

## XI.

**Ueber Resorption am menschlichen Zwerchfell bei verschiedenen Zuständen.**

(Aus dem pathologisch-anatomischen Institute von Herrn Prof. v. Recklinghausen zu Strassburg i. E.)

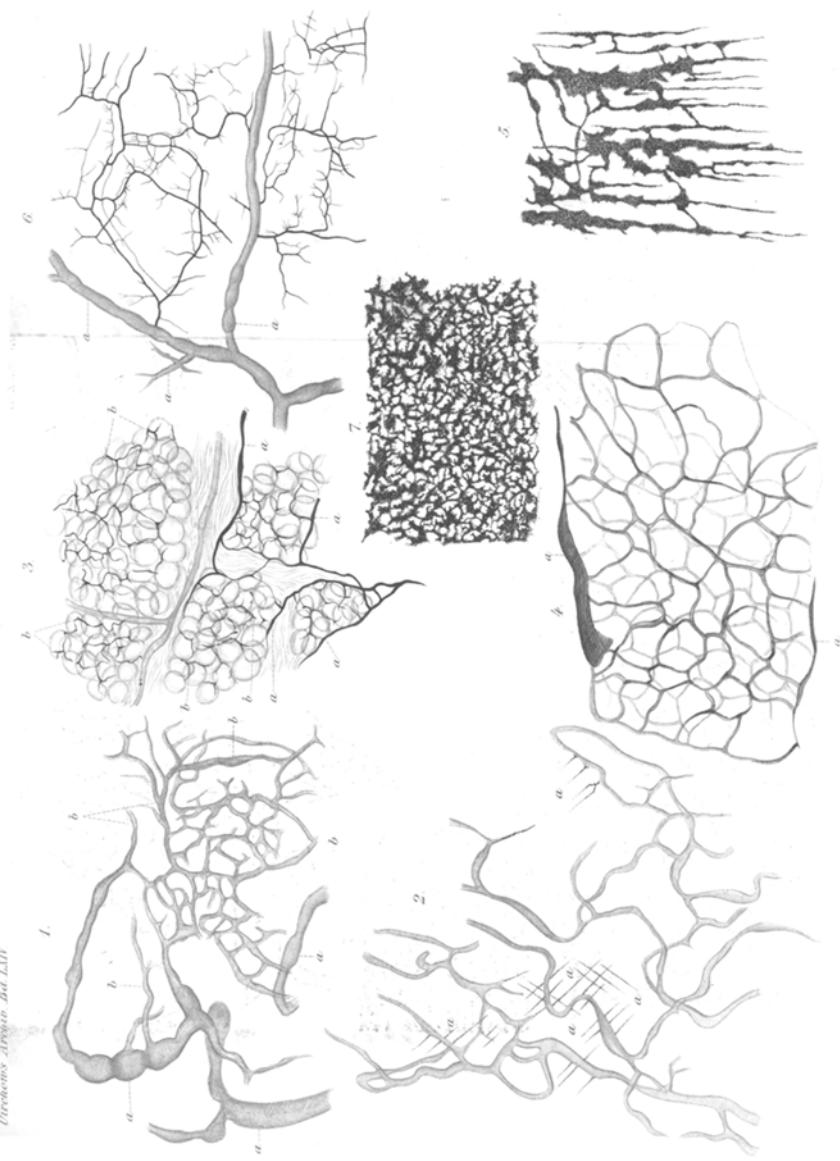
Von Arkadius Rajewsky aus St. Petersburg.

(Hierzu Taf. VIII.)

Im Jahre 1862 gab Prof. v. Recklinghausen in seiner Arbeit (Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe. Berlin, 1862.) eine neue Auffassung über den Anfang der Lymphgefässe, indem er zeigte, dass die kleinsten Lymphcapillaren, charakterisiert durch das sie bekleidende Endothel, mit feinsten Kanälchen, welche in grosser Quantität das Bindegewebe durchziehen, den Saftkanälchen, in Zusammenhang stehen. Er demonstrierte dieses erstens durch Behandlung der Gewebe mit Arg. nitric. und zweitens mittelst Injection, die er unter möglichst geringem Druck vornahm.

Dann stellte v. Recklinghausen (Zur Fettresorption, dieses Archiv, 1863.) die Verbindung der Lymphcapillaren mit den Höhlen des Körpers fest und wies nach, dass besondere Öffnungen, Stomata, an den Lymphgefäßsen vorhanden sind, durch welche Flüssigkeiten und in denselben enthaltene körperliche Partikelchen in die Lymphgefässe aufgesogen werden. Diese Aufsaugungsfähigkeit demonstrierte er am Kaninchenzwerchfell. Es blieb daher noch die weitere Aufgabe, eine ähnliche Einrichtung am menschlichen Zwerchfell experimentell nachzuweisen. Ferner warf sich die Frage auf, wie sich diese Resorption bei pathologischen Zuständen gestalten würde, um so mehr, da v. Recklinghausen schon beobachtet hatte, dass an Zwerchfellen mit puerperaler Peritonitis die Lymphgefässe derselben stark mit Entzündungsproducten gefüllt waren (Würzburger Verhandlungen, 1866.).

Prof. v. Recklinghausen stellte mir daher zwei Aufgaben zur Lösung, erstens die Aufsaugungsfähigkeit des mensch-



lichen Zwerchfells im normalen Zustand zu bestimmen und zweitens den Unterschied zwischen dem normalen und pathologisch-veränderten Zustande nachzuweisen.

Behufs der Aufsaugung wurden die Diaphragmata aus der menschlichen Leiche in gleiche Verhältnisse gebracht, um die Resultate vergleichen zu können, und zwar wurde dieselbe Methode benutzt, nach der v. Recklinghausen bei seiner Untersuchung über Lymphbahnen und Stomata verfuhr.

Die zum Experiment verwendeten Zwerchfelle wurden, nachdem sie mit Sorgfalt ohne gröbere Verletzungen oder Berührungen aus der menschlichen (und thierischen) Leiche herausgenommen waren, nur mit einer niedrigen Schicht der Injectionsflüssigkeit bedeckt, so dass das Gewicht der letzteren eine Compression des Gewebes nicht ausüben konnte. Ja es ergab sich sogar für einen günstigen Erfolg als vortheilhaft, jede Spannung des Zwerchfellstückes zu vermeiden.

Das Diaphragma wurde vielmehr über die breite Oeffnung eines Trichters von mässiger Grösse ohne Spannung so gelegt, dass seine Bauchseite nach dem Innern des Trichters gekehrt war. Das so angebrachte Diaphragma wurde entweder auf einen Teller gestellt, oder es wurde der Trichter, an den es befestigt war, an ein Stativ gehängt, indem die Trichterröhre festgeklemmt wurde.

Um ein Austrocknen von unten her zu vermeiden, wurde im ersten Falle auf den Teller eine schwache (0,75 pCt.) Kochsalzlösung, im anderen ein Glas mit Wasser unter den Trichter gebracht, so dass die Verdunstung das Zwerchfell immer feucht erhielt. Nachdem alle diese Vorkehrungen getroffen, wurde die jeweilige Injectionsflüssigkeit durch die enge Oeffnung des Trichters auf das Diaphragma gegossen.

Die Injectionsflüssigkeit bestand entweder in mit Wasser verdünnter Milch oder in schwachem Salzwasser (0,75 pCt.), in welchen Flüssigkeiten chinesische Tusche verrieben worden war. Die Erfahrung lehrt, dass chinesische Tusche zu Injectionen viel besser ist als z. B. Zinnober, indem letzterer viel zu schnell in seinem Medium sedimentirt, während die Körnchen der chinesischen Tusche wegen ihres geringen spec. Gewichts lange in der milchigen oder salzigen Lösung suspendirt bleiben. Selbstverständlich wird die Aufnahme in die Substanz des Zwerchfelles dadurch, dass der Zin-

nober einen starken und dichten Bodensatz bildet, gehindert. Aus demselben Grunde darf übrigens auch die Tuschlösung nicht zu concentrirt sein.

Auf das Diaphragma wurde die Injectionsflüssigkeit immer in so geringer Menge gegossen, dass ihr Druck 3 Mm. Wasser nicht überstieg, dass sie aber dennoch die ganze Fläche des zu injiciren- den Stückes überdeckte.

Später liess ich den Trichter weg, legte das Diaphragma ein- fach in einen Teller, begoss es mit der Injectionsflüssigkeit und bekam bei diesem Verfahren fast ganz gleiche Resultate wie beim ersterwähnten.

Nachdem die Flüssigkeit in den Trichter gebracht worden, liess ich sie mehr oder minder lange Zeit, 3 — 24 Stunden lang darauf stehen. Darnach wurde das Diaphragma vorsichtig losgebunden, in einen Teller gelegt, durch eine gelinde Strömung reinen Wassers von der massenhaft darauf abgelagerten Tusche gereinigt, worauf noch der geringste Rest von letzterer sorgfältig abgepinselt wurde. Dann wurden geeignete mikroskopische Präparate gemacht, um das Ergebniss des Verfahrens zu constatiren.

Bei sehr gelungenen Präparaten konnte man schon mit blossen Augen injicirte Netze grösserer und kleinerer Lymphgefässe erblicken. In vielen Fällen ging die Injectionsflüssigkeit, nachdem sie die Lymphgefässe der Bauchseite des Zwerchfells gefüllt, auf die Brustseite über, um auch dort Netze zu bilden; einigemal war die Flüssigkeit statt in Netze nur in einige grössere Stämme übergegangen.

Um die Topographie der Lymphbahnen zu sehen, waren einfache horizontale oder verticale mikroskopische Schnitte nicht verwendbar, sondern es wurden vom Diaphragma viereckige Stücke ausgeschnitten von einer Grösse, dass sie mit einem grossen Deckglas noch bedeckt werden konnten. Solche Stücke liessen aber bei ihrer im Vergleich mit gewöhnlichen mikroskopischen Präparaten sehr grossen Dicke nicht Licht genug durch zu hinreichender Beleuchtung, desswegen mussten sie vor der Untersuchung aufgehellt werden, was mittelst einer Mischung von Glycerin und Essigsäure zu gleichen Theilen erreicht wurde.

In dieser Mischung war das Präparat nach ein oder zwei Tagen so durchsichtig geworden, dass es mit der Linse 4 und dem Ocular 3

oder 4 der Hartnack'schen Instrumente untersuchbar war. Wenn blos die serösen Häute ohne das darunter liegende Muskel- oder Sehnengewebe zu untersuchen waren, so wurden sie entweder vorsichtig abgerissen oder besser mit dem Rasirmesser abgeschnitten. Beim Abreissen verdarb oft die Injection der serösen Haut auf weite Strecken hin, indem die Lymphgefässen rissen und die Injectionsmasse herauslief.

Wollte ich von sehr gelungenen Injectionen Präparate bekommen, die eine stärkere (bis 400malige) Vergrösserung ertrugen, so musste ich die Stücke aus der Glycerinmischung herausnehmen, in Wasser auswaschen, dann in Alkohol erhärten, mit Leim ankleben und in feine Lamellen zerschneiden.

Auf die Vollkommenheit der Injectionen, die nach der eben beschriebenen Methode erreicht wurden, sind oft sehr geringfügige Umstände von Einfluss. Manchmal war für das Misslingen derselben gar kein Grund zu finden. So z. B. gaben oft zwei ganz normale Diaphragmata, die ganz auf dieselbe Weise mit derselben Flüssigkeit in Berührung gebracht und gleichzeitig aus ihr herausgenommen wurden, in Bezug auf die Vollkommenheit der Injection ganz verschiedene Resultate. Deswegen nahm ich aus den Ergebnissen meiner vielfachen Versuche mittlere Beobachtungen, um die Aufsaugungsfähigkeit des normalen und des pathologischen Diaphragmas zu schätzen.

Dabei ist zu bemerken, dass die mehr oder minder starke Zerrung des Diaphragmas bei seinem Aufbinden auf den Trichter einen grossen Einfluss auf die Vollkommenheit der Injection hat. Dieser Umstand wird verständlich sein, wenn wir bedenken, dass jede Membran bei ihrer Ausdehnung dünner wird, folglich alle sie durchziehenden Kanälechen und Hohlräume in einer der Oberfläche parallelen Richtung zwar breiter, in der dazu senkrechten Richtung aber enger werden, im Ganzen ihre Lumina kleiner, schliesslich ganz aufgehoben werden.

Da sich weiter aber die Vollkommenheit der Injection davon abhängig erwies, ob das Diaphragma ein normales oder ein pathologisches war, so habe ich meine Beobachtungen über beide getrennt gehalten.

---

Wurde das normale menschliche Diaphragma mehr oder minder lange Zeit unter Einfluss der Injectionsflüssigkeit, so waren seine

Lymphgefässe damit angefüllt. Diese Lymphgefässe bilden Netze unmittelbar unter der obersten Schichte der serösen Häute und sind in ihrer Art denjenigen ganz analog, welche v. Recklinghausen vom Kaninchendiaphragma beschrieben hat.

Diese Netze von Lymphcapillaren unterscheiden sich so scharf von den Blutcapillaren, dass sie gar nicht mit einander verwechselt werden können. Denn erstens sind die einzelnen Lymphcapillaren grösstentheils viel breiter als die Blutcapillaren, und wenn ja einige da sind, die letzteren gleich oder etwas enger sind, so ergiebt dann ihre directe Verbindung mit grösseren Stämmen die lymphatische Beschaffenheit. Zweitens kann man noch an den Lymphcapillaren die varicösen Ausschwellungen bemerken, welche ein bekanntes charakteristisches Kennzeichen für sie sind.

Hinsichtlich der Anordnung bieten die Netze der Lymphcapillaren in den serösen Ueberzügen des Zwerchfells nichts Besonderes; im Allgemeinen haben diese Netze polygonale, stellenweise quadratische Maschen, die einzelnen Aestchen einen gekrümmten Verlauf. Mit ihnen communiciren alsdann aber eigentlich steif ausschuhende, ganz geradlinig verlaufende Stämmchen, welche nichts anderes sind als Lymphkanäle, welche zwischen den grossen Bündeln des unterliegenden Sehnengewebes hinlaufen; sie gehen immer diesen Bündeln parallel im lockeren Bindegewebe, das sich zwischen den Sehnenbündeln befindet. Solche geraden Kanäle durchkreuzen sich scheinbar, indem sie in verschiedenen Schichten des Sehnengewebes ziehen, weil die Sehnenbündel, denen sie parallel laufen, im Centrum tendineum ebenfalls zwei Lager bilden, deren Faserrichtung gekreuzt ist. — Die Breite dieser Kanäle ist sehr verschieden und hängt von der Grösse jener Sehnenbündel ab, zwischen denen sie laufen, d. h. diejenigen, welche zwischen ganzen Gruppen von Sehnenbündeln sich einschalten, sind viel grösser als die, welche zwischen den einzelnen Bündeln sich befinden. — An einigen Stellen geht die Injectionsmasse in kleinste Kanäle, die zwischen den kleinsten Sehnenbündeln lagern. Doch ist ein solches Eindringen der Injectionsmasse in diese feinsten Kanäle im normalen Zwerchfell nur sehr selten zu beobachten.

Kommt eine Füllung der Netze der Lymphcapillaren in den Stellen der serösen Häute, welche das Centrum tendineum bedecken, zu Stande, so ist ein bedeutender Unterschied zwischen

ihnen und den Theilen der Serosa, welche auf dem musculösen Theile liegen, zu constatiren. Dieser Unterschied besteht darin, dass die Netze der Serosa des Centrum tendineum viel kleinere Maschenräume haben als in der Serosa des musculösen Theiles. Ausserdem geben die Netze auf letzterem keine Ausläufer ab in das tiefer liegende Muskelgewebe. Nur in wenigen Fällen sah ich Injectionsmasse in einem grossen Stamm schräg durch das Muskelgewebe hindurch auf die andere Seite des Zwerchfells übergetreten.

Wurde nun für eine solche Injection ein Diaphragma genommen, dessen seröse Häute durch einen **entzündlichen** Prozess verändert waren, so bekam ich im Allgemeinen dieselben Zeichnungen wie beim normalen, während im Einzelnen sich eine grosse Verschiedenheit zeigte.

Ich bekam hier eben solche Netze von Lymphcapillaren, doch war die Zahl der die Netze bildenden Aeste, die mit Injectionsmasse erfüllt waren, eine grössere. Ausserdem waren all diese Aeste breiter. Von den Netzen gingen eben solche Ausläufer ab, die zwischen den Sehnenbündeln hinzogen, doch waren sie vollständiger und in grösserer Anzahl mit Injectionsflüssigkeit erfüllt. Endlich war Injectionsmasse in zahlreiche kleinste Kanälchen eingedrungen, welche in den kleinen Sehnenbündeln parallel der Faserung liefen. Ihre Zahl war so gross, dass das Gewebe sich dem blossen Auge ganz schwarz darstellte, selbst nachdem von der Oberfläche des Präparates alle freie Tusche sorgfältig weggepinselt worden war. Diese kleinsten, parallel zwischen den secundären Bündeln durchlaufenden Kanäle, die bei 300maliger Vergrösserung noch viel kleiner erschienen, als die kleinsten Blutcapillaren, gaben zahlreiche, noch feinere Aestchen unter verschiedenen Winkeln ab, sie gingen an die kleinsten Sehnenbündel selbst heran, und bogen dann in eine den letzteren parallele Richtung um, so dass sie jetzt also den Hauptästen wieder parallel liefen. Wegen ihrer grossen Feinheit mussten die letzteren als Saftkanälchen angesprochen werden, welche wahrscheinlich schon im Innern der kleinsten Sehnenbündel lagerten.

Alle diese Aeste und Aestchen bildeten Netze, deren Maschen parallel dem Faserzug der Sehnenbündel sehr langgestreckt waren. Da, wo die kleinsten Aestchen (Saftkanälchen) zusammenstissen, waren immer unregelmässig eckige Ausbuchtungen. Regelmässigere konnte man an den grösseren Aesten (Lymphcapillaren) sehen.

Wenn bei einem so injicirten Präparat ein Schnitt senkrecht zur Oberfläche geführt wurde, so bekam ich zwischen den grossen und manchmal auch zwischen den kleinsten Sehnenbündeln kleine, durch Tusche gefüllte Kreise oder dreistrahlig Figuren. Nur an den schwarzen dreieckigen Figuren konnte man von ihnen ausgehende kleine Aestchen beobachten, die zwischen 2 benachbarten Bündeln durchpassirten, und ganz selten konnte man diese Aestchen bis zu ihrer Verbindung mit anderen quergeschnittenen Kanälen verfolgen. Gewöhnlich verloren sie sich in kurzer Entfernung von dem quergeschnittenen Kanal, von dem sie ihren Ausgang genommen. Einen zweifellosen Uebergang dieser Aestchen in das Innere der Sehnenbündel habe ich auf den senkrechten Schnitten nicht constatiren können. Dieser Umstand widerlegt die obige Behauptung, dass sie in die Bündel eintreten, nicht, er wird vielmehr verständlich, wenn man bedenkt, dass auf Flächenpräparaten nur selten solche Aestchen zu sehen sind, die in einem rechten Winkel von dem Hauptast, d. i. der zwischen dem Bündel liegenden Lymphcapillare, abbiegen. Sie geben fast immer unter schießen Winkeln ab, und wenn irgend ein Aestchen unter rechtem Winkel abgeht, so verliert es bald diese Richtung.

Alle die beschriebenen feinsten Netze von Saftkanälchen des Sehnengewebes entsprechen vollständig denen, welche v. Recklinghausen an seinem versilberten Präparate vom Sehnengewebe bekommen hat. Wenn wir die in seiner Arbeit (Die Lymphgefässe u. s. w. 1862. S. 53) mittelst Versilberung erhaltenen Zeichnungen ansehen, so ist die vollständige Analogie derselben mit den durch Erfüllung von Tuschpartikelchen erzielten Figuren nicht zu erkennen.

Um mich besser davon zu überzeugen, dass die grösseren Kanälchen, welche zwischen grössere Sehnenbündel passiren, nicht etwa beliebig gestaltete Räume oder gar blosse Spalten in dem zwischen den Bündeln befindlichen lockeren Bindegewebe seien, machte ich Injectionen durch Einstechen einer feinen Canüle in's subseröse Sehnengewebe. Bei geringem Fingerdruck auf den Kolben spritzte ich einige Tropfen Injectionsmasse ein. Dabei bläht sich gewöhnlich die seröse Hülle über der Einspritzungsstelle auf und dann geht die Flüssigkeit unter dem Druck der zusammensinkenden serösen Hülle in die um- und unterliegenden Gewebe

über. Nachdem ich solche Präparate gehärtet und verticale Schnitte parallel zur Richtung der Sehnenbündel gemacht, fand ich weit von der Einspritzungsstelle Injectionsmasse zwischen grösseren Sehnenbündeln an Stellen, wo dieselbe schon keine Zerreissungen im Gewebe mehr veranlasst haben konnte. Auch hier zeigten sich regelmässig cylindrische, parallel den Sehnenbündeln verlaufende Kanäle, welche auf ihrem Wege geringe Ausbuchtungen sehen liessen. Dabei konnte man auch beobachten, dass zwischen grösseren Bündeln, wo reichlicher lockeres Bindegewebe existirt, zwei oder drei Kanäle, die mit Injectionsflüssigkeit erfüllt sind, verliefen; sie gingen einander parallel, nur durch wenig lockeres Bindegewebe von einander getrennt. Zwischen ihnen waren keine anastomosirende Aestchen zu bemerken, ebenso keine, die in die Sehnenbündel selbst übergingen. Die eben beschriebenen Lymphbahnen stellen sich somit auf horizontalen, wie auf senkrechten Schnitten, dar als cylindrische Kanäle. Folglich kann man sie nicht für Spalten und interstitielle Lücken ansehen, wie sie von Ludwig und Schweigger-Seidel (Die Lymphgefässe der Fascien und Sehnen. Leipzig, 1872.) beschrieben wurden. Die genannten Autoren injicirten das Sehnengewebe und die Fascien mittelst Einstichs und erhielten zwischen den grossen Sehnenbündeln cylindrische Lymphstämme, zwischen den kleinen Bündeln continuirliche Ausfüllungen der Interstitien. Letztere kann ich nach meinen obigen Erfahrungen nur als Product einer unnatürlichen Auseinanderdrängung der Sehnenbündel, resp. einer Zerreissung des interstitiellen Bindegewebes ansehen. Bei Betrachtung der betreffenden Bilder wirft sich von selbst die Frage auf, wohin das lockere Bindegewebe gekommen ist, das doch zwischen den Bündeln notorisch vorhanden ist (Taf. III, Fig. 1, obengenannter Arbeit).

Die Injectionsmasse erfüllte in dem pathologisch veränderten Diaphragma nicht nur die beschriebenen Bahnen des Peritonäum und des im Innern gelegenen Sehnengewebes, sie ging auch auf die Brustseite über, wie das auch beim normalen Diaphragma der Fall war, und ergab manchmal auch hier ganz schöne Netze, die aus ganz grossen und kleinsten Lymphgefässen bestanden. In anderen Fällen beschränkt sich an der Thoraxseite die eingedrungene Injectionsmasse, gerade wie auch beim normalen Diaphragma, auf einen oder mehrere grössere Stämme, die das Diaphragma schräg durchziehen.

Ferner ist es mir gelungen, die Saftkanälchen des subperitonealen Fettgewebes zu injieiren. Bekanntlich wird Fett sehr schnell erzeugt und kann noch schneller schwinden. In letzterem Falle sagt man, das Fett sei aufgesaugt worden. Vermittelst welcher Bahnen aber diese Aufsaugung geschehe, hat bis jetzt Niemand gezeigt. Da grosse Fettquantitäten manchmal sehr rasch verschwinden, so ist es wohl natürlich, dass die Aufsaugungskanäle auch in grosser Zahl vorhanden sein müssen. Durch die Resorption der Tusche wurden diese Aufsaugungswege im subserösen Fettgewebe wenigstens deutlich bezeichnet und ferner nachgewiesen, dass sie in grosser Menge existiren.

Die Präparate mit solcher Injection des Fettgewebes stellen sich ganz schwarz und undurchsichtig dar. Nachdem sie auf die schon beschriebene Manier aufgehellt worden, stellen sie sich bei einer Vergrösserung von 150 folgendermaassen dar:

In der serösen Membran sind die beschriebenen Netze von Lymphcapillaren so prall mit Tusche erfüllt, als wäre die Injection unter grösserem Druck erfolgt. Gehen wir dann mehr in die Tiefe, so verfolgen wir einige kleine Lymphcapillaren in gewöhnlicher Gestalt, welche Abschnitte von feinsten Netzwerken von einander sondern. Die Maschenräume dieser feinsten Netze sind polygonal und die dieselben bildenden Balken sehr dünn und durchgehends von fast gleicher Dicke. Bei aufmerksamer Betrachtung kann man bald finden, dass jede Masche der Netze von nichts Anderem als je einer Fettzelle eingenommen wird, die Balken laufen also zwischen den Fettzellen. Weiter sieht man leicht, dass die dunklen Balken dieser Netze, die in der Nähe der oben erwähnten, die Systeme feinster Netzwerke sondernden Lymphcapillaren liegen, mit diesen in Verbindung stehen, dass ferner diese wahren Lymphcapillaren an der Peripherie der einzelnen Fettläppchen gleichzeitig mit den Bluteapillaren verlaufen.

Um dies Alles besser, mehr im Detail zu sehen, wurden einige gehärtete, eingeleimte Stückchen in horizontaler und verticaler Richtung zerlegt. An solchen Präparaten kann man dieselbe Zeichnung mit grösster Deutlichkeit bei einer Vergrösserung von 400 sehen und feststellen, dass die Netzwerke in den senkrechten und an den horizontalen Schnitten keinen Unterschied darbieten. Die Kanälchen, welche die einzelnen Fettzellen umziehen, erscheinen auch

jetzt von fast ganz gleichen Dimensionen. Nur kann man an ihnen sehr kleine Ausbuchtungen sehen, wie wir sie bei den Kanälchen zwischen den kleinen Sehnenbündeln beobachteten. Die Lymphe-pillaren, in welche die die Fettzellen umspinnenden Kanälchen schliesslich münden, zeigen dagegen die bekannten Anschwellungen, sie gehen fast in gleicher Richtung mit den Blutgefässen und treten manchmal sehr nahe an dieselben heran.

Was bedeuten diese Saftkanälchen des Fettgewebes? Sind sie nur die interstitiellen Lücken zwischen den Fettzellen, also von der Form solcher Räume, wie sie zwischen zusammengeschichteten kugligen Körpern existiren, oder sind sie besondere Bahnen, welche in einer die Interstitien der Fettzellen ausfüllenden Substanz ausgegraben sind und haben sie schliesslich eigene Wandungen?

Wird ein Stück eines solchen Präparates in absolutem Alkohol gekocht, so lösen wir dadurch das in den Fettzellen befindliche Fett. Die Reste von Zellprotoplasma, die als Hülle des Fetttropfen gedient haben, oder die eigenen selbständigen Zellenmembranen werden wir dadurch zusammenschrumpfen machen.

Solche Präparate haben in der That ganz ihr Fett verloren, die früheren Fettzellen sind stark geschrumpft und die einzelnen Fettkäppchen sind nicht mehr zu sehen. Dessenungeachtet kann man in ihnen, die anscheinend ganz verdorben sind, continuirliche Netze von mit Tuschpartikelchen erfüllten Kanälchen erkennen. Es ist klar, dass bei der Zerstörung eines so injicirten Präparates, indem die Fettzellen stark zusammenschrumpfen, die Injectionsmasse herausfliessen müsste, wenn sie sich blos in den Zwischenräumen der Fettzellen befände und durch nichts zusammen gehalten würde. Mindestens müssten die Tuschpartikeln eine ganz unregelmässige Vertheilung darbieten und über die ganze Oberfläche der Fettzellen, indem sie bei der Schrumpfung derselben hier festklebten, regellos zerstreut liegen. Doch auch nach dem Kochen sehen wir die Injectionsmasse, wie früher, scharf contourirte Trabekeln und Netze bilden von regelmässigster Form. Diese Trabekeln haben ganz exact eine Cylinderform, nur sind an wenigen sehr unbedeutende Ausbuchtungen zu bemerken. Ihre Breite ist constant und ihr Durchmesser übertrifft nicht den der rothen Blutkörperchen. Sie schneiden sich unter fast rechtem Winkel und an den Punkten, wo sie zusammentreffen, bilden sie keine Ausbuchtungen.

Diese Trabekeln sieht man an den feinsten Stellen der Präparate, namentlich an Rändern der Schnitte isolirt, so dass man dem Gedanken Raum geben muss, dass eine besondere Membran den mit Tusche gefüllten Kanälen zukommt. Indessen habe ich eine solche nicht constatiren können, vielmehr stellen sie sich dar, wie wenn sie aus geronnener Substanz beständen, in welche die Tuschpartikelchen eingestreut sind. Die erwähnte Regelmässigkeit in der Form dieser feinsten Trabekeln weist unbedingt darauf hin, dass sie besondere Kanälchen darstellen, welche in das Zwischen- gewebe eingegraben sind, und nicht etwa die ganzen Räume oder Spalten zwischen den Fettzellen einnehmen. Wenn ihnen eine eigene Membran nicht zukommt und auch die Tuschpartikelchen an den gekochten Präparaten aus den Trabekeln nicht austreten, so müssen sie durch eine geronnene Substanz (Eiweiss) zusammen- gehalten werden.

Da im Fettgewebe die einzelnen Fettzellen auch von Blutcapillaren umzogen sind, welche Netze bilden, ganz ähnlich den von mir injicirten, so konnte man die Frage aufwerfen, ob letztere nicht die Netze der Blutcapillaren seien. In dieser Beziehung muss ich nochmals betonen, dass sich die Stämmchen, welche die Aestchen an der Peripherie der Fettläppchen sammeln, auf's Leichteste zu grösseren Lymphgefassen verfolgen lassen.

Vergleichen wir nun die Resultate der Injectionen im normalen und veränderten Diaphragma, so finden wir constant, dass bei bestehender Peritonitis eine viel grössere Aufsaugungsfähigkeit vorhanden ist, als sie dem normalen und relativ frischen menschlichen Zwerchfell zukommt. Die Lymphcapillaren des pathologisch veränderten Zwerchfells sind zahlreicher und dichter mit Tusche imprägnirt als im normalen. Weiter geht die Injectionsmasse in die feinsten beschriebenen Bahnen, die sich beim normalen Zwerchfell fast gar nicht injiciren. Besonders deutlich war die Differenz in den Resultaten in der obersten Schicht des Peritonäum, nehmlich in dem Peritonäalüberzug. Hatte Peritonitis bestanden, so zeigten sich nach dem Resorptionsversuch in dem Peritonäalüberzuge des tendinösen Theiles dicke, ganz schwarze Flecke, welche in den oberflächlichsten Schichten am intensivsten waren. Wegen der Undurchsichtigkeit dieser Stellen mussten die mikroskopischen Objecte möglichst dünn hergestellt, entweder Flachschnitte gemacht oder die

seröse Haut abgezogen werden. Hierauf constatirte man, dass an diesen schwarzen Stellen ein System von feinen, aber ganz dicht stehenden Kanälen injicirt war. Form und Anordnung dieser Kanälchen erhellen am besten aus der Zeichnung 7; sie lehrt, dass die Anordnung offenbar ganz identisch ist mit derjenigen der Saftkanälchenzeichnungen, welche v. Recklinghausen in Silberpräparaten der Serosa des Zwerchfells gewonnen und in seinem Werke über Lymphgefässe, sowie in dem Artikel „Lymphgefässe“ in Stricker's Handbuch mitgetheilt hat. Auch ein Zusammenhang dieser Kanälchen mit Lymphcapillaren liess sich zuweilen in ganz gleicher Weise erkennen, wie ihn jene Zeichnungen v. Recklinghausen's darbieten. Andererseits ergaben Verticalschnitte durch diese schwarzen Flecke, dass diese mit Tusche gefüllten Kanälchen feinste Ausläufer in senkrechter Richtung auf die freie Oberfläche der Serosa schicken. Hieraus durfte ich mit Wahrscheinlichkeit schliessen, dass die Tusche von der Oberfläche der Serosa durch diese hier beginnenden Kanälchen eingedrungen war, nicht in rückläufiger Bewegung aus den Lymphcapillaren dieses Saftkanälchensystems der Serosa gefüllt hatte.

Im normalen frischen Zwerchfell dringt dagegen die Tusche, wie oben beschrieben wurde, nur durch die Stomata in die Lymphcapillaren direct ein und füllt von hier aus gelegentlich Saftkanälchen in ihrer unmittelbaren Nähe, namentlich innerhalb der fibrösen Substanz und immer nur auf ganz kurze Strecken.

Die Ursache dieses Unterschiedes ist entweder darin zu suchen, dass im pathologisch veränderten Diaphragma die Lymphbahn bedeutend erweitert ist, oder in dem Umstände, dass das Endothel, welches das Diaphragma bedeckt, durch den pathologischen Prozess entfernt worden und dass dadurch dem Eindringen der Injectionsflüssigkeit in die Lymphcapillaren weniger Hindernisse in den Weg gelegt wurden. In der That war bei Untersuchung solcher Diaphragmen mit Peritonitis das Endothel durch die bekannten Reaktionen gar nicht oder doch nur stellenweise nachzuweisen.

Dass die Beschaffenheit der oberflächlichen Schichten von Einfluss auf diese Injection ist, zeigte auch folgende Beobachtung. Es gelang mir solche Saftkanälchennetze einmal auch an dem normalen Diaphragma zu bekommen, als ich von einem Diaphragma vor dem Injiciren die seröse Hülle vorsichtig abgerissen und die letztere allein an den Apparat anbrachte. Hier bekam ich die In-

jection der oben erwähnten Netze, aber in der Art, dass die Injection sich nur auf eine sehr kleine Strecke ungefähr von 1  $\square$  Cm. beschränkte, während der Rest der Oberfläche ganz frei blieb. Wahrscheinlich war an dieser Stelle durch den Druck mit dem Finger während des Abreissens das Endothel entfernt worden.

Natürlich konnte diese Beobachtung aber nicht beweisen, dass die Entfernung des Endothels der Serosa die eigentliche Ursache für das Eindringen der Tusche in das Saftkanalsystem darstellt. Um zu definitiven Beweisen dafür, dass das Endothel diese Kanäle, so lange es intact ist, sperrt, also nach Ablösung desselben diese Bahnungen eröffnet werden, zu gelangen, machte ich eine Reihe von Resorptionsversuchen an Zwerchfellen von Kaninchen.

Hier entnahm ich das Zwerchfell im ganz frischen Zustande aus dem noch warmen Thiere, so dass ich sicher war, dass keine Leichenveränderung in den Geweben, so auch in dem Endothelüberzug der Serosa eingetreten sein konnte; ich hatte es dann in der Hand, experimentell bestimzte Veränderungen an dem Endothel zu erzeugen, bevor der Resorptionsversuch angestellt wurde. — Entweder wurden gesunden Kaninchen leicht reizende Mittel in die Bauchhöhle eingespritzt, z. B. 2—3 procentige Kochsalzlösung, sehr schwache Ammeniaklösung etc., um eine Peritonitis zu erzeugen, durch welche das Endothel in bekannter Weise entfernt wurde. Oder ich legte das normale Kaninchenzwerchfell in frisches Pericardialtranssudat und liess es 48 Stunden lang darin liegen; dann war es leicht, das Endothel durch Abpinselung zu entfernen. Auch die Silberbehandlung zeigte dann kein Endothel mehr, während sich dasselbe in der Transsudatflüssigkeit, in der es gelegen und worin auch die Abpinselung vorgenommen wurde, in bedeutender Quantität vorfand. Später fand ich übrigens, dass die Controle durch die Silberprobe gar nicht nötig war, weil die Anwesenheit von Endothel auf dem Zwerchfell immer noch nach der Tuschbehandlung zu erkennen ist an der Anordnung von Tuschpartikelchen, welche sich in die Vertiefungen zwischen den einzelnen Endothelzellen gelagert hatten und auch durch das sorgfältigste Abpinseln nicht zu entfernen waren.

Dieselben Residuen von Tusche konnte ich manchmal auch auf dem menschlichen Zwerchfell beobachten, wenn das Endothel auf den zu injicirenden Stellen noch vorhanden war. Die Tuschpartikel-

chen konnten durch Abwaschung oder Abpinselung nicht entfernt werden und markirten die Contouren der Endothelzellen sehr deutlich. In Lymphgefassen, welche Tusche aufgenommen hatten, beobachtete ich gleichfalls eine analoge Lagerung der Tuschpartikelchen nach den Contouren der Lymphgefassendothelien.

Wurden nun die auf jene Art des Endothels beraubten Kaninchendiaphragmata mit der Tusche in Berührung gebracht, so ergab sich auf das Deutlichste, dass eine grössere Masse der aufgesogenen Flüssigkeiten und der in derselben enthaltenen Partikelchen aufgesaugt wurde, als von einem Zwerchfell mit erhaltenem Endothel der Serosa. Es erschliessen sich also im Kaninchenzwerchfell, wie im menschlichen, mit Entfernung des Endothels neue Bahnen für den Durchgang der Injectionsmasse. Sie stellen sich dar wie Saftkanälchen, welche gerade an der Oberfläche der Serosa anfangen und weiter übergehen in Netze von Saftkanälchen, die tiefer in der Serosa vorhanden sind. Auf den Flächenschnitten der so behandelten Kaninchenzwerchfelle constatirte ich eine Füllung dieser oberflächlichsten Saftkanälchen, manchmal ohne gleichzeitige Füllung der Lymphcapillaren.

Die Injection erfolgte in folgender Ordnung:

Im normalen Diaphragma des Kaninchens, an welchem das Endothel sich noch befindet, füllte die Injectionsmasse blos die Lymphcapillaren und ging nur selten in eine mehr oder minder grosse Anzahl von Kanälen des Sehnengewebes. Das Diaphragma mit künstlich erzeugter Entzündung der serösen Hülle, ebenso wie dasjenige, welches einen Theil seines Endothels verloren, injicirte sich vollständiger, die Masse füllte die Lymphcapillaren und ging in zahlreiche Kanäle des Sehnengewebes. Endlich injicirte sich das Diaphragma, welches in dem Pericardialtranssudat gelegen hatte, noch vollständiger, selbst die kleinsten Lymphbahnen stellten sich dar und zwar waren die Injectionen im Kaninchenzwerchfell gauz ähnlich denen im menschlichen Diaphragma. Die kleinsten Kanäle zwischen den Sehnenbündeln wurden sichtbar, doch gelang es bei diesem Verfahren nicht, die Saftkanälchen des subserösen Fettgewebes zu erfüllen, obgleich einige der untersuchten Diaphragmen stark fetthaltig waren.

In diesen Versuchen haben wir somit einen Beweis für die obige Behauptung, dass das Endothel die oberflächlichen Saftkanäl-

chen der Serosa sperrt, dagegen bei pathologischen Zuständen eine Eröffnung derselben eintritt, indem das Endothel abgehoben resp. gelockert wird.

Ich habe oben auch eine andere Möglichkeit erwähnt, dass nehmlich die Füllung der Saftkanälchen und Lymphbahnen des Zwerchfelles im pathologischen Zustande vielleicht begünstigt würde durch die Erweiterung derselben, welche durch die pathologische Transsudation bewirkt wird. Hiervon ausgehend nahm ich pathologisch veränderte Diaphragmen, deren Lymphbahnen bei Peritonitis durch seröse Flüssigkeit sehr ausgedehnt und dadurch in grosser Menge schon für das blosse Auge in der Serosa des Zwerchfelles zu sehen waren, und injicirte, nachdem ich eine feine Canüle in ein Lymphgefäß eingestochen, Netze von Lymphcapillaren unter so geringem Drucke, dass absolut keine Zerreissungen im Gewebe vorkommen konnten. Ich spritzte jedesmal so viel Injectionsmasse ein, dass sie die Capillaren noch etwas mehr ausdehnen konnte. Ich erwartete nicht nur, dass bei dieser künstlichen Injection die Saftkanälchen sich mit Leichtigkeit füllen, sondern dass auch die Injectionsflüssigkeit mit Leichtigkeit auf die Oberfläche gehen würde. Keines von beiden trat ein.

Wider Erwarten gelangte ich somit zu dem Resultate, dass der Resorptionsversuch viel mehr leistet als selbst eine vorsichtige künstliche Injection der Lymphbahnen von den Stämmen aus, selbst unter den günstigsten Verhältnissen.

Ich kann mir dieses Resultat nur folgendermaassen deuten. Bei den Injectionen sind, selbst wenn die Injectionsflüssigkeit mit möglichst geringem Drucke eingetrieben wird, doch Spannungen und Zerrungen der Wandungen der Gefässe vorhanden der Art, dass dadurch die in ihnen vorhandenen Oeffnungen nicht besser passirbar, sondern im Gegentheil gesperrt werden. Wir dürfen uns nach den vorliegenden Thatsachen wohl vorstellen, dass die Mündungen der Saftkanälchen in die Lymphgefässe geschlossen werden, wenn im Gefäß ein beträchtlich grösserer Druck auftritt, wie in dem einmündenden Saftkanälchen. Tritt letzteres z. B., wie es wohl die Regel sein wird, nicht genau senkrecht, sondern in schräger Richtung ein, so bewirkt ein starker Druck vom Lumen des Lymphgefäßes aus einen ventilartigen Schluss, welcher um so fester werden kann, je grösser der Druck wird.

Jedenfalls steht die Thatsache nach obigen Untersuchungen fest, dass unter Anwendung geringsten Druckes die Flüssigkeit mit Leichtigkeit aufgenommen wird, selbst centripetal von den Lymphgefässen in die Saftkanälchen gelangt, während ein Druck, welcher innerhalb der Grenzen schwankt, welche bei der künstlichen Injection angewandt werden, am Zwerchfelle wenigstens keine positiven Resultate giebt, trotzdem doch die Communicationen zwischen Saftkanälchen und Lymphgefässen existiren:

Vielleicht ist diese Thatsache auch für die Lymphbewegung während des Lebens zu verwerthen und aus ihr der Schluss zu ziehen, dass durch jene Verbindung der Saftkanälchen mit den Lymphcapillaren auch eine Rückbewegung der Lymphe aus den Capillaren in die Saftkanälchen verhindert wird.

Die Resultate meiner Untersuchungen resumire ich folgendermaassen:

1. Das normale menschliche Diaphragma hat die Fähigkeit, Flüssigkeiten und darin suspendirte Partikelchen aufzusaugen, wie Prof. v. Recklinghausen vom Kaninchenzwerchfell gezeigt hat; die Dicke des Centrum tendineum des menschlichen Zwerchfelles verhindert es, den Aufsaugungsprozess direct unter dem Mikroskop zu beobachten, wie beim Kaninchenzwerchfell.
2. Das menschliche Zwerchfell erlangt, wenn es durch entzündliche Prozesse verändert ist, eine grössere Fähigkeit, Flüssigkeiten, die mit ihm in Berührung kommen, seine Bahnen passiren zu lassen.
3. An solchen entzündeten Diaphragmen erhält man unter dem minimalsten Drucke eine Injection des Saftkanalsystems, welche als die natürlichste zu betrachten ist. So hergestellte Präparate beweisen, dass die Saftkanälchen mit den Lymphcapillaren in Verbindung stehen, dass sie ferner nicht beliebige Räume oder Spalten sind, sondern besondere Kanälchen, die im lockeren Bindegewebe eingegraben sind.
4. Entfernung des Endothels der Serosa auf natürlichem oder künstlichem Wege eröffnet neue Bahnen für den Durchgang der Flüssigkeiten, nehmlich die Saftkanälchen, welche an der freien Oberfläche der Serosa beginnen.

## Erklärung der Abbildungen.

## Tafel VIII.

- Fig. 1. Netz von Lymphgefässen im normalen Diaphragma bei 50facher Vergrösserung. a Grosse Lymphgefässe mit charakteristischen Ausbuchtungen; b kleinere Gefässe, in deren Zwischenräumen noch kleinere verlaufen.
- Fig. 2. Ein Theil eines Lymphcapillarnetzes im normalen Diaphragma. a Injectionsmasse, die in kleine Lymphbahnen zwischen den Sehnenbündeln eingetreten ist. 3 : 4.
- Fig. 3. Netze von Lymphbahnen im subserösen Fettgewebe. a Lymphcapillaren, welche auf der Peripherie des Fettläppchens hinziehen; b Netze von Saftkanälchen. 4 : 4.
- Fig. 4. Theil eines Netzes der Lymphbahn des Fettgewebes. a Lymphcapillaren an der Peripherie eines Fettläppchens, zwischen ihnen ein Netz von Saftkanälchen, in 2 Schichten angeordnet. 4 : 7.
- Fig. 5. Saftkanälchen des Sehnengewebes des Diaphragma. 4 : 7.
- Fig. 6. Netze von Lymphgefässen auf der Brustseite des Zwerchfells. a Grosse Lymphgefässe, von welchen kleinere ausgehen, die wieder noch kleinere Ausläufer (Lymphcapillaren) abgeben. Vergrösserung 50.
- Fig. 7. Netze von Saftkanälchen in der Serosa selbst, welche direct an der Oberfläche des Zwerchfells unter dem Endothel münden.

Die letzten 5 Zeichnungen sind nach Präparaten von pathologisch veränderten Diaphragmen hergestellt.