebenfalls bei Entzündungsprozessen zur vollen Entfaltung gelangen können.“ Nach Heusner kann jedoch das große Netz seiner Hauptbestimmung nach nicht als eine Schutzvorrichtung bezeichnet werden; denn es gibt kein Organ für pathologische Ausnahmefälle.

Über die Anatomie des Netzes, vor allem über die Frage, ob hier Lymphgefäße vorkommen oder nicht, sind die Ansichten geteilt. Nach Suzuki⁴ sind bezüglich der Art der Resorption im Laufe der Zeit zwei vollkommen divergierende Ansichten hervorgetreten; während die einen

¹ Heusner, Die physiologische Bedeutung des großen Netzes. *Münchener med. Wochenschrift*. 1905.

² Heger, Contribution à l'étude expérimentale des fonctions du grand épiploon. *Annales de la Soc. Royale des sciences médicales de Bruxelles*. 1904. T. XIII.

³ Rose, Das Verhalten des großen Netzes nach intraperitonealen Injektionen körniger Stoffe. *Inaug.-Diss.* Straßburg 1907.

⁴ Suzuki, Über die Resorption im Omentum majus des Menschen. *Virchows Archiv*. Bd. CCII.

Autoren, z. B. Albert von Haller, Chaussier und Adelon, Eccles, Norris, Luschka, resorbierende Lymphgefäße im großen Netz beschrieben haben, leugnen andere ihr Vorkommen im großen Netz. In den meisten Lehrbüchern der normalen Anatomie findet sich nichts näheres über die Lymphgefäße des Omentum majus erwähnt, selbst nicht in dem ausgezeichneten Werke von Bartels¹ „Das Lymphgefäßsystem“. Auf die Literatur näher einzugehen, muß ich mir hier versagen; ich verweise auf die literarische Übersicht bei Suzuki.

Suzuki selbst hat auf Anregung Chiaris, der in einem Falle von in Spontanheilung begriffener lokaler Abreißung des linken Leberlappens in Schnitten vom großen Netz Leberzellen und Gallengangsepithelien in erweiterten Lymphgefäßen gefunden hatte, die Frage der Lymphgefäße und den Nachweis resorbierter Substanzen beim menschlichen Netz an einem größeren Material studiert. Durch die mikroskopische Untersuchung konnte er in den Lymphgefäßen sehr verschiedenen Inhalt nachweisen, Leberzellen, Gallengangsepithelien, Pankreaszellen, Geschwulstzellen, rote und weiße Blutkörperchen und auch Bakterien. Alle diese Elemente waren, wie Suzuki schreibt, zweifellos von der Bauchhöhle in die Lymphgefäße des Omentum majus gelangt. Er zieht aus seinen Untersuchungen den Schluß, daß 1. das Omentum majus regelmäßig reichliche Lymphgefäße besitzt, daß 2. die verschiedenen korpuskulären Elemente, die in der Bauchhöhle als abnormer Inhalt auftreten, auch in die Lymphgefäße des Omentum majus eintreten, und daß 3. infolgedessen das Omentum majus bei Infektionen des Peritoneums als ein schützendes Organ der Bauchhöhle anzusehen ist, ja, daß es geradezu sehr wesentlich daran beteiligt ist, die Bauchhöhle rein zu halten.

Auch nach meinen Untersuchungen ist das Netz ein Organ, das neben Blutgefäßen regelmäßig Lymphgefäße enthält. Nicht nur beim Menschen, sondern auch bei den kleineren Säugetieren gelingt es, nach zahlreichen eigenen Untersuchungen in Netzschnitten Lymphgefäße und Lymphknoten nachzuweisen. Norris² hat die Verhältnisse beim Kaninchen genauer untersucht. Er teilt die Lymphgefäße in zwei Gruppen ein; die größeren tiefen verlaufen in Begleitung der Blutgefäße, während die kleinen oberflächlichen nach allen Richtungen das Netz durchziehen. Den Anfang der kleinen Lymphgefäße sollen die sogenannten von Recklinghausenschen Saftkanälchen bilden. Diese kommunizieren mit den Lymphkapillaren und diese münden in die großen Lymphstämme. Die Lymph-

¹ Bartels, Das Lymphgefäßsystem. 17. Lieferung des *Handbuches der Anatomie des Menschen*. Herausgegeben von Karl von Bardeleben. Bd. III. Abt. IV.

² Norris, *Bull. med. Univ. of Pennsylv.* 1908–1909. Vol. XXI.

gefäße des großen Netzes laufen in mehreren Lymphdrüsen im obersten Teil des großen Netzes an der *Curvatura major ventriculi* zusammen.

Über die sonstige feinere Histologie des großen Netzes sei folgendes bemerkt: Beim Menschen zeigt es areolären Bau und besteht aus anastomosierenden Bindegewebsbündeln, die ein zierliches Netz mit polygonalen oder rechteckigen Maschen bilden und Fibroblasten enthalten. Die Lymphgefäße verlaufen nach Suzuki meist mit den Blutgefäßen, zuweilen aber auch zwischen den Blutgefäßen. Von Recklinghausen hat zur Unterscheidung der Lymph- und Blutgefäße, die sehr schwierig ist, angegeben, daß die Wandungen der Lymphgefäße an den Knotenpunkten nach außen hin konkav sind.

Ein Stück Netz eines jungen normalen Kaninchens vom proximalen, unterhalb des Magens gelegenen Teil habe ich auf der Taf. II, Zeichnung Nr. 1 wiedergegeben. Wie die Abbildung zeigt, kommen hier (auch beim Meerschweinchen) 1. teils diffuse, teils schärfer begrenzte, an Lymphfollikel erinnernde Zellkomplexe verschiedener Größe vor, die bis auf die größten durchweg einer bindegewebigen Umhüllung entbehren. Im ganzen Netz, besonders aber auch in der Nähe dieser aus Lymphozyten bestehenden Zellaggregate sieht man 2. zahlreiche große und polymorphkernige Zellen (s. Taf. II, Fig. 2), deren Protoplasma aus zahlreichen eosinophilen Granula besteht. In sehr großer Anzahl habe ich sie auch entlang den Blut- und Lymphgefäßen, dem Fettgewebe, das die Gefäße einschleidet, angelagert gefunden. Es sind starke Phagozyten. Im Tuscheversuch, der über die Verbreitung dieser Zellen im Netz sehr guten Aufschluß gibt, kann man sehen, daß ihre Granula die Farbstoffteilchen massenhaft adsorbiert haben.

Über die zelligen Elemente der Lymphe und der serösen Höhlen, sowie über die physiologische Bedeutung des Netzes haben Weidenreich¹ und Schott² wertvolle Mitteilungen gemacht.

Nach Weidenreich enthalten die serösen Höhlen, besonders die Bauchhöhle, in ihrem spärlichen normalen Transsudat stets Zellelemente. Bei allen Tieren kommen große protoplasmareiche rundkernige Zellen vor, die als abgestoßene Endothelien oder eingewanderte Blutelemente (Lymphozyten) oder als losgelöste adventitielle Zellen der Netzgefäße angesprochen

¹ Weidenreich, Über die zelligen Elemente der Lymphe und der serösen Höhlen. *Verhandl. der Anatom. Gesellschaft auf der 21. Versammlung am 24. bis 27. April 1907 zu Würzburg.*

² Schott, Morphologische und experimentelle Untersuchungen über Bedeutung und Herkunft der Zellen der serösen Höhlen und der sogenannten Makrophagen. Inaug.-Diss. Straßburg. *Archiv für mikr. Anatomie und Entwicklungsgeschichte.* 1909. Bd. LXXIV.

werden. Daneben finden sich z. B. beim Meerschweinchen zahlreiche rund- und polymorphkernige eosinophile Leukozyten und spärliche Lymphozyten. Sehr spärlich sind die polynukleären Leukozyten vertreten.

Trifft das Peritoneum ein Reiz, so ändert sich das Bild, indem sehr zahlreiche polynukleäre Leukozyten aus den hyperämischen Gefäßen austreten. Diese Leukozyten gehen nach Weidenreich im Exsudat sehr schnell zugrunde. Entweder zerfallen sie, oder sie werden von den großen rundkernigen Zellen (Makrophagen) aufgenommen. Bei wiederholter Reizung wandern aus dem Blut keine polynukleären Leukozyten mehr aus. Das Exsudat besteht fast nur noch aus Makrophagen, aus jenen großen rundkernigen Zellen und eosinophilen rund- und polymorphkernigen Leukozyten. Die beiden Formen zeigen nach Weidenreich zahlreiche Mitosen. Es handelt sich also hier um eine autochthone Zellbildung innerhalb der Bauchhöhle. Weidenreich behauptet, daß die großen protoplasmareichen rundkernigen Zellen, die nach ihm charakteristische Bestandteile der normalen und der entzündlichen Peritonealflüssigkeit darstellen, losgelöste Peritonealendothelien sind, die ihre phagozytäre Eigenschaft in hohem Maße auch innerhalb des Netzes entfalten und die aus dem Blut austretenden polynukleären Leukozyten sofort in sich aufnehmen.

Nach meinen Untersuchungen kommen als phagozytäre Elemente der Bauchhöhle zwei große Zellengruppen in Betracht, die wir mit Metschnikoff als Makro- und Mikrophagen bezeichnen können.

Die Mikrophagen oder polynukleären Leukozyten stammen aus dem Blut und wandern, sobald die Peritonealhöhle von einem Reiz betroffen wird, aus den hyperämischen Gefäßen des Netzes aus.

Zu den Makrophagen rechne ich die großen mononukleären, protoplasmareichen rundkernigen Zellen, die hauptsächlich minderwertige und abgestorbene Zellelemente aufnehmen, vor allem aber die eosinophilen Zellen, deren Protoplasma aus einer Unzahl von Granula besteht. Diese beiden verschiedenen Makrophagen stammen nicht aus dem Blut, sondern aus dem Netz; die auf der Taf. II, Figur Nr. 2 abgebildeten Zellen sind keineswegs identisch mit den eosinophilen Leukozyten des Blutes. Bei bakterieller peritonealer Infektion sind es diese Makrophagen hauptsächlich, die Mikroorganismen sowie Farbstoffteilchen vermittelt ihrer Granula in großer Menge adsorbieren und in ihrer Freistätigkeit den polynukleären bei weitem überlegen sind.

Auf Grund meiner Untersuchungen stimme ich mit Weidenreich und Schott darin überein, daß die Makrophagen des entzündlichen Peritonealexsudates ursprünglich sessile Zellen des Netzes sind, die auf einen entzündlichen Reiz zu

Phagozyten werden, indem sie sich zum Teil aus dem Zellverbande lösen und zu freien Elementen werden.

Auch über die physiologische Bedeutung des Netzes bin ich zu derselben Ansicht wie Weidenreich gekommen, der folgende Auffassung vertritt.

„Das Netz ist zu charakterisieren als ein in der Fläche entfalteter lymphoider Apparat, gleichwertig dem Reticulum der Lymphbahnen und der Sekundärknötchen der Lymphknoten nebst den in ihnen enthaltenen Zellen. Dieser lymphoide Apparat ist aufgehängt in der einem Lymphraum entsprechenden Peritonealhöhle; das Netz ist durchbrochen, so daß Flüssigkeit wie korpuskuläre Elemente hindurchpassieren können, wie die Lymphe durch das Reticulum der Lymphbahnen. Allenthalben im Netz können Sekundärknötchen (Ansammlung von Lymphozyten) sich bilden, die sogenannten „*tâches laiteuses*“ Ranviers. Physiologisch wirken die Zellen des Netzes wie die der Lymphdrüsen, indem sie sowohl Zellen produzieren, die frei werden können und in den Lymphraum gelangen — das sind jene großen rundkernigen Zellen der Peritonealflüssigkeit, als auch solche, die innerhalb des Organs selbst Verwendung finden — dieselben Zellen und Lymphozyten.“

Auf welche Weise kommt nun die Aufnahme körnchenförmiger Substanzen durch das Netz zustande?

Daß nach der Einspritzung frei im Exsudat der Bauchhöhle schwimmende Tusche-Teilchen nach 24 Stunden in erheblicher Menge von den Leukozyten phagozytiert sind, steht fest. Das Fortschreiten der Phagozytose läßt sich ja durch die Kontrolle des Peritonealexsudates im Laufe der 24 Stunden genau verfolgen. Die Menge der nach 24 Stunden innerhalb der Bauchhöhle in den Phagozyten gelegenen, von den Granula adsorbierten Tusche-Teilchen entspricht aber nicht im entferntesten der ganzen eingespritzten Menge, sondern sie stellt nur einen kleinen Teil, gewissermaßen nur den Rest der im Bauchraum zurückgebliebenen Farbstoff-Teilchen dar. Die Hauptmenge ist aus ihm verschwunden, und da man bei der Untersuchung des Netzes — die sehr leicht auszuführen ist, indem man die durchsichtigen Partien über einem Objektträger ausbreitet und unter dem Mikroskop betrachtet — konstatieren kann, daß die Tusche-Teilchen sich in einer Unmenge von Phagozyten innerhalb des Netzes eingeschlossen finden, so müssen wir annehmen, daß die Phagozyten in den Peritonealraum eingewandert, die Farbteilchen phagozytiert und ins Netz zurückgewandert sind. Diese vermitteltst der Phagozyten stattfindende Resorption korpuskulärer Elemente aus der Bauchhöhle in das große Netz möchte ich als indirekte bezeichnen.

Bei der Untersuchung des Netzes derartiger Versuchstiere sieht man jedoch, daß nicht nur die eigentlichen Wanderzellen, die Mikro- und Makrophagen, sondern auch fixe Phagozyten, nämlich die Endothelien der Lymphgefäße, die Farbstoffteilchen aufgenommen haben. Ja man findet die Tusche hier und da auch frei im Lumen der Lymphgefäße. Daraus geht mit Sicherheit hervor, daß die Lymphgefäße des Netzes korpuskuläre Elemente auch direkt ohne Vermittlung der Phagozyten aufsaugen können. Es kommt also neben der indirekten auch eine direkte Resorption durch die Lymphbahnen des Netzes vor. Hierfür spricht auch die Schnelligkeit der Aufnahme; denn schon kurze Zeit nach der Injektion liegt ein großer Teil des Farbstoffes im Netz, wovon man sich leicht nach Tötung des Tieres überzeugen kann, während Leukozyten im allgemeinen in den ersten 2 Stunden nach der Einspritzung nur spärlich im Peritoneum vorhanden sind.

Die mit den Farbstoffteilchen beladenen Makrophagen trifft man teils einzeln, teils zu Gruppen vereinigt, in den durchsichtigen Partien des Netzes an; vor allem aber findet man sie in großer Anzahl zu beiden Seiten des Fettgewebes, in das die Gefäße eingebettet sind, so daß schon bei makroskopischer Betrachtung diese Stellen als schwarze Streifen auffallen. In die Gefäße selbst dringen sie nicht ein. Ich habe bei zahlreichen Untersuchungen kein einziges Gefäß getroffen, wo ein Tuscheleukozyt in einem Gefäß, Vene oder Arterie, gelegen hätte.

Eine starke Anhäufung der Tuscephagozyten findet weiter in den Lymphknötchen, und besonders in den an der Wurzel des Netzes gelegenen Lymphknoten statt. Diese fallen daher schon makroskopisch durch ihre intensiv schwarze Farbe auf. Um ein klares Bild der Verhältnisse zu gewinnen, ist es nötig, diese Partien am gehärteten Präparat zu studieren. Man kann dann sehen, daß die Aufnahme der Tusche seitens der Phagozyten innerhalb der Lymphknötchen eine durchaus ungleichmäßige ist. Die Mikrophagen enthalten zwar fast ohne Ausnahme kleine Tuschepartikelchen in ihrem Zellenleibe, doch werden sie von anderen Zellen ganz in den Schatten gestellt, die vollgepfropft mit Tusche, wie schwarze Kugeln vom übrigen Gewebe sich abheben. Diese Zellen sind die zwei verschiedenen Arten der Makrophagen. Sie entstammen, wie bereits oben bemerkt, nicht dem Blute, wie die polynukleären Leukozyten, sondern dem lymphoiden Apparate des großen Netzes.

Von hohem Interesse und für den Mechanismus der Entstehung einer allgemeinen Infektion vom Peritoneum aus wichtig ist die Frage nach dem weiteren Schicksal der körnchenförmigen Substanzen. Ich hatte bereits festgestellt, daß der bei weitem größte Teil der in die Bauchhöhle injizierten Farbstoffmenge von den leukozytären Elementen des Netzes

und den Lymphknötchen festgehalten wird, und daß ein Rest innerhalb der Leukozyten in der Bauchhöhle selbst liegen bleibt. Weiter hatte ich mitgeteilt, daß ein geringer Teil durch die Lymphbahnen des Centrum tendineum aufgenommen wird. Diese Lymphbahnen perforieren das Zwerchfell und nehmen ihren weiteren Verlauf mit den Venae mediastinales retrosternal, wo sie oberhalb der Brustapertur ihren Inhalt in den großen Ductus chyliferus abführen. In dem Verlauf dieser retrosternalen Lymphstränge sind Lymphknoten eingeschaltet, und zwar liegen beim Meerschweinchen und Kaninchen je zwei ungefähr in der Höhe der dritten Rippe, zwei oberhalb der oberen Brustapertur. Auch beim Affen und beim Menschen finden sich im Verlauf der retrosternalen Lymphgefäße kleine Lymphdrüsen. Wenn man den Versuchstieren reichlich Tusche intraperitoneal injiziert und die Tiere nach 48 Stunden tötet, so heben sich diese Lymphknötchen durch ihre intensiv schwarze Farbe deutlich von ihrer Umgebung ab, ein Beweis, daß die Farbstoffteilchen hier abgelagert wurden. Die Kenntnis dieser, der Peritonealhöhle entstammenden, das Zwerchfell perforierenden Lymphbahnen mit ihren eingeschalteten Lymphknötchen ist von größter Wichtigkeit; denn sie zeigen uns den Weg, auf dem ein Bruchteil der korpuskulären Substanzen und Bakterien in die Lymphe und sekundär in den allgemeinen Blutkreislauf geraten kann. Die Infektion des Blutes durch Bakterien vom infizierten Peritoneum aus erfolgt also nicht direkt durch die Blutgefäße der Peritonealhöhle, sondern auf indirektem Wege durch die ableitenden Lymphgefäße. Aber auch hier hat der zweckmäßig gebaute Organismus gegen eine ungehinderte Überflutung des Blutes Barrieren geschaffen, indem in die ableitenden Lymphbahnen Lymphknoten eingeschoben sind, die den größten Teil der mit fremden Bestandteilen beladenen Leukozyten abfangen.

Für die von mir geschilderte Infektion des Blutes und weiterhin der verschiedenen Körperorgane von der Peritonealhöhle aus lassen sich noch weitere Beweise anführen. Wenn man Tuschetiere nach 24 Stunden tötet und vom Parenchym der Leber und Milz Abstriche macht, so findet man fast stets spärliche Tuschezellen, und zwar die großen mononukleären Phagozyten. Da weder Leber noch Milz direkte Verbindungen mit dem freien Peritonealraume haben, so können sie nur auf dem eben geschilderten Wege mit dem Blutstrom in diese Organe gelangt sein. Wenn wirklich eine direkte Kommunikation dieser Organe mit der Bauchhöhle bestände, so müßten die Tuschephagozyten weit zahlreicher hier angetroffen werden; aber nur wenigen Zellen gelingt es, alle Barrieren zu passieren, ehe sie in den Hauptlymphstrom und sekundär in die allgemeine Blut-zirkulation gelangen.

II. Über das Schicksal der in die Peritonealhöhle injizierten Bakterien.

Nachdem mittelst des Tuscheversuches das Schicksal der in die Bauchhöhle injizierten Farbstoffemulsionen festgestellt war, war es nicht schwer, dasjenige der Bakterien genauer zu verfolgen. Die Frage, auf welche Weise Bakterien aus der Bauchhöhle verschwinden, hat seit Beginn der bakteriologischen Ära die Forscher gefesselt, und besonders in letzter Zeit ist das Problem von chirurgischer Seite verschiedentlich experimentell zu lösen versucht worden.

Peiser¹ und Glimm² sind der Ansicht, daß die Bakterien von den Lymphbahnen des Peritoneums aufgenommen werden; indes liegen, wie Danielsen³ bemerkt, bisher keinerlei sichere Beweise für diese Behauptung vor. Nach ihm muß auch die Vermutung anderer Forscher (Bertelsmann), die Bakterien würden durch die Blutbahn aus der Bauchhöhle resorbiert, so lange respektiert werden, bis vollgültige Beweise vorliegen.

Danielsen selbst hat die Frage durch Tierversuche zu entscheiden versucht. Zu diesem Zweck legte er bei Hunden den Ductus thoracicus frei und versuchte, in ihn eine feine Kanüle einzubinden, oder begnügte sich mit der Freilegung und entnahm dem eröffneten Gefäß Lymphe mit der ausgeglühten Platinschlinge. In die freigelegte Carotis externa band er eine ausgekochte Glaskanüle ein, darauf injizierte er eine ganze, in steriler Kochsalzlösung aufgeschwemmte Colikultur in die Bauchhöhle; in verschiedenen Zwischenräumen wurde dann Blut und Lymphe entnommen und auf passende Nährböden übertragen.

Bei den in dieser Weise angestellten Versuchen konnten in der Lymphe des Ductus thoracicus die in die Bauchhöhle gebrachten Colibakterien nachgewiesen werden, während in dem zu gleicher Zeit entnommenen Blut sich kein einziges Bacterium coli zeigte.

Da es mir darauf ankam, zunächst einmal den reinen Resorptionsvorgang eines Bakteriums, das sich der bakteriziden Tätigkeit der freien Peritonealflüssigkeit gegenüber resistent erwies, kennen zu lernen, so habe ich meine Versuche mit Tuberkelbazillen menschlichen und tierischen Ursprungs begonnen.

Die Kaninchen von 1500 ^{grm} Gewicht erhielten 0.03 ^{grm} (Typus bovinus), Meerschweinchen 0.02 ^{grm} (Typus humanus) einer feinen, in Kochsalzlösung verriebenen Aufschwemmung von Tuberkelbazillen intra-

¹ Peiser, Bruns *Beiträge*. Bd. XLV.

² Glimm, *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie*. Bd. LXXIII.

³ Danielsen, Über die Schutzvorrichtungen in der Bauchhöhle. *Habilitationschrift*. Laupp jr., Tübingen 1907.

peritoneal eingespritzt. Zwar ist die Menge der injizierten Bazillen immerhin eine beträchtliche; aber für den Zweck der Feststellung der Resorption und des ersten Verlaufes der Infektion war eine größere Dosis vorzuziehen, da die Bazillen im infizierten Tiere dann später leichter aufgefunden werden konnten.

Entnimmt man 1 Stunde nach der Einspritzung Peritonealexsudat, so ist die Phagozytose bereits im Gange, aber es sind doch nur verhältnismäßig wenige Mikro- und Makrophagen sichtbar. In den folgenden Stunden nimmt die Leukozytose zu, und man sieht schon zahlreiche Stäbchen im Innern der Phagozyten.

Nach 7 Stunden ist das Peritonealexsudat so reich an poly- und mononukleären Leukozyten, daß man glaubt, Eiter vor sich zu haben. Etwa ein Drittel der Zellen haben Tuberkelbazillen im Innern.

Die mononukleären zeichnen sich dadurch aus, daß sie meist vollgestopft sind mit Bazillen, während die polynukleären meist nur vereinzelte Stäbchen aufgenommen haben. Freie Bazillen findet man in der Peritonealflüssigkeit nur mehr ganz vereinzelt.

Nach 9 Stunden hat sich das Bild insofern geändert, als etwa $\frac{2}{3}$ der Zellen Tuberkelbazillen phagozytiert haben. Außerhalb der Zellen befindet sich kaum noch ein Bacillus.

Nach 24 Stunden enthält die Bauchhöhle noch zahlreiche Phagozyten, doch hat die Zahl der Zellen, die Bazillen in ihrem Protoplasma aufweisen, stark abgenommen.

Will man sich Klarheit darüber verschaffen, wo die Bazillen geblieben sind, so ist es nötig, das Tier zu töten. Erfolgt die Sektion 24 bis 48 Stunden nach der Infektion, so erscheint die Bauchhöhle zunächst nicht verändert. Die Serosa des Darmes und das Peritoneum parietale ist spiegelnd, glatt und glänzend, nur das Netz liegt zusammengerollt unterhalb des Magens, ist ödematös, stärker wie normal gerötet, manchmal mit weißlichen Fibrinflocken bedeckt und verklebt. Die Lymphknötchen, die sonst nicht sichtbar sind, sind jetzt stark vergrößert, von gelbweißem Aussehen, gleich als wenn sie eitrig erweicht wären. Durch ihre Größe und gelbweiße Farbe treten sie deutlich hervor (vgl. Taf. II, Zeichnung Nr. 3). Zerquetscht man ein größeres Lymphknötchen und färbt den Ausstrich auf Tuberkelbazillen, so ist man erstaunt über die große Anzahl der sich hier vorfindenden Stäbchen.

Über die Zahl und Lokalisation der Bazillen in den Lymphknoten und dem übrigen Gewebe des Netzes geben Schnittpräparate genauen Aufschluß. Die Menge der Stäbchen innerhalb der größeren Lymphknoten ist oft enorm; färbt man nach Ziehl, so erscheint das Gewebe des Knötchens oft ganz rot. Die Stäbchen liegen teils vereinzelt oder zu

mehreren in den dicht aneinander liegenden polynukleären Leukozyten, teils finden sie sich angehäuft in einzelnen Zellen, die über das ganze Gesichtsfeld verstreut sind. Außer diesen in Zellen eingeschlossenen Stäbchen sind aber noch große Bazillenrasen vorhanden, die offenbar kleine, trotz sorgfältiger Verreibung nicht in einzelne Stäbchen aufgelöste Bröckel der injizierten Kultur darstellen. Eine Reaktion seitens des Gewebes ist trotz der großen Menge der auf engem Raum zusammenliegenden Bazillen kaum vorhanden. Aber nicht nur die Lymphknoten, sondern auch die kleinen, aus Lymphozyten bestehenden Zellaggregate, sowie die einzelnen oder zu mehreren in dem Maschengewebe des Netzes liegenden leukozytären Elemente enthalten die nach Ziehl rot gefärbten Stäbchen.

Der Weg, den die Bazillen genommen haben, um aus der freien Bauchhöhle in das Netz zu gelangen, ist nicht schwer zu verfolgen.

Von einer Vernichtung der Keime durch die eingewanderten Mikro- und Makrophagen im Peritonealraum selbst kann keine Rede sein, aber als Transportzellen haben die Phagozyten eine großartige Tätigkeit entfaltet, indem sie fast alle in die freie Peritonealflüssigkeit injizierten Bazillen bis auf wenige Reste, die in Leukozyten eingeschlossen, in der Bauchhöhle verblieben sind, in das Netz und zwar hauptsächlich in die Lymphknötchen befördert und dort abgelagert haben (vgl. Taf. III, Mikrophotographie Nr. 1).

Was den weiteren Verlauf der peritonealen tuberkulösen Infektion des Meerschweinchens und Kaninchens anbetrifft, so gehen die durch das Netz abgefangenen Bazillen hier nicht zugrunde, sondern verursachen typische Netzveränderungen. Nach etwa 14 Tagen ist aus dem aufgerollten Netz ein wurstförmiger Tumor von gelbweißer Farbe und derber Beschaffenheit geworden, der unterhalb der großen Kurvatur des Magens gelegen ist und an Stellen, wo zahlreiche Bazillen hingerieten, bereits verkäst ist. Die Milz ist um diese Zeit auch schon vergrößert, zeigt aber nur feinste, eben sichtbare Knötchen in ihrem Parenchym. Makroskopisch sieht man an den übrigen Organen der Bauchhöhle sowie an den Lungen noch keine Veränderungen. Die miliaren Knötchen der Milz verdanken ihre Entstehung Tuberkelbazillen, die von Phagozyten verschleppt, durch die dem Peritoneum entstammenden Lymphgefäße in den Hauptlymphstrom und sekundär ins Blut eingeschwemmt sind, genau, wie ich es bei den Tuschezellen, die man in der Milz und Leber nach intra-peritonealer Injektion von Tusche antrifft, geschildert habe.

Wir sehen also, daß der Mechanismus der peritonealen Infektion mit Tuberkelbazillen d. h. was die erste Phase, die Resorption der Bazillen aus der Bauchhöhle anbetrifft, genau in derselben Weise verläuft wie beim Tuscheversuch. Sobald die Bazillen innerhalb des lymphoiden Gewebes

des Netzes sich befinden, können sie ihre spezifischen Eigenschaften entfalten, die schließlich zur Zerstörung der Phagozyten und Verkäsung des umliegenden Gewebes führen.

Weitere Versuche, den Mechanismus der peritonealen Infektion bei den gewöhnlichen Eitererregern zu erforschen, habe ich bei jungen Kaninchen und Meerschweinchen mit Staphylo- und Streptokokken angestellt. Um die Tätigkeit des Netzes bei diesen Infektionen frei von Nebenerscheinungen zu beobachten, muß man natürlich untödtliche Dosen nehmen. Beim Staphylococcus, jungen Kaninchen intraperitoneal injiziert, genügt eine Öse virulenter Agarkultur. Es würde mich zu weit führen, hier den Gang der Infektion genauer zu schildern. Soweit die erste Phase, das Verschwinden der Kokken aus dem Peritonealraum in Betracht kommt, ist er genau derselbe wie bei der Infektion mit Tuberkelbazillen. Die Phagozytose ist bei der Staphylo- und Streptomykose, sofern keine zu großen Mengen verwandt werden, besonders ausgesprochen, gleichgültig, ob man virulente oder wenig virulente Stämme benutzt.

Tötet man ein Staphylo- oder Streptokokkentier nach 24 Stunden, so erscheint das Netz wenig verändert. Es hat sich aufgerollt und nur dort, wo größere Lymphknötchen im Netz liegen, sieht man stärkere Rötung und Injektion der Gefäße. Die größten, an der Wurzel des Netzes liegenden Lymphknötchen beherbergen große Mengen von in Phagozyten eingeschlossenen Kokken, wovon man sich leicht an nach Gram gefärbten Schnittpräparaten überzeugen kann. Bei dieser Anhäufung von Kokken handelt es sich keineswegs um eine Vermehrung, sondern lediglich um eine Verschleppung und Ablagerung auf dem verhältnismäßig kleinen Raum eines Lymphknötchens durch die Leukozyten. Nirgendwo sieht man, daß die Kokken in das benachbarte Gewebe eindringen, nirgendwo die Zeichen einer progredienten Entzündung.

Die Versuche mit Pneumokokken, Bacterium coli, Diphtherie- und Milzbrandbazillen fielen in derselben Weise aus.

Wie gestaltet sich nun das weitere Schicksal der Bakterien nach ihrer Ablagerung durch die Leukozyten im lymphoiden Gewebe des Netzes?

Nach Metschnikoff, der den Phagozyten die ausschlaggebende Rolle bei der Vernichtung der Mikroorganismen zuerteilt, sollen bekanntlich die Bakterien im Protoplasma der Leukozyten verdaut werden und zwar innerhalb der Bauchhöhle.

Es kann jedoch darüber kein Zweifel bestehen, daß eine Reihe von pathogenen Keimen wie z. B. Strepto- und Pneumokokken, Diphtherie- und Typhusbazillen, Choleravibrionen, Bacterium pyocyaneum u.a. zum geringen Teil schon in der freien Peritonealflüssigkeit beim nicht immunisierten

Tier ihren Untergang finden. Dafür spricht das Vorkommen von Degenerationsformen, die man bei sorgfältiger Untersuchung des Peritonealexsudates stets konstatieren kann. Der größere Teil wird allerdings von den Phagozyten aufgenommen. Es fragt sich aber, ob die innerhalb der Leukozyten liegenden Keime hier abgetötet werden oder nicht. Für manche Bakterien, wie z. B. den Tuberkelbacillus, Staphylokokken kann diese Frage heute wohl verneint werden. Bei einer weiteren Reihe von Keimen, virulenten Strepto- und Pneumokokken, sowie Diphtheriebazillen, habe ich öfter das Peritonealexsudat der infizierten Tiere 24 Stunden nach der Injektion, als ich mich überzeugt hatte, daß sämtliche Keime sich innerhalb der Phagozyten befanden, auf passenden Nährböden ausgestrichen, aber stets ein gutes Wachstum der betreffenden Bakterien erhalten, ein Beweis, daß diese Keime noch nicht von den Phagozyten vernichtet waren. Man könnte ja den Einwand machen, daß sich auch noch freie Bakterien im Peritonealexsudat befunden haben könnten, die meiner Kontrolle entgangen wären. Um diesem Einwand zu begegnen, habe ich nicht die freien, noch in der Bauchhöhle befindlichen, sondern die bereits in die Lymphknötchen des Netzes eingewanderten, mit Bakterien beladenen Leukozyten zur Aussaat auf Nährböden benutzt, indem ich die größten Knötchen nach 24 bis 48 Stunden sorgfältig aus der Umgebung herauspräparierte, sie mehreremal in Kochsalzlösung wusch, sie dann zerquetschte und dieses Material auf die Nährböden brachte. Auch hier erhielt ich bei den genannten pathogenen Keimen stets ein reichliches Wachstum. Also selbst im lymphoiden Gewebe des Netzes waren in den ersten Tagen die Keime noch lebensfähig. Die Diphtherietiere starben gewöhnlich nach 3 Tagen. Außer im Netz fanden sich im Organismus des Meerschweinchens keine Bazillen. Der Tod der Tiere ist offenbar auf eine Toxinwirkung von den im Netz abgelagerten Bazillen zurückzuführen.

Versuchstiere, die mit Strepto-, Staphylo- und Pneumokokken infiziert worden waren, blieben dagegen am Leben. Hier mußte also allmählich eine Abtötung innerhalb der Lymphknötchen des Netzes erfolgt sein. Wenn man bedenkt, eine wie große Menge der pathogenen Keime in den größten dieser Lymphknötchen zusammengetragen wird, so läßt sich daraus der Schluß ziehen, daß die bakterizide Kraft eines derartigen Zellkomplexes eine außerordentliche sein muß. Wie die Bazillen hier vernichtet werden, kann ich allerdings nicht sagen. Der Vorgang des Unterganges von Bakterien ist uns ja auch bei den Lymphdrüsen des übrigen Körpers nicht bekannt, nur soviel wissen wir, daß ihr bakterizides Vermögen ein gewaltiges ist.

Gegenüber diesen Versuchen am nicht präparierten Tier war es von großem Interesse, die Vorgänge in der Bauchhöhle immunisierter Tiere zu verfolgen.

Wenn man Meerschweinchen und Kaninchen mit Strepto-, Pneumokokken, Milzbrandbazillen u. a. vorbehandelt, so gewinnt das Peritonealexsudat dadurch eine außerordentlich starke bakteriolytische Fähigkeit für diese Bakterien, eine Tatsache, die uns durch die klassischen Untersuchungen R. Pfeiffers für andere Bakterien, den Cholera vibrio und Typhusbacillus bekannt ist. Durch diese starke bakterizide Tätigkeit verschwinden die Bakterien sehr schnell aus der Bauchhöhle, indem sie in der Peritonealflüssigkeit zum größten Teile aufgelöst werden. Wichtig ist, daß im immunisierten Tier eine Reaktion von seiten der aus dem Blut stammenden polynukleären Leukozyten fast gänzlich ausbleibt, während Makrophagen gewöhnlich in großer Anzahl im Exsudat, vielfach zu kleinen Häufchen verklumpt, aus dem Netz in die freie Bauchhöhle eingewandert sind. Die Auflösung der Bakterien läßt sich besonders gut an sporenhaltigen Milzbrandbazillen studieren. Man kann unter dem Mikroskop verfolgen, wie die Konturen der Bazillen allmählich verschwinden, während die einzelnen Sporen des Stäbchens keine Veränderungen erleiden. Der Prozeß verläuft sehr schnell, so daß man 20 Minuten nach der Einspritzung nur Sporen, die allerdings ebenso wie ein Teil der Bazillen gierig von den Makrophagen gefressen werden, im Exsudat finden kann. In derselben Weise verläuft der Prozeß der Auflösung bei den Strepto- und Pneumokokken, gleichzeitig allerdings auch hier mit einer energischen Phagozytose seitens der Makrophagen, die mit den Resten und Trümmern der Bakterien vom Netz aufgenommen werden. Ein anderer Teil wird direkt von den Lymphbahnen des Lymphnetzes resorbiert.

Die Darstellung, die ich von den beim Untergang der Bakterien in der Bauchhöhle sich abspielenden Vorgängen gegeben habe, weicht in einer Reihe von Punkten von der zurzeit herrschenden Lehre ab. Vor allem kann ich der Ansicht Metschnikoffs, daß die Vernichtung der Keime im Peritonealraum durch die eingewanderten Phagozyten vor sich gehe, nicht zustimmen.

Der Prozeß beim vorbehandelten ist wesentlich verschieden von dem beim normalen Versuchstiere. Während beim immunisierten Tier der Untergang der Keime in der Hauptsache durch die bakteriolytische Tätigkeit des Peritonealexsudats, also extrazellulär im Sinne R. Pfeiffers schnell entschieden wird, ist der Verlauf beim nicht immunisierten Versuchstier viel langsamer und komplizierter, indem die Vernichtung der Keime hauptsächlich im lymphoiden Gewebe des Netzes vor sich geht, wohin die Bakterien teils direkt resorbiert, teils indirekt durch die Mikro- und Makrophagen abgelagert werden.

Das Schicksal der in die Bauchhöhle eingeführten pathogenen Keime wird also nicht durch einen einzigen, sondern durch eine Reihe von mitwirkenden Faktoren entschieden. Wenn wir sie hinsichtlich ihrer Beteiligung an der Keimabtötung prüfen, so können wir sagen, daß die Phagozytose dasjenige Phänomen ist, das bei sämtlichen Bakterien regelmäßig und am sinnfälligsten in die Erscheinung tritt, während der Vorgang der Auflösung im Exsudat sich meist dem Auge des Beobachters entzieht. Daß die Phagozyten virulente, lebensfähige Keime aufnehmen können, muß zugegeben werden. Keineswegs ist aber die Aufnahme gleichbedeutend mit einer Abtötung im Leukozytenleibe, vielmehr tritt diese erst innerhalb der einzelnen Lymphknötchen und Drüsen ein. In diese mit hoher bakterizider Kraft versehenen Stätten gelangen sie allerdings durch die Wanderzellen. Die Tätigkeit der letzteren ist also dahin zu charakterisieren, daß sie in erster Linie Resorptionszellen sind, wie eine Reihe hervorragender Forscher, z. B. R. Pfeiffer, Baumgarten u. a. stets hervorgehoben haben.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. II u. III.)

Tafel II.

Zeichnung Nr. 1 u. 2.

Stellt einen Schnitt durch den proximalen Teil des großen Netzes eines jungen Kaninchens (1500 ^{mm}) bei schwächerer Vergrößerung (Winkel Oc. 3 Obj. 3) dar. Man sieht in dem Maschenwerk des Netzes ein größeres, aus Lymphozyten bestehendes Lymphknötchen und zwei kleinere, ebenfalls aus Lymphozyten bestehende Zellaggregate. Die überall im Gewebe sichtbaren eosinophilen Zellen sind in der Figur Nr. 2 bei starker Vergrößerung (Zeiss Apochrom. Comp. Oc. 8) dargestellt.

Zeichnung Nr. 3.

Ist angefertigt vom Netz eines 1500 ^{mm} schweren jungen Kaninchens (natürliche Größe), das eine Tuberkelbazillenenulsion (0.03 ^{mm}) intraperitoneal erhalten hatte. Auf der Zeichnung treten die gelbweißen kleineren und größeren Lymphknötchen, die besonders im Verlauf der Gefäße sich finden, plastisch hervor. Das Tier war 48 Stunden nach der Einspritzung getötet worden. Unten links am Netz liegt die Milz.

Tafel III.¹

Mikrophotogramm Nr. 1. (Vergr. 50 fach.)

Zeigt bei schwacher Vergrößerung einen Schnitt eines großen Lymphknötchens des vorhergehenden Bildes. Die schwarzen unregelmäßigen Schollen, die sich besonders an den Rändern des Drüsengewebes finden, stellen Bröckel der Bazillenenulsion dar, die als solche von Leukozyten in das Lymphknötchen transportiert wurden. Die große längliche schwarze Stelle oben rechts ist ein Kunstprodukt (Umschlagsfalte im Schnitt).

Mikrophotogramm Nr. 2. (Vergr. 900 fach.)

Auf dem Bild ist ein Lymphgefäß vom großen Netz zu sehen, in dessen Inneren sich zahlreiche, meist degenerierte Wanderzellen befinden, die mit Milzbrandbazillen oder deren Resten erfüllt sind. Es finden sich aber auch freie Trümmer von Milzbrandbazillen innerhalb des Lymphgefäßes. Das Tier war mit einer Öse virulenter Milzbrandkultur intraperitoneal geimpft und nach etwa 30 Stunden verendet.

¹ Die Mikrophotogramme verdanke ich der Güte des Hrn. Prof. Zettnow.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Mikrophotogramm Nr. 1.

Mikrophotogramm Nr. 2.