

VII.

Ueber die Resorption corpusculärer Elemente durch Lungen und Pleura.

(Aus dem pathologisch-anatomischen Institut zu Heidelberg.)

Von Dr. Wilhelm Fleiner,

Privatdocenten und Assistenzarzt an der Ambulanz der medicinischen Klinik.

I. Theil.

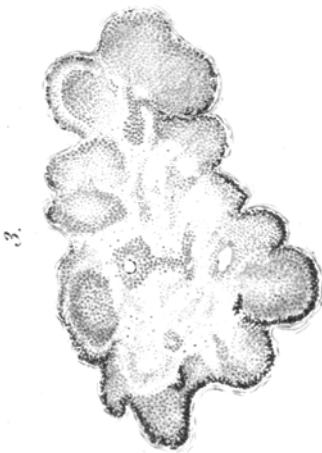
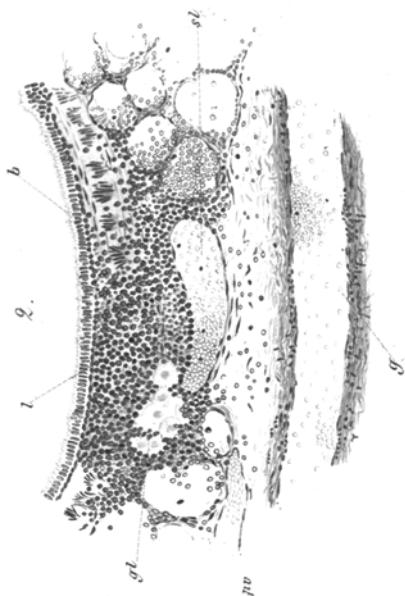
(Hierzu Taf. IV.)

Die vielfachen experimentellen und pathologisch-anatomischen Untersuchungen über Staubinhalation haben die interessante That-sache zu Tage gefördert, dass die in der Inspirationsluft suspendirten corpusculären Elemente, soweit sie nicht mit dem Sputum wieder aus den Respirationsorganen herausbefördert werden, in das Lungengewebe selbst eindringen.

Der Uebertritt der corpusculären Elemente in das Lungengewebe findet an der Alveolenoberfläche statt und vollzieht sich nach Arnold's¹⁾ Anschauung in den zwischen den Alveolar-epithelien gelegenen sog. Intercellularräumen. Durch diese hindurch gelangen sie in das Saftkanalsystem der Alveolenwand, dann in die Lymphgefässe, in welchen die corpusculären Elemente nach den bronchialen Lymphdrüsen weitergeschwemmt werden. Möglicherweise geschieht an anderen Stellen die Aufnahme des Staubes in's Lungengewebe durch Pseudostomata, welche direct mit den Lymphgefässen in Verbindung stehen.

Zu einem gewissen Theile werden die inhalirten Partikelchen auch von Wanderzellen aufgenommen und durch deren active Beweglichkeit von der Alveoleninnenfläche aus in die Lymphbahnen transportirt. Indessen bewegt sich der weitaus grösstere Theil des Staubes, sowohl des an Zellen gebundenen als des freien Staubes, auf dem genannten Wege mit dem Saftstrom passiv weiter.

¹⁾ Arnold, Untersuchungen über Staubinhalation und Staubmetastase.
Leipzig 1885.



Ueber die Zeit, welche zum Uebertritt der corpusculären Elemente von den Alveolen in das Lungenparenchym, bzw. in die Lymphbahnen der Lunge erforderlich ist, gingen die Ansichten der Autoren bisher weit auseinander. Knauff fand bei seinen Staubinhaltionsversuchen schwarze Bronchialdrüsen nach 3 Tagen, v. Ins konnte vereinzelte körperliche Partikelchen schon nach 6—12 Stunden in den Bronchialdrüsen nachweisen, während nach dieser Zeit die Knotenpunkte der Alveolarsepta dieselben schon reichlich enthielten. Während v. Ins¹⁾ diese Raschheit schon höchst auffallend fand, haben andere Forscher, Ruppert²⁾, Arnold u. A., schon nach 2—3 Stunden Staub in den peribronchialen und perivasculären Lymphknötchen und in den perifolliculären Räumen der bronchialen Lymphdrüsen nachzuweisen vermocht.

In Wirklichkeit kann aber, wie aus einer Mittheilung Nothnagel's hervorgeht, die Aufnahme corpusculärer Elemente in das Lungengewebe sich in viel grösserer Geschwindigkeit vollziehen, als es die Staubinhaltionsversuche annehmen lassen.

Nothnagel fand nehmlich bei der mikroskopischen Untersuchung der Lunge von Kaninchen, welche vermittelst Durchtrennung der grossen Halsgefässer und der Luftröhre getödtet worden waren, nicht nur die Lungenalveolen voll aspirirten Blutes, sondern auch das interstitielle Lungengewebe, die interalveolären und interlobulären Scheidewände so dicht mit rothen Blutkörperchen durchsetzt, dass dadurch die Structur des Lungengewebes vollständig verdeckt war.

Zwischen dem Durchschneiden der Carotiden und der Trachea und dem Aufhören der Atmung war eine Zeit von 1½—2 Minuten verschwunden; bis zur Sistirung des Lymphstroms nach Herausnahme der Lungen aus dem Thorax und Einlegen derselben in Alkohol verliefen weitere 2—3 Minuten. Es waren also schon in der kurzen Zeit von 1½—2 bzw. von 3½—5 Minuten gewaltige Mengen corpusculärer Elemente von den Alveolen in die Wurzeln der Lymphbahnen übergetreten.

¹⁾ v. Ins, Einige Bemerkungen über das Verhalten des inhalirten Staubes in den Lungen. Dieses Archiv Bd. 73.

²⁾ Ruppert, Experimentelle Untersuchungen über Kohlenstaubinhaltung. Dieses Archiv Bd. 72.

Auf diese Thatsache gestützt, habe ich es unternommen, die Nothnagel'schen Versuche zu wiederholen¹⁾ und dessen nur auf die Lungen beschränkten Untersuchungen weiter auszudehnen. Ich habe bei meinen Versuchen das Hauptaugenmerk auf die Bronchialdrüsen gerichtet und besonders darauf geachtet, wie sich in denselben das aspirirte und in die Lymphbahnen übergetretene Blut verhalte, ob es in den bronchialen Lymphdrüsen zurückgehalten werde oder ob es dieselben passire und durch den Ductus thoracicus der Blutbahn wieder zugeführt werde.

Es hat sich dann im Verlaufe meiner Untersuchungen die Nothwendigkeit aufgedrängt, auch die Resorptionsverhältnisse der Pleura einer genaueren Betrachtung zu unterziehen, namentlich mit Rücksicht darauf, ob einerseits aspirirtes Blut von den Lungen aus in die Pleurahöhle überreten könne und ob andererseits in der Pleurahöhle befindliches Blut bzw. andere corpusculäre Elemente überhaupt resorbirt werden und auf welchen Bahnen sich im letzteren Falle die Resorption vollziehe.

Beim Studium der letzteren Frage habe ich es versucht festzustellen, ob die Lymphknötchen der Pleura mediastinalis ihren Zufluss von der Lunge oder von der Pleurahöhle her empfangen.

Eine nicht genügend zu schätzende Erleichterung meiner Arbeit gewährte mir das ausführliche Werk Arnold's²⁾ über Staubinhalation und Staubmetastase, in welchem alle einschlägige Literatur in genauerster Weise gewürdigt und kritisch beleuchtet wurde. Nicht minder förderte mich der persönliche Rath meines hochverehrten Lehrers, so dass ich mich ihm dadurch zu grösstem Danke verpflichtet fühle.

I.

Resorption durch die Lungen.

Nachdem ich den Nothnagel'schen³⁾ Versuch an Kaninchen wiederholt hatte, bin ich in einer Versuchsreihe ähnlich wie

¹⁾ Meine Untersuchungen habe ich vor 2 Jahren als Assistent im pathologischen Institute begonnen. Die Publication hat jedoch aus äusseren Gründen über Gebühr hinausgeschoben werden müssen.

²⁾ Arnold, Unters. üb. Staubinhalation u. Staubmetastase. Leipzig 1885.

³⁾ Nothnagel, Zur Resorption des Blutes aus dem Bronchialbaum. Dieses Archiv Bd. 71. 1877.

Perl und Lipmann¹⁾ so vorgegangen, dass ich an Kaninchen, jungen Hunden, auch an mehreren mittelgrossen Jagdhunden zunächst die Tracheotomie ausführte und eine Glascanüle von entsprechender Weite und Krümmung in die Luftröhre einlegte. Dann versah ich eine Carotis — gewöhnlich die linke — mit einer Canüle und leitete von ihr aus vermittelst eines Gummischlauches das Carotidenblut in die Luftröhre, wobei ich durch verschiedene Compression des Gummischlauches eine Regulirung der Blutzufuhr ermöglichte. Bei einigen Versuchstieren, namentlich bei ganz jungen, habe ich vom Einlegen einer Canüle in die Carotis Abstand genommen und ihnen nur frisch defibrirtes Blut eines anderen Thieres in die Trachea infundirt.

Nach eingetretenem Tode bezw. nach Sistirung der Athmung verlängerte ich den Hautschnitt, welcher mir zum Aufsuchen der Carotis gedient hatte, nach unten bis zum Sternum, legte den Musc. sternomastoides bloss, unterband diesen dann nahe am Manubr. sterni doppelt und durchtrennte ihn zwischen beiden Ligaturen. Das obere Ende liess ich nach oben ziehen, die Carotis, an welcher schon eine Ligatur angebracht war, nach innen. Die Vena jug. externa, welche ich zu diesem Zwecke freipräparirt und auf einen Faden gelegt hatte, zog ich nach aussen und arbeitete mich ihr entlang unter sorgfältigster Vermeidung jeder Blutung (Unterbindung eines querverlaufenden, beide Jug. ext. verbindenden Venenstämmchens) abwärts bis zur Einmündungsstelle der V. jugul. ext. in die V. subclavia, woselbst ich dann den Duct. thoracicus im Winkel zwischen den genannten Venen einmünden sah. In dem völlig blutfreien Operationsfeld stach ich hernach den Ductus thoracicus an und steckte ein capilläres Glasrohr in die Stichöffnung, um mir die zur mikroskopischen Untersuchung nothwendige Lymphe beliebig zu entnehmen.

Mit diesen Manipulationen bin ich in einer Anzahl von Versuchen zu Ende gekommen, als das Herz des Versuchstieres noch schwache Contractionen machte und demnach die Bewegung des Lymphstromes noch nicht aufgehört hatte. In diesen Fällen strömte in der That die Lymphe aus der Stichstelle im Duct. thoracic. und aus der Canüle in grosser Menge aus.

¹⁾ Perl und Lipmann, Experimenteller Beitrag zur Lehre von der Lungenblutung. Dieses Archiv Bd. 51. 1871. S. 552.

Unter sorgfältiger Vermeidung einer Verunreinigung mit Blut durchtrennte ich später die Rippenknorpel zu beiden Seiten des Sternum und hob letzteres empor, um bei durchfallendem Lichte das Verhalten des angespannten Mittelfells genau untersuchen zu können. Desgleichen zog ich dann die Thoraxwände seitlich auseinander, um die Pleurahöhle übersehen und dieselbe namentlich auf ihren Inhalt prüfen zu können.

War dies geschehen, so öffnete ich den Herzbeutel, unterband das Herz, schnitt Lunge sammt Luftröhre heraus und goss mittelst eines Trichters Müller'sche Flüssigkeit in die letztere. Das Ganze wurde hierauf — nach Unterbindung der Luftröhre — in Müller'scher Flüssigkeit versenkt und dieselbe an den 2 folgenden Tagen gewechselt. Nach 14 Tagen ersetzte ich die Flüssigkeit, ohne die Präparate auszuwaschen, durch 96 prozentigen Alkohol und stellte die Gläser zur Vermeidung von Niederschlägen in einen dunklen Schrank, wie Virchow d. J. es empfohlen hat.

Den stark gelb gefärbten Spiritus wechselte ich 1—2 mal innerhalb 8 Tagen, dann schnitt ich mir nach Arnold's¹⁾ Angaben aus dem Lungenhilus einen Würfel zurecht und legte diesen in absoluten Alkohol auf 2 Tage, in Aether auf 1 Tag, in Celloidin auf 4—8 Tage. Ebenso behandelte ich Würfel aus dem Lungengewebe selbst oder aus höher gelegenen Theilen der Luftröhre mit den zugehörigen Drüsen.

Aus den in wasserhaltigem Alkohol genügend erhärteten, auf Kork geklebten Würfeln stellte ich mir mit Hülfe des Thoma'schen Schlittenmikrotoms theils Stufen-, theils Serienschnitte von 10—15 μ Dicke her und färbte diese in Hämatoxylin und Eosin.

Die rothen Blutkörperchen hatten sich bei dieser Behandlungsmethode vorzüglich in ihrer Form erhalten. Bezüglich der Lagerung der rothen Blutkörperchen bereiteten mir jedoch einige Schnittpräparate grosse Schwierigkeiten derart, dass ich z. B. nicht im Stande war zu entscheiden, ob aussen auf der Pleura pulm. eines Lungenschnitts gelegene Blutkörperchen von der Lunge aus dahin gekommen wären oder ob es sich um zufällige Verunreinigung mit Blut bei der Section handelte. Um diese

¹⁾ Arnold, a. a. O. S. 6.

Zweifel zu lösen, habe ich eine zweite Versuchsreihe mit Aspiration von Tusche anlegen müssen.

Ich verfuhr hier ganz ähnlich, wie schon angegeben, indem ich besonders ausgesuchte, gleichmässig feinkörnige Tusche mit destillirtem Wasser zerrieb und durch eine Trachealcanüle dem Versuchsthiere eingoss. Um ähnliche Verhältnisse wie bei den Blutaspirationsversuchen zu erhalten, öffnete ich sofort nach der Tuscheinfusion eine oder beide Cruralarterien, wobei durch die Anämie die Energie der respiratorischen Thoraxbewegung gerade so gesteigert wurde, wie bei den früher geschilderten Versuchsanordnungen.

Die diesen Tuscheversuchen entstammenden Präparate habe ich in Alkohol gehärtet und die Schnitte mit Alauncarmin tingirt.

1. Versuche.

Versuch 1.

Einem schwarzen Kaninchen Trachea und beide Carotiden durchtrennt. Das entströmende Blut wird unter schlürfendem Geräusch aspirirt. Nach 10 in immer grösser werdenden Intervallen erfolgten Inspirationen (28 Sec.) Tod unter Convulsionen.

Section: In der Trachea ein strangförmiges Gerinnsel und blutiger Schaum.

Beide Pleurahöhlen sind leer.

Auf der Vorderfläche beider Lungen linsengrosse, hellrothe Flecke. Der hintere obere Abschnitt der rechten Unterlappen gleichmässig blutroth, ebenso links, nur etwas weniger.

Duct. thoracicus von milchweisser Lymphe prall angefüllt. In der Lymphe kein Blut.

Lymphdrüsen am Hilus dunkelroth, prall, seitlich der Trachea hellrosa.

Mikroskopische Untersuchung: Im Tracheallumen, der Wand aufliegend eine Blutschicht, vom Trachealepithel scharf abgegrenzt. Die Epithelien sind intact, die Flimmer undeutlich, nirgends rothe Blutkörperchen zwischen den Epithelien. In der Submucosa der Trachea nirgends Blut ausserhalb der Blutgefässer.

Peritracheale Lymphknötchen und tracheale Lymphdrüsen bis herab zur Bifurcation ganz frei von Blut.

Lungenschnitte zeigen Gruppen von Alveolen theils ganz bluterfüllt, theils weniger Blut enthaltend in der Weise, dass Blut der Alveolarwandung auflagert, während in der Mitte der Alveole ein runder Raum freibleibt. Andere Alveolengruppen sind ganz blutfrei. In den Alveolarsepten, namentlich in den Septawinkeln viel rothe Blutkörperchen in Spalten zwischen den elastischen Fasern oder in grösseren Lücken.

Die perivasculären und peribronchialen Lymphräume sind voller Blut. Die gewöhnlich zwischen Bronchus und Lungenarterie gelegenen Knötchen enthalten nur wenig Blut und zwar nur an denjenigen Stellen der Peripherie, welche an bluterfüllte Alveolen bzw. Interalveolarsepta angrenzen. In der Pleura pulm. an vielen Stellen rothe Blutkörperchen zwischen den elastischen Fasern (in den interfibrillären Räumen) bis unter das Endothel vorgedrungen. Auch aussen auf der Pleura vereinzelte rothe Blutkörperchen; Stellen des Uebertritts durch die Pleura jedoch nirgends erkennbar. Lymphdrüsen am Lungenhilus voller Blut. Die meisten Blutkörperchen sind an der Aussenseite der Follikel, weniger an der Innenseite, vereinzelte im Centrum der Drüse oder in der Nähe des Hilus. Das Blut liegt nur in den Lymphbahnen, Follikel und Follicularstränge enthalten kein Blut.

Die zur Drüse führenden Lymphgefässe voller Blut und ausgebuchtet. Im peribronchialen Gewebe, ebenso im peritrachealen Fett in der Höhe der Bifurcation Injection der Saftbahnen mit Blut.

Versuch 2.

Mageres halbwüchsiges Kaninchen. Beim Durchschneiden der Trachea und der Carotiden entleert sich nur wenig Blut. Nach 2 tiefen schlürfenden Inspirationen Stillstand der Respiration. Tod in 12 Secunden.

Herz pulsirt bis zur pericardialen Unterbindung.

Im Duct. thoracicus kein Blut. Unter der Pleura an den hinteren und oberen Lungenpartien zahlreiche circumscripte Blutheerde. Kein freies Blut in der Pleurahöhle. Trachea mit geronnenem Blut gefüllt. Zahlreiche Eiter- und Käseheerde in der Leber.

Mikroskopische Untersuchung: Blutbelag in Trachea und Bronchialästen scharf vom Epithel abgegrenzt. Kein Blut zwischen den Cylinderepithelien, ebensowenig in der Submucosa.

Nach aussen von den bronchialen Knorpelplättchen bluterfüllte Lymphgefässe; zwischen den Fettzellen des Gewebes um die Hauptbronchi Saftkanalinjection mit Blut. In den Hilusdrüsen und einer in der Höhe der Bifurcation gelegenen Lymphdrüse viel Blut in den perifolliculären Lymphräumen und in den Lymphgängen des Marks. Mehrere Stellen an der Peripherie der Follikel lassen es zweifelhaft, ob Blut auch in die Follikel eindringt oder ob die scheinbar zwischen den lymphoiden Zellen gelegenen Blutkörperchen vielleicht in einer Einsenkung des perifolliculären Raumes liegen.

Lungen: Viele Alveolengruppen gleichmässig voller Blut. Die entsprechenden interalveolären und interlobulären Septa enthalten gleichfalls viel Blut. Andere Alveolen führen nur wenige Blutkörperchen, sind stark erweitert und enthalten einen feinkörnigen, mit Eosin schwach tingirten Schleim und zahlreiche desquamirte Epithelien. Die Lymphbahnen, insbesondere die perivasculären, strotzen von Blut.

In den peribronchialen Knötchen wenig Blut, das von der Lungenseite — also von der dem Bronchus abgewendeten Seite — eindringt.

Versuch 3.

Kräftiges schwarzes Kaninchen. Der Halsschnitt, welcher zuerst nur die linke Carotis traf, musste in 2 Zeiten gemacht werden.

Tod unter heftigen Convulsionen nach 40 Secunden.

Ductus thoracicus führt wasserklare Lymphe, welche mikroskopisch kein Blut enthält.

In der rechten Pleurahöhle wenig klare blutfreie Flüssigkeit, die linke ist leer.

Beide Lungen stark gedunsen, einige Alveolengruppen überragen in Form kleiner Bläschen das allgemeine Niveau der Lungenoberfläche.

In der Umgebung des Hilus sind beide Lungen gleichmässig dunkelbraunroth, an der Spitze, an den vorderen Rändern und in den untersten Abschnitten hellroth. Unterschied in der Blutvertheilung zwischen rechts und links nicht nachzuweisen. Trachealschleimhaut lässt mikroskopisch kein Blut in Lymphbahnen erkennen, auch die Lymphknötchen zwischen Knorpel und Muscularis oder zwischen diesen und dem Epithel sind frei von Blut.

Lungenbefund wie 1.

Die Lymphräume an der Peripherie der zwischen Bronchial- und Lungenarterienast gelegenen Knötchen sind voller Blut. Die Knötchen selbst enthalten rothe Blutkörperchen in ihren Fortsätzen nach den interalveolären Bindegewebszügen. Auch andere, mehr follikelähnliche Lymphknötchen mit reibenförmig angeordneten Lymphzellen führen Blut zwischen den Zellreihen, das offenbar von Interalveolarsepten dabin vorgedrungen ist.

Subpleurale Lymphbahnen voller Blut, viel rothe Blutkörperchen auch in den Lücken und Spalten des Pleuragewebes selbst. Nirgends lässt sich nachweisen, dass Blut von den peripherischen Alveolen aus durch die Pleura hindurchgetreten ist.

Versuch 4.

Grosses graues Kaninchen. Halsschnitt wie bei No. 1. Tod nach 30 Sec.

Trachea voller Blut, Duct. thorac. frei, beide Pleurahöhlen leer.

Auf der hinteren und diaphragmalen Fläche beider Lungen unter der Pleura grössere und kleinere insulare Herde von blutrother Farbe, links etwas mehr als rechts. In der Nähe des Hilus confluiren dieselben. Zerstreute emphysematöse Bezirke in beiden Lungen.

Die Hilusdrüsen erscheinen schon makroskopisch bluthaltig.

Befund an Trachea und Lungen wie bei 1. Bronchialdrüsen führen viel freie Blutkörperchen in den peripherischen Lymphsinus, etwas weniger in den Lymphbahnen des Marks. Follikel und Follicularstränge enthalten kein Blut.

Spärlich vorhandene bronchiale Lymphknötchen verhalten sich wie 2 und 3.

Versuch 5.

Grauweisses, noch nicht ausgewachsenes Kaninchen. Nach Durchtrennung der Trachea und der Carotiden wird nur einmal unter schlürfendem Geräusch Blut aspirirt. Tod nach 18 Secunden.

Ductus thoracicus enthält weissliche Lymphe, keine Blutkörperchen.
Pleurahöhlen sind leer.

Auf beiden Lungen zerstreute dunkelrothe Heerde verschiedener Grösse unter der Pleura; am grössten sind dieselben an dem hinteren unteren Abschnitt des rechten Oberlappens.

Hilusdrüsen sichtlich bluthaltend.

Trachealschleimhaut ist mikroskopisch untersucht frei von Blut; im peritrachealen Gewebe tiefer Stufenschnitte ist Saftbahninjection mit rothen Blutkörperchen nachweisbar, desgleichen im peribronchialen Gewebe.

Die Lungen enthalten, den Heerden entsprechend, viel Blut in Alveolen, Alveolarsepten und lobulären Bindegewebszügen. Perivasculäre und peribronchiale Lymphbahnen bluterfüllt; die entsprechenden Lymphknötchen enthalten spärliche rothe Blutkörperchen nur in den peripherischen Zonen.

Bronchialdrüsen enthalten viel Blut in den perifolliculären Räumen; ganz vereinzelte Blutkörperchen liegen an der Innenseite der Follikel; die Lymphgänge des Markes sind ganz frei von Blut. Follikel und Follicularstränge ebenfalls frei.

Versuch 6.

Einem grauweissen, fast ausgewachsenen Kaninchen Trachea und beide Carotiden durchschnitten und das untere Schuittende der Trachea so fixirt, dass von der Wunde aus möglichst viel Blut aspirirt werden konnte. Nach 3 deutlich schlürfenden Inspirationen Tod. 18 Secunden.

Duct. thoracicus ohne Blut.

Beide Pleurahöhlen leer.

Auffallend wenig Blutheerde unter der Pleura, dagegen viel Blut in den centralen Abschnitten der verschiedenen Lungenlappen nahe am Hilus. In den Bronchien Blutgerinnsel.

Pleura an mehreren Stellen bläschenförmig abgehoben.

Bronchialdrüsen voller Blut.

Mikroskopischer Befund wie oben 1—5.

Mehrere Lungenschnitte lassen sehr schön erkennen, wie die rothen Blutkörperchen zwischen den Alveolarepithelien liegen und in's Gewebe eindringen.

Versuch 7.

Weisses, mittelgrosses Kaninchen. Trachea präparirt, quer durchtrennt, das untere Ende mit Pincette fixirt, hernach die Carotiden geöffnet. Tod nach 36 Secunden.

Duct. thoracicus ohne Blut.

In der rechten Pleurahöhle wenig blutige Flüssigkeit.

Beide Lungen enthalten viel Blut, namentlich hinten und unten. Lungenräder blassrosa mit vielen emphysematösen Stellen. An einer Stelle des rechten lateralen Unterlappens ist die Pleura perl schnurartig empor gehoben.

Zwei seitlich des linken Hauptbronchus unterhalb der Bifurcation gelege-

gene, sichtlich blutführende Lymphdrüsen werden ausgeschnitten und zu Serienschnitten separat gehärtet.

Mikroskopisch erweisen sich Trachealmucosa und peritracheale Lymphknötchen frei von Blut. Lungenalveolen sind vielfach erweitert, gruppenweise bluterfüllt.

Rothe Blutkörperchen in vielen Alveolen netzförmig zwischen den Alveolarepithelien angeordnet.

Pulmonale Lymphknötchen sind spärlich vorhanden und enthalten nur sehr wenig Blut.

Perivasculäre und peribronchiale Lymphgefässe prall angefüllt mit Blut. Im Verhältniss dazu enthalten die peribronchialen Knötchen, auch diejenigen, welche direct in's Lumen eines Lymphgefäßes hineinragen, nur wenig Blut. In der Peripherie mehrerer Knötchen sind kleine Ganglien; eines derselben, aus 6 grossen Zellen bestehend, liegt sogar innerhalb eines peribronchialen Lymphknötchens (vgl. Fig. 2). Im Centrum mehrerer Knötchen ist schwarzes Kohlenpigment. Rothe Blutkörperchen sind im Gewebe der pulmonalen Pleura bis unter das Endothel vorgedrungen; vereinzelte liegen aussen auf der Pleura.

Die zu Serienschnitten verwendeten Bronchialdrüsen sind in ihren Lymphbahnen total bluterfüllt. Die Vasa afferentia ganz weit, ausgebuchtet, Vas efferens ohne Blut; ebenso Follikel und Follicularstränge.

Versuch 8.

Gelber junger Pinscher. Trachea präpariert, durchtrennt, das sich retrahirende Ende fixirt, hernach beide Carotiden geöffnet. Tod nach 2 Min. 8 Sec.

Duct. thoracic. enthält kein Blut.

Beide Pleurahöhlen sind leer.

Unter der Pl. pulm. den wenig ausgiebigen Aspirationen entsprechend wenig Blutflecke.

Im mediastinalen Fett und im Mediast. selbst blutrothe Punkte und Knötchen. Blutführende Lymphgefässe im Mittelfell nicht zu erkennen.

Bronchialdrüsen prall anzufühlen, anscheinend viel Blut enthaltend. Die oberhalb der Bifurcation liegenden Trachealdrüsen blutfrei.

Die frische Untersuchung der Pl. mediast. ergab, dass deren Lymphknötchen nur Blut in den knäuelartig angeordneten Gefässen enthalten, nirgends Blut ausserhalb der Gefässbahnen.

Lungenpräparate lassen an vielen Stellen rothe Blutkörperchen netzförmig angeordnet zwischen den Alveolarepithelien erkennen. Interalveolare und interlobuläre Septa voller Blut, ebenso die tiefen Lymphgefässe. Pulmonale Knötchen in geringer Zahl verhalten sich wie oben. Pleura pulm. enthält Blut in den interfibrillären Räumen. Vereinzelte Blutkörperchen auch aussen auf der Pleura, jedoch nicht constant und regelmässig.

Versuch 9.

Einem jungen Jagdhund in Morphinumnarkose Luftröhre und Carotiden wie bei Versuch 8 durchschnitten. Tod in 3 Minuten.

Im Ductus thoracicus, an der Einmündungsstelle in die Vena subclavia, woselbst die Präparation einige Schwierigkeiten bot, blutrothe Lymphe. Nach dem Einführen der Canüle in den Ductus entleert sich jedoch nur anfangs blutige, gleich nachher milchweisse, blutfreie Lymphe.

Pleurahöhlen sind leer.

Aus der Trachea fliesst blutiger Schaum. Lungen auf der hinteren Fläche mit vielen circumscripsten Blutheerden unter der Pleura. Auf Schnitten in's Gewebe sind verschiedene Lappen am Hilus mit Blut förmlich durchtränkt. Vordere und obere Partien blutfrei.

Bronchialdrüsen und einige Drüsen an der Bifurcation bis zu 1 cm oberhalb derselben bluterfüllt. Eine der Bronchialdrüsen liefert an Schnitten durch die Mitte vorzügliche Bilder derart, dass im perifolliculären Raume freie Blutkörperchen enthalten sind, viel mehr Blut aber liegt an der Innenseite der Follikelzone, während nach dem Centrum bezw. dem Hilus der Drüse zu die Lymphgänge ganz frei sind von Blut. Bronchiale Lymphknötchen in geringer Zahl vorhanden, dagegen sehr viele subpleurale, welche auf der den peripherischen Alveolen bezw. Alveolarsepten zugekehrten Seite Blut zwischen den Zellen darbieten.

Interfibrilläre Räume der Pleura pulm. bluterfüllt, ebenso verschiedene subpleura Lymphgefässe.

Lungengewebe wie sonst.

In den Knötchen des Mediastinums und dessen Falten kein Blut.

Versuch 10.

Einem schwarzen Kaninchen werden durch eine Trachealcanüle 30 ccm frischen, defibrinirten Hammelbluts infundirt. Tod nach 3½ Minuten.

Duct. thorac. führt blutfreie Lymphe.

Beide Pleurahöhlen sind leer.

Die linke Lunge ist total voller Blut, aber nicht feuchter auf dem Durchschnitt als gewöhnlich, ebenso der rechte Mittel- und mediale Unterlappen. Im rechten Ober- und lateralen Unterlappen vereinzelte Blutheerde unter der Pleura. Trachea und Hauptbronchi wie immer. Viele Alveolengruppen ganz bluterfüllt, andere enthalten nur wenig Blut, dagegen ist das interstitielle Bindegewebe fast überall sehr blutreich.

Die tiefen und oberflächlichen Lungenlymphgefässe sind in prachtvoller Weise mit Blut erfüllt.

Die peribronchialen und pulmonalen Lymphknötchen enthalten mehr Blut als in allen bisherigen Fällen (längere Dauer der Aspiration und grössere Blutmenge). Auch mehrere anscheinend in Lymphgefässe hineinragende Knötchen haben Blut aufgenommen.

Sämmliche Bronchialdrüsen enthalten Blut, aber in so verschiedener Menge, dass bei einer z. B. nur an einer umschriebenen Stelle des perifolliculären Raumes Blut liegt, während eine andere an der ganzen Peripherie der Follikel Blut führt und wieder andere das Blut in allen Lymphbahnen bis in die Nähe des Hilus nachweisen lassen.

Follikel und Follicularstränge durchweg frei von Blut.

Aussen auf der Pl. pulm. vereinzelte unregelmässig zerstreute rothe Blutkörperchen.

Mediastinale Pleura und deren Knötchen führen kein Blut.

Versuch 11.

Nach Ausführung der Tracheotomie in Morphinarkose wird in die linke Carotis eines Jagdhundes eine Canüle eingebunden und diese mit der Trachealcanüle durch einen mit 0,75 pCt. NaCl gefüllten Guummischlauch verbunden. Es wurden beträchtliche Mengen von Blut aspirirt. Tod 6 Minuten nach Eröffnung der Carotis.

Lungen enorm blutreich; rechts und links gleichmässig. Die ganze Lungenoberfläche mit Ausnahme der emphysematischen Ränder und einiger gleichbeschaffener Partien im Oberlappen gleichförmig blutroth.

Die linke Lunge ist an einer Stelle durch eine pseudomembranöse Brücke an der Costalwand adhärent. Die Brücke, sowie die Umgebung der Adhäsionsstelle an der Costalwand sehen blutig imbibirt aus.

In der linken Pleurahöhle wenig flüssiges Blut.

Trachealschleimhaut zeigt viele Becherzellen, keine rothen Blutkörperchen, weder zwischen den Epithelien, noch unterhalb derselben in Mucosa oder Submucosa. Eine Lymphdrüse an der vorderen Fläche oberhalb der Bifurcation bis in die Nähe des Hilus enthält Blut, ebenso ein neben der Drüse gelegenes lappenförmiges Knötchen lymphatischen Gewebes, mit reihenförmiger Anordnung der Lymphzellen.

Die Vasa afferentia der Drüse sind strotzend voller Blut; in deren Umgebung Injection der Saftbahnen mit Blut.

Lungen bieten nichts von dem bisher Beschriebenen Abweichendes dar.

Die Lymphknötchen der Pl. mediast. enthalten grössttentheils kein Blut ausserhalb der Gefäßbahn, an einzelnen jedoch hat es den Anschein, als drängen von der Peripherie her rothe Blutkörperchen zwischen die lymphoiden Zellen ein.

Versuch 12.

Ein schwarzweisser, mittelgrosser Jagdhund wird tracheotomirt; in die linke Carotis wird eine Canüle eingebunden und diese durch einen Guummischlauch, welcher mit 0,75 pCt. NaCl gefüllt ist, mit der Trachealcanüle in Verbindung gebracht.

Grosse Blutmengen wurden aspirirt; im ersten Moment Hustenreiz, dann längere Zeit hindurch ruhige und tiefe Inspirationen. Hierauf wieder starkes Husten mit Auswurf von viel blutigem Schaume. Nach 6 Minuten sistirt unter intensiven Convulsionen die Respiration, nach 8 Minuten der Herzschlag.

Duct. thoracicus enthält ganz blutfreie Lymphe; die Pleurahöhlen sind leer. Der linke Oberlappen im hinteren und unteren Abschnitt mit zahlreichen blutrothen insulären Heerden unter der Pleura. Auf dem Unterlappen confluiren die Heerde derart, dass der ganze hintere Abschnitt blut roth erscheint.

In der rechten Lunge ebenfalls zahlreiche inselförmige Bluttheerde unter der Pleura, jedoch nirgends confluirend.

Auf dem Durchschnitt erscheint das Gewebe sämmtlicher Lappen von blutrothen Inseln dicht durchsetzt.

Pl. pulmon. ist vollkommen glatt, nach dem Hilus zu lässt sich eine feine sternförmige Zeichnung bluterfüllter subpleuraler Lymphgefässe erkennen.

Die Lymphdrüsen am Hilus und an den Hauptbronchis bis zur Trachealbifurcation sind bluterfüllt; einige der Drüsen enthalten ausser Blut noch schwarzes Pigment.

Auf der Pleura mediastin. und deren zum Zwerchfell gehenden Falten treten die weisslichen Lymphknötchen sehr deutlich hervor, deutlicher Blutgehalt derselben ist mit freiem Auge nicht nachweisbar. Mikroskopisch ergibt sich bezüglich der Trachea, der Bronchi und der Lungen derselbe Befund wie bisher; ebenso in den Lymphdrüsen.

Auf der Pleura mediastin. lässt sich kein Blut nachweisen. Die mediastinalen Knötchen zeigen ein bluterfülltes Capillarnetz, nirgends aber Blut ausserhalb der Gefäßbahn.

Versuch 13.

Einem mittelgrossen grauweissen Kaninchen werden 45 ccm angeriebener chinesischer Tü sche durch eine Trachealcanüle langsam infundirt. Tod nach 15 Minuten.

Duct. thorac. führt milchige Lymphe. Beide Pleurahöhlen sind völlig leer. Pleura parietal., diaphragmat. und med. ganz klar und glänzend.

Die ganzen Lungen mit einziger Ausnahme einer schmalen Zone an den vorderen Rändern sind kohlschwarz, keine Zeichnung mehr auf deren Oberfläche zu erkennen.

Mikroskopisch untersucht wurden besonders Pleura intercostalis und mediastinalis, welche sich auch in der That frei von Tuschkörnchen erwiesen.

Lungengewebe war wegen Ueberfüllung mit Tusche zu detaillirter Untersuchung wenig geeignet.

Versuch 14¹⁾.

Durch eine mit Gummischlauch und Trichter armirte Trachealcanüle werden einem jungen Hunde von mittlerer Grösse 70 ccm Tusche in die Luftröhre eingegossen.

Nach 16 Minuten Tod durch Chloroform.

Duct. thoracicus ist frei von Tusche. Beide Pleurahöhlen enthalten ganz wenig wasserhelle Flüssigkeit, kein einziges Tuschekörnchen.

Beide Lungen bieten auf dem Durchschnitte in sämmtlichen Lappen eine gleichmässige, schwarzfleckige Zeichnung dar. Das Lungengewebe ist

¹⁾ Von der Mittheilung dreier weiteren Versuche, welche ganz analog wie Versuch 14 ausgeführt wurden und genau dieselben Resultate lieferten, nehme ich Abstand.

nur mässig feucht, keineswegs feuchter als gewöhnlich. Knötchen sind auf der Pleura mediast. und deren diaphragmalen Falten in grosser Zahl vorhanden; sie sind durchweg von weisser Farbe. Pleura costalis zeigt keinerlei Veränderung.

Die bronchialen Lymphdrüsen sind prall anzufühlen, von grauschwarzer Farbe. Auf dem Durchschnitt erscheint die intensivste Schwarzfärbung an der Innenseite der Follikel.

Die Lymphdrüsen oberhalb der Trachealbifurcation, ebenso diejenigen am Sternum, Jugulum u. s. w. sind unverändert.

2. Verhalten der aspirirten Stoffe im Bronchialbaum.

Wenn ich die Ergebnisse der eben geschilderten Aspirationsversuche einer gemeinsamen Betrachtung unterziehe, so ergiebt sich für Trachea und Bronchi Folgendes:

Bei den Versuchen mit Aspiration frischen Blutes fand sich in der Lufröhre gewöhnlich ein strangförmiges Gerinnsel, welches — beim aufgebundenen Thiere — der hinteren Wand auflag und nur wenig bis unter die Bifurcation in den einen oder den anderen Hauptbronchus hinabreichte. Die übrigen Bronchi waren stets frei von Gerinnselbildungen, dagegen waren sie, so weit sich dies in den grösseren Bronchis nachweissen liess, mit blutigem Schaume erfüllt.

Ganz analog fand sich bei einigen Versuchen mit Tuscheaspiration, dass ein Theil der Tusche sich mit Trachealsecret zusammengeballt und in Form eines feinen schwarzen Fadens sich durch die ganze Trachea herab erstreckt hatte. Selten lagen noch an anderen Stellen des Bronchialbaums zusammengeballte Farbstoffklumpen. Gewöhnlich vertheilte sich die Tusche auf der Bronchialschleimhaut so gleichmässig, dass sie dieselbe mit einem feinen grauen Belage überzog.

Mikroskopisch war das Verhalten der rothen Blutkörperchen bzw. Tuschkörnchen der Tracheobronchialmucosa gegenüber insofern überraschend, als Blut und Tuschebelag von der Schleimhautoberfläche ganz scharf abgegrenzt und von ihr meist durch einen schmalen Saum feinkörnigen Schleimes geschieden war.

Wo Blut oder Tusche der Schleimhaut in dichterer Schicht auflagerten, befanden sich in der letzteren kleinere und grössere vacuolenähnliche, meist rundliche Hohlräume, welche offenbar den Luftblasen des Schaumes entsprachen.

Ein Eindringen der corpusculären Elemente zwischen die Cylinderepithelien der Schleimhaut habe ich, trotzdem ich in sehr zahlreichen Schnitten eifrig darnach suchte, nirgends finden können. Auch in den Epithelzellen der Schleimhaut fand ich niemals Blutkörperchen oder Tusche, wie z. B. Knauff¹⁾ Kohlenpartikelchen in den Becherzellen und Arnold²⁾ Staub in proliferirenden Epithelien gesehen haben.

Wenn in einem oder dem anderen Präparate scheinbar ein vereinzeltes Körperchen zwischen zwei Epithelien lag, so konnte ich jedesmal mit Hülfe starker Vergrösserung nachweisen, dass dasselbe bei genauer Einstellung der Zellen undeutlich wurde und verschwand, mithin nicht im Gewebe selber liegen konnte.

Ich kann überhaupt nicht genug betonen, wie es bei der Beurtheilung der Lagerung dieser kleinen corpusculären Elemente — ob im Gewebe zwischen den Zellen oder auf dem Gewebe- schnitt — der grössten Vorsicht bedarf. Man kann nehmlich, trotz sorgfältigster Einbettung der Präparate in Celloidin nicht vermeiden, dass bei Anfertigung der Schnitte eine kleine, unsichtbare Rauhigkeit des Messers einzelne Körperchen von irgend einer Stelle des Präparates nach einer anderen verschleppt. Von der Möglichkeit einer Verunreinigung der Präparate bezw. Utensilien mit Blut oder Spuren von Tuschkörnchen will ich gar nicht reden, weil es sich von selbst versteht, dass man solche Vorkommnisse so weit es möglich ist, vermeiden muss.

Täuschungen durch solche Zufälligkeiten sind nur dadurch zu umgehen, dass man eine grosse Zahl von Präparaten verschiedener Schnittrichtungen untersucht.

So wenig wie zwischen den Epithelzellen der Mucosa gelang mir der Nachweis der fraglichen corpusculären Gebilde in den Saftbahnen des tracheobronchialen Gewebes.

Auch die grösseren Lymphbahnen im trachealen und peritrachealen Bindegewebe waren frei von ihnen. Dagegen waren die peribronchialen Lymphgefässe im Lungenbindegewebe erfüllt mit diesen Körperchen: dieselben schienen mir jedoch nicht von der Bronchialschleimheit aus aufgenommen zu sein, weil das

¹⁾ Knauff, Das Pigment der Respirationsorgane. Dieses Archiv Bd. 39.

²⁾ Arnold, a. a. O. S. 70.

Saftkanalsystem an den betreffenden Stellen der Schleimhaut leer war.

Es ist um so auffälliger, dass die mikroskopische Untersuchung der Trachea und der Bronchi eine Aufnahme corpuscularer Elemente nicht ergeben hat, weil doch an der Schleimhaut die zur Aufsaugung geeigneten Vorrichtungen keineswegs fehlen.

Sikorsky¹⁾ fand beim Eingiessen einer wässerigen Lösung von carminsaurem Ammoniak zwischen den Cylinderzellen der Bronchialschleimhaut Bildungen, von welchen aus feine Gänge zu einem in Mucosa und Submucosa dicht verzweigten Netzwerk von Kanälchen hinziehen, welche letzteren ihrerseits wieder mit grösseren (Lymph-) Stämmen in Verbindung stehen.

In ganz ähnlicher Weise fand Küttner²⁾), dass sich nach Aspiration saturirter Lösungen indigoschwefelsauren Natrons das letztere zwischen den Epithelzellen der Bronchi körnig ausscheide.

Auch Klein³⁾ beschreibt in Uebereinstimmung mit Sikorsky ein Netzwerk in Mucosa und Submucosa des Bronchialbaums und giebt an, dass durch Pseudostomata dessen Zusammenhang mit der Oberfläche des Epithels vermittelt werde.

Endlich hat Arnold⁴⁾ zwischen den Cylinderepithelien — also offenbar in den Wurzeln oder wenn man will in den Endverzweigungen der tracheobronchialen Lymphbahnen — mit Staub beladene Wanderzellen gesehen; allerdings konnten sich dieselben ebenso gut auf dem Wege der Auswanderung als auf dem der Einwanderung befunden haben. Arnold⁵⁾ neigte sich der ersten Annahme zu, weil er die staubführenden Zellen erst nach langdauernder Inhalation, namentlich aber nach langerer Sistirung derselben vorwiegend an solchen Stellen fand, wo stauberfüllte Lymphknötchen der Bronchialwand anlagen.

¹⁾ Sikorsky, Ueber die Lymphgefässe der Lungen. Centralbl. f. d. med. Wiss. 1870. No. 52.

²⁾ Küttner, Centralbl. f. d. med. Wiss. 1875. No. 41.

³⁾ Klein, The anatomy of the lymphatic System. II. The Lung. London 1875.

⁴⁾ Arnold, a. a. O. S. 70.

⁵⁾ Vergl. auch Schottelius, Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung inhalirter Substanzen. Dieses Archiv Bd. 73. S. 537.

Trotz der Existenz von Vorrichtungen in der Tracheobronchialschleimhaut, welche zu einer resorbirenden Function geschaffen sind, hat unter den Bedingungen, wie sie bei meinen Aspirationsversuchen gegeben waren, eine Aufnahme von corpusculären Elementen aus dem Lumen der Trachea und der grösseren Bronchi nicht stattgefunden.

Ich möchte hier gleich hervorheben, dass auch Staubinhaltionsversuche niemals Staub oder Staubzellen in der Bronchialschleimhaut haben nachweisen lassen unter Bedingungen, welche unzweifelhaft auf eine Einwanderung vom Lumen aus hätten schliessen lassen.

Wenn es nun in Anbetracht der Verschiedenheit zwischen den Aspirationsversuchen mit Flüssigkeiten, welche wie Blut oder Tusche körperliche Elemente suspendirt enthalten und den Inhalationsversuchen mit staubförmigen Körpern, nicht gestattet ist, so ohne weiteres deren Resultate mit einander zu vergleichen, so möchte ich hier doch die Frage aufgeworfen haben, ob sich meine, gegen die Aufnahme corpusculärer Elemente aus dem Bronchiallumen sprechenden Versuchsresultate nicht zu Gunsten derjenigen Anschauung verwerthen liessen, welche die in der Bronchialmucosa beobachteten Staubzellen als auf dem Wege der Auswanderung befindlich, deuten?

Der Umstand, dass Flüssigkeiten vom Bronchiallumen aus in's Saftkanalsystem und in die Lymphbahnen überreten, kann selbstverständlich nicht dieser Frage verneinend gegenübergestellt werden. Uebrigens bin ich weit entfernt davon, eine Einwanderung kleinstter Körperchen vom Bronchiallumen aus ganz leugnen zu wollen, obschon ich in den Flimmerepithelien der Bronchialmucosa Vorrichtungen sehe, welche sowohl einer Ablagerung fremder Körperchen auf der Schleimhaut als auch einer Einwanderung solcher zwischen die Zellen entgegenwirken sollen. Dass im Gegentheil intactes Flimmerepithel unter normalen Verhältnissen geeignet ist, eine Aufnahme corpusculärer Elemente in die Saftbahnen der Schleimhaut zu verhindern, erscheint mir um so mehr plausibel, als auf die resistente Bronchialwand die durch die Respirationsbewegung bedingte Saug- und Druckwirkung nicht in ähnlicher Weise einen resorptionsbefördernden Einfluss haben kann, wie auf das Lungengewebe.

3. Verhalten der aspirirten Stoffe im Lungengewebe
und in den bronchialen Lymphdrüsen.

Makroskopischer Befund.

Dem Gesetze der Schwere und der ansaugenden Wirkung der Inspirationen folgend, wahrscheinlich auch beeinflusst von den Bewegungen der Bronchi¹⁾) gelangte die in die Trachea infundirte Flüssigkeit in die Endverzweigungen des Bronchialbaumes, in die Alveolargänge und in die Lungenalveolen.

Zusammengehörige Gruppen der letzteren, einzelne Läppchen und Gruppen von Lungenläppchen füllten sich mit Blut oder Tusche und präsentirten sich als unter der Pleura gelegene oder im Lungengewebe zerstreut liegende, nicht scharf umschriebene Heerde von blutrother bezw. intensiv schwarzer Farbe.

Die Vertheilung dieser Heerde liess keine bestimmte Gesetzmässigkeit erkennen. In denjenigen Fällen, in welchen verhältnissmässig wenig Blut aspirirt worden war, fanden sich jene insulären Heerde in der Nähe des Hilus der verschiedenen Lappen, also in den untersten Abschnitten der Oberlappen und den oberen Abschnitten der Unterlappen.

Bei reichlicher Aspiration waren an den genannten Stellen die Heerde confluit und die betreffenden Abschnitte dementsprechend gleichmässig gefärbt, während in dem weiter vom Hilus entfernt gelegenen Lungenbezirken nur zerstreut liegende, insuläre Heerde nachweisbar waren.

Die Spalten der Oberlappen und die vorderen Ränder beider Lungen waren gewöhnlich frei von den aspirirten Stoffen.

Auf Durchschnitten zeigten die verschiedenen Lungenlappen analog der fleckigen Zeichnung der Pleura, im Lungengewebe zerstreut liegende Heerde von rundlicher Form und Stecknadelkopf- bis Linsengrösse, welche von dem blassrothen Lungengewebe ganz scharf abgegrenzt waren und dadurch ein ganz zierliches Bild darboten.

Auch hier war zu beobachten, wie einzelne Heerde zu grösseren confluirten, einige Male in so ausgedehntem Maasse,

¹⁾ Cf. Sehrwald, Ueber die percutane Injection von Flüssigkeiten in die Trachea etc. Deutsch. Archiv f. klin. Med. 1886. Bd. 39. S. 174.

dass die betreffenden Lungenabschnitte gleichmässig blutroth bzw. kohlschwarz waren.

An der Lungenoberfläche waren mit freiem Auge blut- bzw. tuscheerfüllte Lymphbahnen nur am Hilus zu erkennen. Die bluterfüllten waren von Venen nur sehr schwer zu unterscheiden, so dass mit Sicherheit nur die tuscheführenden Lymphgefässe mit freiem Auge als solche diagnosticirt werden konnten.

Freies Blut in den Pleurahöhlen fand ich nur in 2 vereinzelten Fällen, Tusche niemals. Die beiden Fälle betrafen ein Kaninchen (Versuch 7) und einen Hund (Versuch 11). Beim erstenen Falle war die Menge des freien Blutes eine äusserst geringe, auch konnte von vornherein die Möglichkeit nicht ausgeschlossen werden, dass bei Gelegenheit der Section etwas Blut zufällig in die Pleurahöhle hineingeflossen wäre. Ausserdem war in diesem Falle das Emphysem, welches sich übrigens bei mehreren Versuchen constatiren liess, so stark ausgesprochen, dass ich daran denken musste, ob nicht bei den heftigen Convulsionen, die in Blasen abgehobene Pleura an irgend einer Stelle geplatzt wäre. Ein Pneumothorax brauchte deshalb doch nicht die Folge der Pleuraverletzung zu sein, weil die kleine Wunde sich durch die Lungenelasticität sofort hätte wieder schliessen können.

Auch diese Möglichkeit wäre nicht von der Hand zu weisen, dass das Emphysem als solches schon einen Blutaustritt von den peripherischen Alveolen in die Pleurahöhlen begünstigen könnte, dadurch, dass beim Emphysem in den gedeckten Pleura- bezirken die interendothelialen Räume und Stomata so erweitert würden, dass sie den Durchtritt rother Blutkörperchen und Tusche- körperchen gestatteten.

Ist also in Versuch 7 der Befund von etwas Blut in der rechten Pleurahöhle in keiner Beziehung einwandsfrei, so ist dies um so weniger der Fall bei Versuch 11. Hier war die Pleura der linken Lunge durch eine pseudomembranöse Brücke mit der Costalwand verwachsen, mithin dermaassen pathologisch verändert, dass man diesen Fall bezüglich der Durchlässigkeit oder Undurchlässigkeit der normalen Pleura pulmonalis für corpusculäre Elemente mit den übrigen Versuchen nicht ohne weiteres vergleichen darf. Es erinnert vielmehr die blutige Infiltration

der Pseudomembran und der Pl. pulmonalis in diesem Falle an die Befunde beim Menschen, bei welchen Kohle in der Pleura pulmonal., costalis und diaphragmalis abgelagert war.

Ich habe Fälle hochgradiger Anthrakose bei Herrn Geh. Rath Arnold vielfach zu sehen Gelegenheit gehabt — ich komme später noch einmal auf diese Fälle zurück — bei welchen die Pseudomembranen zwischen den stark anthrakotischen parietalen und visceralen Blättern der Pleura so massenhafte Kohlenablagerungen zeigen, dass man die Pseudomembranen als Bahnen des Uebertritts von Kohle aus der Pl. pulm. zur Costalwand zweifellos ansprechen musste.

Zur Vervollständigung des makroskopischen Befundes bei den Sectionen der Versuchstiere möchte ich hier gleich die sichtbaren Veränderungen der Bronchialdrüsen kurz erörtern.

Von denjenigen Lymphdrüsen, welche der Region der Lunge und des Bronchialbaums angehören, waren die blutführenden gewöhnlich leicht von den blut- bzw. tuschefreien Drüsen zu unterscheiden. Sie waren dunkelroth bzw. grau oder grauschwarz gefärbt, meist auch etwas grösser und resistenter als die anderen Drüsen.

Am zahlreichsten waren die Lymphdrüsen, welche mit den durch die Lungen aspirirten Stoffen erfüllt waren am Hilus zu finden, weniger zahlreich in dem die Hauptbronchi umgebenden Bindegewebe und Fettgewebe, ganz vereinzelt an der Bifurcationsstelle und etwas wenig oberhalb derselben.

Im Allgemeinen hatte ich den Eindruck, als reichten die blut- oder tuscheführenden Lymphdrüsen beim Hunde verhältnismässig höher hinauf — $\frac{1}{2}$ —1 cm über die Bifurcation der Trachea — als beim Kaninchen. Die höher oben im peritrachealen Gewebe gelegenen Lymphdrüsen waren bei den Aspirationsversuchen constant frei von den aspirirten Stoffen.

Auf Querschnitten bieten die Lymphdrüsen wechselnde Bilder dar, namentlich ist eine Verschiedenheit zwischen den blutführenden und tuscheführenden Drüsen sehr deutlich hervortretend. Die ersten zeigen nehmlich sehr häufig ausserhalb und innerhalb der Follikel blutführende Zonen; viele sind sogar anscheinend auf dem ganzen Querschnitt gleichmässig mit Blut angefüllt.

Die tuscheführenden Lymphdrüsen dagegen zeigen die Tusche gewöhnlich nur in Form eines Ringes ausserhalb der Follikelzone, zwischen dieser und der Kapsel der Lymphdrüse. Im Innern der Drüse ist mit freiem Auge selten Tusche nachweisbar.

Mikroskopischer Befund in den Lungen.

Während in den Verzweigungen der Bronchi, soweit dieselben mit Flimmerepithel ausgekleidet sind, das inhalirte Blut sowohl wie die Tusche nur in oberflächliche Berührung mit der Schleimhaut kommen konnte, zeigte sich bei der mikroskopischen Untersuchung von Lungenschnitten, dass die genannten Stoffe in den Alveolargängen und Lungenalveolen mit deren epithelialer Auskleidung in viel engere Verbindung traten.

Wo die Alveolarlumina gänzlich mit Blut angefüllt sind, hält es schwer, feinere Structurverhältnisse deutlich zu erkennen; oft ist es sogar nicht möglich, das in der Alveole liegende Blut von dem schon in's Lungengewebe übergetretenen Blute zu trennen. Es ist daher erforderlich, zunächst solche Stellen der Lungenschnitte zu untersuchen, welche nur wenig Blut in den Alveolen enthalten.

Die rothen Blutkörperchen liegen in grösserer oder kleinerer Zahl der Alveolarwand meist dicht an.

Besonders günstige Stellen lassen erkennen, dass sie sehr oft zwischen den Alveolarepithelien haften und von der Fläche gesehen so zwischen denselben angeordnet sind, dass eine netzförmige Zeichnung gebildet wird, welche mit der Anordnung der interepithelialen Kittleisten völlig übereinstimmt. Vereinzelte Körperchen liegen schon im Gewebe, ebenfalls wieder zwischen den Alveolarepithelien oder schon tiefer im interalveolären Gewebe, in den Spalten und Saftkanälchen.

Oft ist es — gerade wie bei der Bronchialschleimhaut — ausserordentlich schwer zu entscheiden, ob die aspirirten rothen Blutkörperchen der Alveolenwand nur anhaften, oder ob sie schon in's Lungengewebe selbst eingedrungen sind. Es ist deshalb von Vortheil, die Lungenschnitte von Versuchsthieren, welche Tusche aspirirt haben, mit den Blutlungen zu vergleichen.

Diese Präparate zeigen in deutlichster Weise, wie auch die

Tuschkörnchen mit Vorliebe an der Stelle der interepithelialen Kittleisten haften. Unter dem Mikroskope stellen sich dann die betreffenden Alveolen so dar, als wären deren Epithelien mit einem schwarzpunctirten Contour eingefasst oder besser gesagt, als befände sich zwischen den Alveolarepithelien ein feinpunctirtes schwarzes Netzwerk. Ein ganz ähnliches Bild ist auch zwischen den Epithelien der Alveolargänge nachzuweisen, doch ist das Netzwerk an den letztgenannten Stellen, wie früher schon Ruppert¹⁾ bemerkt hat, engmaschiger als an den Alveolenwänden.

Den Alveolarepithelien selbst haften die Tuschkörnchen an verschiedenen Stellen mehr oder weniger eng und zahlreich an. Bei günstiger Schnittrichtung lässt sich erkennen, dass der grössere Theil dieser Körnchen aussen auf den Zellen liegt, nur wenige sind in die Zellen selbst eingedrungen. Bei den rothen Blutkörperchen habe ich ein Eindringen in die Alveolarepithelien nicht beobachtet.

Zu desquamativen Vorgängen wie Knauff, Ruppert, Arnold u. A. sie an den Alveolarepithelien bei Russinhalation beobachtet haben, ist es in meinen Versuchen nie gekommen, wahrscheinlich wegen der Kürze der Versuchsdauer und weil staubförmige Körperchen auf die Alveolarepithelien jedenfalls ganz anders einwirken, als in Flüssigkeiten suspendirte Stoffe. Es fehlten indessen staubhaltige Zellen in den Lungenalveolen nicht gänzlich, jedoch überschritten die wenigen Staubzellen, welchen ich hin und wieder einmal im Alveolarlumen begegnet bin, an Zahl nicht den normalen Befund in Lungen gesunder Thiere.

Von den interepithelialen Kittleisten der Alveolarwand aus sieht man die corporkulären Elemente — die Tuschkörnchen besser als die rothen Blutkörperchen — in das eigentliche Ge- webe der Alveolarwand, in das interstitielle Lungenbindegewebe eindringen. Sie bilden feine Züge zwischen den Bindegewebs- zellen der Alveolenwand oder längs der elastischen Fasern der selben, welche sich, wie es namentlich an Tuschepräparaten recht hübsch zu sehen ist, vielfach mit den Blutcapillaren kreuzen.

¹⁾ Ruppert, Experimentelle Untersuchungen über Kohlenstaubinhalation.

Dieses Archiv Bd. 72. S. 20.

In den Verlauf dieser, den Saftkanälchen entsprechenden Züge sind grössere und kleinere ganz unregelmässige Lacunen von spindeliger oder sternförmiger Gestalt eingeschaltet, welche namentlich an den Septawinkeln und in den interlobulären Bindegewebszügen eine ganz augenfällige Grösse annehmen. Die durch Ablagerung oder Anhäufung von Tusche oder Blut gekennzeichneten Bahnēn lassen sich leicht bis in die lymphatischen Räume im peribronchialen und perivasculären Bindegewebe und bis in selbständige Lymphgefässe hinein verfolgen, welche gewöhnlich zwischen Lungenarterien- und Bronchialast gelagert sind.

Je näher dem Hilus, desto grösser und zahlreicher sind die peribronchialen und perivasculären Lymphgefässe; zugleich sind sie vollkommen angefüllt mit rothen Blutkörperchen bezw. Tuschkörnchen. Viele Gefässäste sind hier förmlich in ein System concentrisch angeordneter Lymphräume eingebettet cfr. Fig. 2.

Ich habe beim Studium zahlreicher Lungenpräparate den Eindruck gewonnen, dass die zu dem tiefen Lymphgefäßsystem der Lunge gehörigen Gebilde, wie die Saftbahnen, die in deren Verlauf eingeschalteten Lacunen und die Lymphgefässe selbst, in ihrer Grösse ausserordentlich wechselnd sind. Während man sie in normalen Lungen kaum beachtet, und sie auch an solchen Stellen von Lungschnitten, welche nur wenig Blut oder Tusche aufgenommen hatten, wegen ihrer Kleinheit fast verschwinden, überraschen sie an denjenigen Stellen, welche viel Blut oder Tusche enthalten, geradezu durch die Grösse ihres Querschnittes.

Besonderer Erwähnung verdient es, dass die corpusculären Elemente in den Saftbahnen, Saftlacunen und Lymphgefässen der Lunge bis zu den Bronchialdrüsen frei waren, also nicht etwa an zellige Elemente gebunden; sie wurden demzufolge lediglich durch den Lymphstrom fortgeschwemmt und bedurften auf dem Wege von den Lungenalveolen zu den Bronchialdrüsen keines Vehikels, wie es z. B. Wanderzellen für einen Theil des inhalirten oder abgelagerten Staubes bilden. Nur bei den Präparaten, welche Aspirationsversuchen mit Tusche entstammten, waren in den Lymphbahnen neben einer überwiegenden Menge freier Tuschkörnchen auch eine Anzahl von Zellen nachweisbar, an welchen die schwarzen Körnchen zu haften schienen. Bei der ausserordentlichen Kleinheit der Tuschkörnchen ist es

schwer zu entscheiden, ob es sich bei diesen Zellen lediglich um ein mechanisches Anhaften der Körnchen an der Zelloberfläche handelte¹), oder um eine wirkliche Aufnahme in den Zellkörper.

Ich glaube aus dem Umstände, dass einerseits in den Lungenalveolen nur sehr spärliche, mit schwarzen Körnchen beladene Zellen sich fanden, welche übrigens auch schon vor dem Aspirationsversuche in der Lunge sich befunden haben können, während andererseits die Zahl der mit Tusche behafteten Zellen in den Lymphgefäßen, je näher den Bronchialdrüsen, desto grösser wird, annehmen zu dürfen, dass bei den meisten Zellen erst im Lymphstrom die Anhaftung der Tuschkörnchen stattgefunden hat.

Dass einige Zellen ihre Tusche schon von der Alveolenwand aus mitgenommen haben, stelle ich keineswegs in Abrede, jedoch kann dieser Modus des Transportes im Vergleich mit den massenhaft frei im Lymphstrom transportirten Körperchen nur eine nebенäsliche und mehr zufällige Rolle spielen.

Mikroskopischer Befund in den pulmonalen Lymphknötchen.

Den im Lungenbindegewebe zerstreut liegenden lymphatischen Gebilden, den sogenannten pulmonalen Lymphknötchen, welche von Burdon-Sanderson²), C. A. Ruge³), Klein⁴), Friedländer⁵), Schottelius⁶), Frankenhäuser⁷), namentlich aber von Arnold⁸) näher beschrieben wurden, habe ich bei

¹⁾ Cfr. Ponfick, Studien über die Schicksale körniger Farbstoffe im Organismus. Dieses Archiv Bd. 48.

²⁾ Burdon-Sanderson, Recent researches on tuberc. Edinburgh. med. Journ. XV. Ausserdem: Klein u. Burdon-Sanderson, Zur Kenntniss der Anatomie der serösen Häute im normalen und pathologischen Zustande. Centralblatt f. med. Wiss. 1872. No. 23.

³⁾ C. A. Ruge, Einige Beiträge zur Lehre von der Tuberculose. Dissert. Berlin. 1869.

⁴⁾ Klein, The anatomy of the lymphatic system. The Lung. London 1875.

⁵⁾ Friedländer, Experimentelle Untersuchungen über chron. Pneumonie und Lungenschwindsucht. Dieses Archiv Bd. 68. 1876.

⁶⁾ Schottelius, a. a. O.

⁷⁾ Frankenhäuser, Untersuchungen über den Bau der Tracheo-Bronchialschleimhaut. Dissertation Dorpat. 1879.

⁸⁾ Arnold, Ueber das Vorkommen lymphat. Gewebes in den Lungen. Dieses Archiv Bd. 80.

meinen Lungenuntersuchungen besonderes Augenmerk zugewendet. Die eigentlichen pulmonalen Knötchen, welche um Alveolargänge herum angeordnet, oder in grösseren interalveolären und interlobulären Bindegewebszügen gelagert sind, stehen hauptsächlich mit dem Saftkanalsystem in Verbindung. Ohne scharfe Abgrenzung setzen sie sich mit Ausläufern in das interstitielle Bindegewebe hinein fort und diese Ausläufer sind es, welche aus den betreffenden Saftbahnen corpusculäre Elemente — selbstverständlich auch Flüssigkeit — aufnehmen.

Die Aufnahme findet offenbar nur sehr langsam statt und es steht daher der Gehalt dieser Knötchen an Tusche oder Blut nicht in directem Verhältniss zum Reichthum des interstitiellen Gewebes an diesen Stoffen.

Von der Peripherie her dringen die Körperchen zwischen die lymphoiden Zellen des Knötchens ein und rücken in der Richtung nach dem Centrum zu vor. Die Kürze der Versuchsdauer ist in meinen Fällen dafür verantwortlich zu machen, dass die Körperchen nur wenig über die peripherische Zone der Lymphknötchen hinaus vorgedrungen waren. — Die peribronchialen und perivasculären Lymphknötchen, gewöhnlich grösser und regelmässiger structurirt als die pulmonalen, lassen ausser ihrem Zusammenhang mit dem Saftkanalsystem noch einen innigen Connex mit grösseren Lymphgefässen erkennen.

Bei manchen dieser Knötchen sieht man nehmlich, entweder excentrisch im lymphatischen Gewebe selbst gelegen ein bis zwei rundliche oder spaltförmige Lymphräume¹⁾), welche an solchen Stellen des Lungen schnittes, welche kein Blut oder keine Tusche enthalten, hell sind, an anderen jedoch mit Blutkörperchen oder mit Tuschkörnchen gänzlich angefüllt sind. Oder aber es fehlen diese Räume im Knötchen selber und es ist dann ein grösserer oder kleinerer Theil der Peripherie des Lymphknötchens derart von einem spaltförmigen Lymphraum umgeben, dass es den Anschein gewinnt, als wäre dasselbe ganz in die Wandung eines mit Endothel ausgekleideten Lymphgefäßes eingelassen²⁾). Vielfach ragt auch nur ein lappenförmiger Anhang eines Knötchens

¹⁾ Arnold, Ueber das Vorkommen lymphat. Gewebes in den Lungen, Dieses Archiv Bd. 80. S. 315 etc.

²⁾ Cf. Klein, a. a. O.

ziemlich weit in das Lumen eines Lymphgefäßes hinein. Der Vergleich so beschaffener Gebilde mit einem in ein Reservoir eingetauchten Kohlenfilter liegt ausserordentlich nahe. Es ist ferner auch ganz plausibel anzunehmen, dass es die Function eines solchen, in ein Lymphgefäß hineinragenden Knötchens sei, irgend welche Stoffe, z. B. corporkuläre Elemente, aus ersterem anzusaugen. In einigen Präparaten sah ich in der That gerade diesen in ein Lymphgefäß eingetauchten, flottirenden Anhang peribronchialer Knötchen total angefüllt mit rothen Blutkörperchen. An Tuschpräparaten ist es mir nicht gelückt, solche Bilder aufzufinden, doch zweifle ich nicht, dass man ihnen gelegentlich noch begegnen wird.

Zu Gunsten einer jedenfalls nicht bedeutungslosen Function der peribronchialen Knötchen spricht der Umstand, dass namentlich in grösseren Knötchen dieser Art Ganglienzellen und Ganglienzellengruppen vorkommen. Sie liegen gewöhnlich peripherisch, noch im Gewebe des Knötchens selber, meist in der Nähe der Lymphräume. Ich habe dieses Vorkommniss mehrfach beobachtet, auch in einer Zeichnung (Fig. 1) wiederzugeben versucht.

Bezüglich der Lagerung der letztgenannten Knötchen möchte ich noch hinzufügen, dass dieselben gewöhnlich zwischen Bronchus und Lungenarterie so angeordnet sind, dass die Breitseite des Knötchens dem Bronchus zugewendet ist und bis an die Mucosa desselben heranreicht, während die entgegengesetzte Seite der Lymphgefäßwand anliegt. Das Lymphgefäß wiederum, bzw. die Lymphräume, sind der Lungenarterie zugewendet. Ausserdem gehen seitliche Fortsätze des Knötchens in interalveolare Septa des Lungengewebes über. Wie Fig. 1 zeigt, nimmt daher ein solches Knötchen sowohl aus dem Lungenbindegewebe und dessen Saftkanälchen als von dem Lymphgefäß aus corporkuläre Elemente in sich auf.

Werden nun die corporkulären Gebilde im Lymphknötchen einfach abgelagert oder von letzterem nach dem Bronchiallumen evaciirt?

Wie schon hervorgehoben, glaubt Arnold den Befund von Staub in diesen bronchialen Knötchen und in den ihrer Lage entsprechenden Stellen der Bronchialschleimhaut eher so deuten

zu dürfen, dass der Staub aus dem Lungengewebe aufgenommen wurde, durch das Knötchen hindurch in die Bronchialschleimhaut wanderte, um von da aus in das Bronchiallumen zur Expectoration ausgeschieden zu werden, als umgekehrt.

Als eine Stütze dieser Ansicht möchte ich noch einmal meine Versuchsresultate anführen, welche in unzweifelhafter Weise darthun, dass die corpusculären Elemente von der Lunge aus in die bronchialen Knötchen einwandern, während eine Aufnahme von der Bronchialschleimhaut aus in keinem einzigen Falle beobachtet wurde. Die Körperchen waren bei meinen Versuchen allerdings nur bis in die peripherischen Zonen der Bronchiallymphknötchen vorgerückt, indessen lässt die Richtung ihres Weges so wenig Zweifel zu, dass nur die kurze Versuchsdauer dafür verantwortlich gemacht werden kann, dass nicht dieselben Bilder entstanden sind, wie sie Arnold nach langdauernder Staubinhalaion an den bronchialen Knötchen und den zugehörigen Bronchialschleimhautbezirken gefunden hat.

Mikroskopischer Befund in den subpleuralen Lymphknötchen und in der Pleura pulmonalis.

Es erübrigt noch an dieser Stelle der oberflächlichen Lymphbahnen und der in ihrem Rayon gehörigen subpleuralen Lymphknötchen in Kürze zu gedenken. Bekanntlich haben schon Wywodzoff¹⁾, Sikorsky²⁾ und Klein³⁾ nachgewiesen, dass die peripherischen Lungenalveolen ihre Lymphe nicht durch das eigentliche sogenannte tiefe Lungenlymphgefäßssystem abführen, sondern durch die, der Pleura pulmonalis mehr zukommenden oberflächlichen Lymphbahnen. Scharf getrennt sind natürlicher Weise diese beiden Lymphgefäßssysteme der Lunge von einander nicht, sondern stehen vielfach mit einander in Verbindung.

Ueber die Bahnen, auf welchen corpusculäre Elemente in

¹⁾ Wywodzoff, Die Lymphwege der Lunge. Zeitschr. d. Gesellsch. d. Aerzte in Wien. (Medic. Jahrbücher XI. S. 3) Bd. I. 1866.

²⁾ Sikorsky, Ueber die Lymphgefässe der Lungen. Centralblatt f. d. med. Wiss. 1870. No. 52.

³⁾ Klein, a. a. O.

die subpleuralen Lymphgefässe eintreten, muss man sich die Vorstellung machen, dass dieselben von den subpleuralen Alveolen aus auf dem Wege der Saftbahnen in diese hineingelangen [Arnold¹]. In der That vermochte ich leicht nachzuweisen, dass bei meinen Versuchen die rothen Blutkörperchen bzw. die Tuschkörnchen von peripherisch gelegenen Alveolen aus, zwischen den Epithelien hindurch, in's Saftkanalsystem der Interalveolarsepta und des subpleuralen Gewebes vorrücken. An letztgenannter Stelle findet man nach reichlicher Aspiration die betreffenden corporusculären Elemente besonders zahlreich in den interfibrillären Räumen längs der elastischen Fasern des Pleuragewebes. Ganz ähnlich wie bei den pulmonalen Lymphknötchen dringen bei den subpleuralen von den peripherischen, interalveolären und interlobulären Bindegewebszügen und von den Saftspalten des subpleuralen Gewebes aus, Blutkörperchen und Tusche zwischen die Zellen ein und rücken sehr langsam in der Richtung gegen die Pleuraoberfläche vor.

Bis zur Pleuraoberfläche selbst habe ich leider in keinem Falle die in die Knötchen eingedrungenen Körperchen verfolgen können. Ich kann daher nicht beweisen, sondern nur vermuten, dass ganz ähnlich wie die Bronchiallymphknötchen in das Bronchiallumen, die subpleuralen Lymphknötchen körperliche Elemente, welche sie aus der Lunge aufgenommen haben, in die Pleurahöhle auszuscheiden und dadurch eine Entlastung der Lunge herbeizuführen vermögen.

Bei sehr reichlicher Aspiration habe ich an verschiedenen Stellen die in die Saftbahnen der Pleura übergetretenen Körperchen, Blut sowohl als Tusche, bis dicht unter das Pleuraendothel verfolgen können. Rothe Blutkörperchen lagen bisweilen auch aussen auf der Pleura, in ganz regelloser Zahl und Anordnung. Tuschkörnchen habe ich an diesen Stellen nie gefunden. Es ist mir auch nicht gelückt, für die rothen Blutkörperchen mikroskopisch eine Durchtrittsstelle durch das normale Pleuraendothel nachzuweisen. Ich muss daher den Befund rother Blutkörperchen auf der Lungenpleura als eine zufällige Verunreinigung ansehen. Es ist nehmlich, trotz grösserer Sorgfalt bei der Section der Versuchstiere nicht zu vermeiden, dass auf die Lungenober-

¹) Arnold, a. a. O. S. 99.

fläche etwas Blut kommt. Bei den Versuchen mit Tusche ist eine solche Täuschung viel eher zu umgehen.

Bei Gelegenheit des Befundes von Blut in den Pleurahöhlen zweier Versuchsthiere (Versuch 7 und 11) habe ich die Frage erörtert, ob nicht eine pathologisch veränderte Lungenpleura corporiculären Elementen den Durchtritt in die Pleurahöhle gestatte. Ich hatte vor allen Dingen Emphysem und pleuritische Verwachsungen im Auge. Im Versuche 7, bei welchem ich emphysematische Partien der Lungenoberfläche für den Durchtritt von Blut verantwortlich machen wollte, hat mir die mikroskopische Untersuchung der betreffenden Stellen keinen Anhaltspunkt zur Unterstützung meiner Ansicht gegeben. Indessen kann ich doch nicht die Möglichkeit ganz von der Hand weisen, dass bei chronischem, d. h. wirklichem Emphysem — in meinem Versuche handelte es sich ja nur um eine ganz acute Blähung einzelner peripherischer Lobuli — der Durchtritt kleiner Körperchen erleichtert sei.

Für den Versuch 11 konnte ich durch das Mikroskop sehr leicht den Beweis erbringen, dass in der That die pseudomembranöse Verwachsung den Uebertritt von Blut aus der Lunge sowohl in die Pleurahöhle als in die Costalpleura vermittelt hat.

Wenn also ein direchter Durchtritt corporiculärer Elemente durch die normale Pleura pulmonalis an anderen Stellen als den pleuralen Lymphknötchen, nicht wahrscheinlich ist, so müssen wir fragen, was wird denn aus den in den Saftlacunen des pleuralen Gewebes liegenden Körperchen?

Soweit sie nicht im Gewebe selbst zurückgehalten und abgelagert werden, gelangen sie mit dem Saftstrome in die oberflächlichen Lungenlymphgefässe, welche sie nach dem Hilus und den dort gelegenen Lymphdrüsen weiter transportiren. Bei grösseren Thieren sind nahe am Hilus in der Pleura gelegene tuscheführende, oberflächliche Lymphgefässe bisweilen schon mit freiem Auge oder mit der Loupe zu erkennen.

Mikroskopisches Verhalten der resorbirten Körperchen in den Lymphdrüsen.

Ehe die Lymphgefässe der Lunge ihren Inhalt dem Ductus thoracicus zuführen, hat derselbe eine Reihe von Drüsen, die so-

genannten Bronchialdrüsen, zu passiren. Die letzteren nehmen die im Lymphstrome suspendirten corpusculären Elemente in solchen Mengen auf, dass die mit Fremdkörpern beladenen Drüsen leicht sichtbar sind und auffällige Veränderungen darbieten.

Die mit Blut erfüllten Drüsen sind braunroth, entweder mehr gleichmässig oder fleckig; die mit Tusche erfüllten grau, grau-schwarz oder kohlschwarz.

Ausser durch die Farbe unterscheiden sich die betreffenden Drüsen von anderen, ebenfalls dieser Region angehörigen, aber von Blut oder Tusche freien Drüsen, durch ihre Grösse und ihre Consistenz; sie sind grösser, geschwollt und prall anzufühlen. Auch bezüglich der Lagerung der Lymphdrüsen gilt im Allgemeinen der Satz, dass die mit den genannten Stoffen erfüllten Drüsen tiefer, d. h. näher am Lungenhilus und an den Bronchialästen liegen, als die blut- oder tuschefreien Drüsen. Die höchste Grenze der noch Fremdkörper führenden Drüsen reicht, wie schon erwähnt, $\frac{1}{2}$ —1 cm über die Bifurcationsstelle der Trachea hinaus.

Betrachtet man dünne Schnitte solcher Lymphdrüsen unter dem Mikroskope, so sieht man bei einer Reihe von Drüsen die Vasa afferentia ganz angefüllt mit rothen Blutkörperchen oder Tuschkörnchen, sich in den perifolliculären Raum der Drüse ergiessen. Von der Einmündungsstelle aus verbreiten sich die körperlichen Beimengungen der Lyphe in den peripherischen Lymphsinus nach allen Richtungen nahezu gleichmässig. Den körperlichen Elementen steht jedoch schon an den zahlreichen Septen und Maschen des perifolliculären Raumes ein erheblicher Widerstand entgegen, wenigstens sieht man sehr häufig, dass in der Umgebung der Einmündungsstelle des Vas afferens der Querschnitt des perifolliculären Raumes offenbar durch Dehnung der elastischen Kapsel, oft mehr als doppelt so gross ist, als an Stellen, wohin noch keine Fremdkörperchen vorgedrungen sind. Desgleichen buchtet sich das Vas afferens nahe der Einmündungsstelle in die Drüse sehr stark aus.

Trotzdem scheint der Lymphstrom in den peripherischen Lymphsinus in der Drüse den verhältnissmässig geringsten Widerstand zu finden und es ist schon ein sehr grosser Theil der peripherischen Bahnen angefüllt, ehe die corpusculären Elemente

an der Innenseite der Follikel erscheinen. Bei einer ganzen Reihe der untersuchten Lymphdrüsen haben sich die vom Lymphstrom aus den Lungen fortgeschleppten Suspensionen überhaupt nur in den peripherischen Lymphsinus (Fig. 3) angesammelt und sind nicht weiter in das Innere der Drüse vorgedrungen¹⁾. Bei einer anderen Reihe von Lymphdrüsen dagegen thaten sie dies und zwar auf Bahnen, welche längs der interfolliculären Septa verlaufen und welche ich als direkte Anastomosen zwischen corticalen und medullären Lymphbahnen ansehen möchte²⁾.

Auf diesen Bahnen an die Innenfläche der Follikel gekommen, verbreiten sich da die corporusculären Elemente in einer der Follikelinnensfläche anliegenden Zone. Erst später gelangen sie in die eigentlichen nach dem Hilus hinführenden Lymphbahnen des Markes.

Der Uebertritt der Körperchen von den peripherischen Lymphsinus durch die Anastomosen in die Lymphbahnen an der Innenseite der Follikel wird beschleunigt und unterstützt durch die Contraction der an elastischen Fasern und glatten Muskelfasern — namentlich beim Hunde — sehr reichen Lymphdrüsenkapsel. In der That sieht man auch bei Hunden öfter als bei Kaninchen, die peripherischen Lymphsinus durch Contraction der Kapsel sehr eng und verhältnissmässig arm an corporusculären Elementen, während dieselben in den Lymphbahnen an der Innenseite der Follikel sehr reichlich vorhanden sind.

Von der letztgenannten Stelle aus ist nun auch ein Eindringen der Fremdkörperchen in die Follicularstränge zu beobachten. Dieselben wandern ganz ähnlich wie bei den pulmonalen Lymphknötchen von der Peripherie her in die Räume zwischen den lymphoiden Zellen ein, rücken aber nur äusserst langsam vor und kommen über die Randzone nicht hinaus.

In die Follikel selber habe ich nur ganz vereinzelte Körper-

¹⁾ Donders und Frey (a. a. O. S. 451) halten es für möglich, dass Lymphe aus den Vasis afferentibus nur durch die Umhüllungsräume der Follikel mit Vermeidung der Lymphgänge des Markes in die Vasa efferentia gelangen könne. Ich habe ein solches Verhalten bei meinen Versuchen nicht beobachtet.

²⁾ Cfr. Frey, Handbuch der Histologie und Histochemie des Menschen. V. Aufl. 1876. S. 447.

chen von der Innenseite her eindringen sehen. Von dem peripherischen Lymphsinus aus ist mir dieser Nachweis nicht gelungen. Es entstehen zwar an vielen Schnitten, welche einzelne Follikel tangential getroffen haben, Bilder, welche man versucht ist, in dem Sinne der Einwanderung von Körperchen in die Follikel zu deuten, jedoch handelt es sich bei solchen Schnitten gewöhnlich nur um Einsenkungen des perifolliculären Raumes in die Follikeloberfläche, wodurch eine Täuschung sehr leicht herbeigeführt wird. Maassgebend in dieser Beziehung können daher nur Schnitte sein, welche durch die Mitte der Follikel gelegt sind; an diesen ist ein Eindringen von corpusculären Elementen von aussen her nicht zu constatiren.

Auch in der Richtung gegen den Hilus der Drüse dringen die corpusculären Elemente in den Lymphgängen des Markes nur äusserst langsam vorwärts. — Es ist mir beim Vergleichen von Lymphdrüsenträparaten, welche Blut in den Lymphgängen enthielten mit solchen, welche Tusche aufgenommen hatten, ein bemerkenswerther Unterschied aufgefallen. In den Lymphgängen des Markes war vor allen Dingen das Blut viel reichlicher enthalten und viel weiter vorgedrungen als die Tusche. Die Maschenräume des Reticulum werden von den rothen Blutkörperchen nahezu ganz gleichmässig ausgefüllt; die Tuschkörnchen dagegen haften den Leistchen des Reticulum fest an und sind in den Maschenräumen selbst nur in den peripherischen Lymphräumen der Follikel in grösseren Mengen oder Häufchen zu finden, in den Lymphgängen des Marks dagegen niemals. Man findet im Gegentheil bei Lymphdrüsen, bei welchen die Tusche bis in das Mark vorgedrungen ist, in den Lymphgängen des letzteren eine dadurch sehr schön ausgeprägte reticuläre Zeichnung, dass die Leistchen des Reticulum durch die Anlagerung der Tuschkörnchen wie feinpunctirte Linien erscheinen. In diesem letztbeschriebenen Verhalten der Tuschkörnchen, in dem Verhalten nehmlich, dass die am weitesten in der Drüse vorgerückten Körnchen frei sind und nicht an Zellen gebunden, liegt auch der endgültige Beweis, dass die corpusculären Elemente zu ihrem Transporte von den Lungen nach den Lymphdrüsen keineswegs der Wanderzellen bedürfen, sondern dass sie,

wenn auch nicht ausschliesslich, so doch der Mehrheit nach lediglich durch den Lymphstrom fortgeschwemmt werden.

Woran liegt es nun, dass die rothen Blutkörperchen in den Lymphbahnen der Drüsen rascher weiterbefördert werden, als die Tuschkörnchen?

Die Versuchsbedingungen sind bei der Blutaspiration, wenigstens bei den Fällen, wo Blut mittelst einer Canüle in die Trachea geleitet wurde, und bei der Tuscheinfusion nicht wesentlich verschieden. Bei den Blutaspirationsversuchen treten allerdings die anämischen Convulsionen verhältnissmässig früher ein, als bei den Versuchen mit Tuscheaspiration, bei welchen zugleich behufs Tödtung der Thiere die Cruralarterien geöffnet worden waren. Dem entsprechend dauerten die letzteren Versuche durchweg etwas länger, als die ersteren und trotzdem war das Blut in den Drüsen in allen Fällen weiter vorgerückt als die Tusche.

Ich glaube, dass dieser auffallende Umstand lediglich durch die Beschaffenheit, besonders durch die physikalischen Eigenchaften der corpuskulären Elemente bedingt ist.

Obschon nehmlich die rothen Blutkörperchen um ein vielfaches grösser sind als die Tuschkörnchen, sind sie doch für die Lungenlymphgefässe und die Bronchialdrüsen nicht in dem Maasse Fremdkörper wie die Tuschkörnchen. Sie mischen sich offenbar sehr leicht mit der Lymphe, bilden mit dieser ein inniges Gemenge, was die Tuschkörnchen nicht thun. Vermöge ihrer Structur, welche den rothen Blutkörperchen einen leichten Wechsel der äusseren Form und Gestaltung zulässt, sind sie im Stande Stellen zu passiren, an welchen die leicht zusammenklebenden Tuschkörnchen haften bleiben und ein Stromhinder-niss finden.

Besonders interessant waren in dieser Beziehung einige Präparate von Lymphdrüsen, bei welchen sowohl Blut als Tusche gleichzeitig in denselben enthalten war.

Diese Präparate entstammten später zu erwähnenden Versuchen mit Injection von Tusche in die Pleurahöhle, wobei ich fehlerhafterweise die Lunge selbst angestochen und verletzt hatte, so dass von der Verletzung Blut und von der Injection Tusche in die Lungenalveolen gelangt war. In den untersuchten Lymph-

drüsen fand sich das Blut schon in den Lymphgängen des Markes, während nur wenige Tuschenkörnchen in den peripherischen Lymphsinus nachweisbar waren.

An die Schilderung des Vorrückens der corpuskulären Elemente in den Lymphdrüsen schliesst sich naturgemäß die Frage an, ob die Lymphdrüsen für kleine Körperchen durchgängig sind, oder ob die letzteren in den Lymphdrüsen zurückgehalten werden.

Die Autoren beantworten diese Frage in ganz verschiedener Weise. Zenker¹⁾ und Orth²⁾ halten die Bronchialdrüsen aus dem Grunde, dass Staubmassen auch in höher gelegenen Trachealdrüsen nachgewiesen werden können, nicht für undurchlässig und glauben aus demselben Grunde auch an die Möglichkeit des Uebertritts von inhalirtem Staube in das Blut; desgleichen Soyka³⁾, Ziegler⁴⁾ und Slavjansky⁵⁾. Letzterer Autor fand sogar mehrere Tage — 3, 5 und 6 Tage — nach der Infusion von in Flüssigkeiten suspendirten Farbstoffpartikelchen in die geöffnete Trachea, farbstoffhaltige (zinnöber) weisse Blutkörperchen im Blute der Aorta abdominalis.

Weigert⁶⁾ hält die Slavjansky'sche Beobachtung nicht für beweiskräftig, auch Arnold⁷⁾ ist anderer Ansicht als Slavjansky, weil er nach sehr langedauernder Russinhalation niemals Staub in den Vasis efferentibus der Bronchialdrüsen, geschweige denn in denen der Trachealdrüsen hat nachweisen können. Arnold und Weigert halten demnach die Bronchialdrüsen für sicher abschliessende Filter. Wären dies übrigens die Lymphdrüsen nicht, so müsste jeder erwachsene Mensch auch Kohlenpigment in den Körperorganen aufweisen [(Weigert⁸⁾].

An die Lösung der Frage über die Durchlässigkeit der

¹⁾ Zenker, Deutsch. Arch. f. klin. Med. II. 1866.

²⁾ Orth, Lehrbuch. 1883.

³⁾ Soyka, Prager med. Wochenschrift. 1878.

⁴⁾ Ziegler, Lehrbuch. II. Aufl. § 265. 1885.

⁵⁾ Slavjansky, Experimentelle Beiträge zur Pneumonoconiosislehre. Dies. Arch. Bd. 48. 1869.

⁶⁾ Weigert, Ueber den Eintritt des Kohlenpigments aus den Atmungsorganen in den Kreislauf. Fortschritte der Medicin. 1883.

⁷⁾ Arnold, a. a. O.

⁸⁾ Weigert, a. a. O. S. 442

Bronchialdrüsen bei meinen Versuchen bin ich auf zwei Wegen herangetreten.

Zuerst habe ich mehrere mit Blut oder Tusche prall erfüllte Bronchialdrüsen in Serienschnitte zerlegt, in der Absicht, das *Vas efferens* aufzusuchen und auf seinen Inhalt zu prüfen.

Dabei ergab sich der merkwürdige Befund, dass die rothen Blutkörperchen von den peripherischen Lymphsinus her die Lymphgänge des Markes bis heran zum Hilus ausfüllten, das *Vas efferens* selbst war dagegen leer. Auch in den Wurzeln des *Vas efferens* waren keine rothen Blutkörperchen aufzufinden.

Ich nenne diesen Befund merkwürdig aus dem Grunde, dass die rothen Blutkörperchen, obgleich sie den ganzen, grossen Widerstand in den Lymphbahnen der Drüsen bis zum Hilus überwunden hatten, doch nicht im Stande waren bis dahin vorzudringen, wo das *Vas efferens* seinen Anfang nimmt. Es muss offenbar an den Wurzelstellen des *Vas efferens* ein letztes Hinderniss existiren, welches corpusculären Elementen, wie den rothen Blutkörperchen, unüberwindlich ist. Welcher Natur dieses letzte Hinderniss ist, bin ich trotz eifrigster Bemühung aufzuklären ausser Stande. Ich kann nur vermuthen, dass es eine äusserst feinmaschige Anordnung des *Reticulum* ist, welche den kleinen Körperchen den Durchtritt versagt.

Die Serienschnitte tuscheführender Lymphdrüsen zeigten, dass die Tuschkörnchen nur in wenigen Fällen die peripherischen Lymphsinus zu überschreiten vermochten. In diesen wenigen Fällen war jedoch die Tusche an der Innenseite der Follikel in nicht unbeträchtlicher Menge vorhanden, in den Lymphgängen des Markes nur äusserst spärlich, in der Nähe des Hilus fehlte sie gänzlich.

Der zweite Weg, auf welchem ich einen Beweis für Durchlässigkeit oder Undurchlässigkeit der Lymphdrüsen für körperliche Elemente zu erbringen versuchte, war der, dass ich in allen meinen Versuchen den Inhalt des *Ductus thoracicus* einer makroskopischen und mikroskopischen Untersuchung unterwarf.

Makroskopisch konnte ich nur ein einziges Mal in der Lymphe des *Duct. thor.* Blut erkennen. Dabei war ich aber

zu constatiren im Stande, dass es durch unzweckmässige Manipulation von der Vena jugularis aus zurückgetreten war.

Mikroskopisch habe ich bei keinem anderen Falle weder rothe Blutkörperchen noch Tuschkörnchen in der Lymph des Duct. thoracicus nachweisen können. Es waren daher bei meiner Versuchsanordnung die Bronchialdrüsen trotz reichlichen Gehaltes an corpusculären Elementen un-durchlässig für die letzteren.

4. Resorption von Flüssigkeiten durch die Lungen.

Es ist bisher nur von der Resorption der corpusculären Elemente des Blutes und der Tusche die Rede gewesen, während die Flüssigkeiten, in welchen die Körperchen suspendirt waren, unberücksichtigt blieben. Ich habe bei den Versuchen mit Blutaspiration allerdings nur ausnahmsweise gleich bei der Section die Lungen auf ihren Flüssigkeitsgehalt untersucht, weil ich gewöhnlich die ganze Lunge nach Abbindung der Trachea unaufgeschnitten in Müller'scher Flüssigkeit härtete. Dagegen habe ich bei den Versuchen mit Tusche fast regelmässig die einzelnen Lungenlappen gleich bei der Section aufgeschnitten und dabei gefunden, dass der Feuchtigkeitsgehalt des Lungengewebes in keiner Weise der Quantität der aspirirten Flüssigkeit entsprach. Im Gegentheil entleerte sich bei Druck nur wenig schwärzlich gefärbte Flüssigkeit auf die Schnittfläche, kaum mehr, als sich sonst aus einer normalen Lunge blutige Flüssigkeit ausdrücken lässt. Es beweist dies, dass — bei fehlender Expectoration — die Flüssigkeit in der kurzen Zeit zwischen Versuchsausführung und Tödtung des Thieres von den Lungen resorbirt worden ist. Es ist die Schnelligkeit der Resorption von Flüssigkeiten durch die Lungen eine Thatsache, über welche uns Versuche von Wasbutzky¹⁾, Peiper²⁾, Sehrwald³⁾ u. A. sehr interessante Aufschlüsse gegeben haben.

¹⁾ Wasbutzky, Ueber die Resorption durch die Lungen. Königsberg.
Diss. 1879.

²⁾ Peiper, Ueber die Resorption durch die Lungen. Zeitschr. f. klin. Med. Bd. VIII.

³⁾ Sehrwald, Ueber die percutane Injection von Flüssigkeiten in die Trachea. Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. 39.

In die Trachea injicirte Milch z. B. ist schon nach 1 Min. im Blute nachweisbar; 90 Secunden nach der Injection von wässerigen Strychninjectionen in die Trachea, ist die Reflexerregbarkeit gesteigert, 2 Minuten nach Injection von Atropinlösung erweitern sich die Papillen u. dgl. mehr. Die aspirirten Stoffe verbreiten sich nach dem Uebertritt in die Lymphbahnen der Lunge so schnell im ganzen Organismus, dass v. Wittich¹⁾ indigschwefelsaures Natron, welches er in die geöffnete Trachea von Versuchsthieren einträufeln liess, nach 10—15 Minuten im Harne wieder nachweisen konnte. Wurde ein solches Thier 1 Stunde nach Beginn des Versuches getötet, so waren sämmtliche Organe desselben blau gefärbt.

Aus den Versuchen Peiper's geht auch hervor, dass sich bei specifisch schweren, bezw. bei mehr oder weniger zähflüssigen Substanzen, wie Hühnereiweiss und Rindergalle, die Resorption durch die Lungen viel langsamer (45 Minuten) vollzieht als bei dünnflüssigen wässerigen Lösungen (1½—2 Minuten). Schon für das Vordringen im Bronchialbaum ist die physikalische Beschaffenheit von Flüssigkeiten von grösster Bedeutung. Flüssigkeiten mit geringer Adhäsionskraft gelangen leicht und schnell bis in die Alveolen; zäher Schleim und dickflüssige Stoffe anderer Art nur bis in die Trachea und die Hauptbronchi [Sehrwald²⁾]. Am ungünstigsten verhalten sich der Resorption durch die Lungen gegenüber nicht emulgirte Fette; sie werden so gut wie gar nicht resorbirt, während im Gegensatz dazu Emulsionen z. B. Milch auffallend rasch in das Blut übertreten. Diesen That-sachen vergleichbar ist auch meine Beobachtung, dass corpusculäre Elemente verschiedener Art nicht gleich rasch resorbirt werden und nicht gleichmässig in den Lymphbahnen der Drüsen vorrücken.

Die Mengen indifferenter Flüssigkeiten, welche Versuchstiere ohne dyspnoische Zustände in den Lungen aufzunehmen vermögen, stellt Peiper annähernd auf 20—25 ccm destillirten Wassers für ein mittelgrosses Kaninchen fest. Bei einem Hunde mittlerer Grösse, welchem das destillirte Wasser in Portionen

¹⁾ v. Wittich, Mittheilungen aus dem Königsberger physiologischen Laboratorium.

²⁾ Sehrwald, a. a. O. S. 186.

von 30—50 ccm applicirt wurde, konnte Peiper sogar 250 ccm während einer Stunde eingesessen, ohne dass irgend welche Erscheinungen aufgetreten wären. Sehrwald steigerte die percutan in die Luftröhre injicirte Flüssigkeitsmenge (1 prozentige wässerige Lösung von gelbem Blutlaugensalz) zu einer Höhe von 775 ccm, einem Volumen, welches etwa dem dreifachen mittleren Luftgehalt der Lungen des Versuchsthiers gleich kam.

Diese Thatsachen sind ausserordentlich überraschend und um so mehr beachtenswerth, als sie vielleicht einmal berufen sein können, in der Therapie eine gewisse Rolle zu spielen.

Es ist übrigens eine alte Erfahrung, dass die Lungen für verhältnissmässig grosse Flüssigkeitsmengen tolerant sind und sich rasch durch Resorption bezw. Expectoration entlasten können.

Die Expectoration d. h. die Menge des Sputums vermag uns nur in wenigen Fällen ein klares Bild von der in den Lungen enthaltenen Flüssigkeitsmengen zu geben. Ich erinnere in diesem Sinne an die so oft zu machende Erfahrung am Krankenbette, dass uns bei Hämoptoe die expectorirte Blutmenge bei Weitem nicht auf die Grösse der Lungenblutung schliessen lässt, weil der grössere Theil des Blutes d. h. des Blutserums rasch resorbiert wird. Sehr oft tritt auch das Blutspeien erst auf, wenn eine Lungenblutung schon eine Zeit lang andauert und beträchtliche Lungenabschnitte eingenommen hat. Die Fälle, wo $\frac{1}{2}$ Stunde oder noch früher vor der eigentlichen Hämoptoe die eigenthümlichen Wallungen, Oppression und Wärmegefühl in der Brust, welche wohl als sichere Zeichen stattfindender Blutung zu deuten sind, sind durchaus nicht sehr selten¹).

Ganz ähnlich entsprechen die verhältnissmässig geringen Mengen expectorirten Blutes bei Klappenfehlern des Herzens in keiner Weise den wirklichen Mengen extravasirten Blutes, welche jedenfalls schon ganz beträchtlich gewesen sein müssen, wenn wir annehmen, dass es das Pigment der nicht resorbierten Blutkörperchen ist, welches bei der braunen Induration die Braunkärbung der ganzen Lungen zu Stande gebracht hat.

Es wird zum Schlusse kaum noch erforderlich sein, besonders hervorzuheben, dass die in die Trachea infundirten Flüssig-

¹) Cfr. Sommerbrodt, Hat das in die Luftwege ergossene Blut ätiologische Bedeutung für die Lungenschwindsucht? Dieses Archiv Bd. 55.

keiten auf demselben Wege wie die corpuskulären Elemente in die Lymphbahnen der Lunge gelangen, nachdem sie das Saftkanalsystem der Alveolenwand passirt haben. Die Bronchialdrüsen halten die Flüssigkeiten im Lymphstrom jedoch nicht zurück, wie die corpuskulären Elemente, in Folge dessen passiren sie dieselben und treten zugleich mit der Lymphe in das Blut über. Aus den Arbeiten von Sikorsky, Küttnner, Klein und v. Wittich geht übrigens noch hervor, dass bei der Resorption von Flüssigkeiten, welche in die Trachea eingegossen worden sind, nicht nur die Alveolarwand sondern auch die Tracheo-bronchialschleimhaut eine gewisse Rolle spielt, indem schon die Saftkanälchen der letzteren die betreffenden Flüssigkeiten in die peritrachealen und peribronchialen Lymphgefäßsstämme überführen können.

(Schluss folgt.)

Erklärung der Abbildungen.

Tafel IV.

- Fig. 1. Obj. C, Oc. 3. Lungenschnitt vom Versuch 12, Theil I S. 108: Querschnitt durch Bronchialäste und Lungenarterie; die peribronchialen und perivasculären Lymphräume mit rothen Blutkörperchen angefüllt. b Bronchus. a Lungenarterie. pb Peribronchiale Lymphräume. pr Perivasculäre Lymphräume.
- Fig. 2. Zeiss Obj. C, Oc. 3. Schnitt durch ein, zwischen Lungenarterie und Bronchialast gelegenes pulmonales Lymphknötchen. Von den blutefüllten Alveolen her dringen rothe Blutkörperchen in die Peripherie des Lymphknötchens ein (Versuch 7 Theil I S. 105). a Lungenarterie (Längsschnitt). b Bronchus (Längsschnitt). 1 Lymphknötchen. sl Halbmondförmiger Lymphraum des Knötchens. gl Ganglion an der Peripherie des Knötchens.
- Fig. 3. Zeiss Obj. A, Oc. 2. Querschnitt durch eine jugulare, tuscheerfüllte Lymphdrüse (Versuch 6 Theil II), nach Infusion von Tusche in die Pleurahöhlen. Peripherischer Lymphsinus (perifollicularer Raum) voller Tuschkörnchen, welche grössttentheils frei, nur ausnahmsweise an Zellen gebunden sind. An einigen Stellen liegt auch etwas Tusche an der Innenseite der Follikel.
- Fig. 4. Zeiss Obj. A, Oc. 3. Partie aus der Pleura mediastinalis eines Hundes (Versuch 8 Theil II) nach Infusion von Tusche in die Pleurahöhle. Die mediastinalen Lymphknötchen haben Tuschkörnchen aufgenommen; Tusche befindet sich auch in den lymphatischen Scheiden einer Arterie.