

# Über lymphogene Staubverschleppung.

Von

**H. Beitzke.**

Mit 2 Textabbildungen.

(Eingegangen am 24. November 1924.)

Die Wege, die künstlich in den Organismus eingeführte Farbstoffteilchen oder die auf natürliche Weise bei der Atmung aufgenommenen Kohlenstäubchen im Körper einschlagen, haben seit langer Zeit das Interesse der Pathologen und Kliniker erweckt. Sind sie doch geeignet, uns wertvolle Fingerzeige für die Verbreitungsweise von Infektionserregern zu geben. Manche wichtigen, gesicherten Ergebnisse hat die Verfolgung solcher Pigmente im Organismus geliefert. Aber auch manche ungenügend begründeten Schlüsse sind gezogen und haben zu immer und immer wiederholten Irrtümern und deren Übertragung auf den Gang von Infektionskrankheiten geführt. Es ist also noch immer vonnöten, diese Verhältnisse weiter zu klären, und ich versuche es um so lieber, als wir gerade dem Kollegen, dem diese Festschrift gewidmet ist, wichtige Beiträge auf dem Gebiete der Pigmentforschung verdanken.

Soweit die Staubverschleppung auf dem Blutwege erfolgt, dürfte sie hinlänglich geklärt und allgemein bekannt sein. Ganz und gar nicht ist aber das der Fall, was die lymphogene Verschleppung anbetrifft, und gerade diese ist es, die für den Gang von Infektionskrankheiten am wichtigsten ist. Will man die lymphogene Staubverschleppung studieren, so ist eine genaue Kenntnis des menschlichen Lymphgefäßsystems unerlässlich. Hier ließen mich aber die anatomischen Lehrbücher und Monographien in manchen Punkten im Stich, so daß mir nichts übrig blieb, als eigene Untersuchungen zu machen, die zum größten Teil noch in meine Berliner Zeit fallen. Über die bis Anfang 1908 erzielten Ergebnisse und ihre Anwendung auf die menschliche Anthrakose habe ich auf der 12. Tagung der deutschen Pathologischen Gesellschaft in Kiel kurz berichtet<sup>6).</sup> Bald darauf erschien die schöne Monographie über das Lymphgefäßsystem von Bartels<sup>4)</sup>, die meine eigenen Studien teils bestätigte, teils überholte, aber auch noch nicht auf alle auftauchenden Fragen Antwort gab. Die Fortsetzung der

Studien am Lymphgefäßapparat [Injektionen an 30 Kinderleichen<sup>\*)</sup>] wurde mit meiner Übersiedlung von Berlin nach Lausanne unterbrochen, die Beobachtungen über Anthrakose aber seitdem nie ganz aufgegeben. Wenn ich nun meine Ergebnisse — teilweise verspätet — jetzt mitteile, so geschieht es in der Hoffnung, verschiedene irrite Vorstellungen über die Lymphgefäßanatomie und die lymphogene Staubverschleppung zu klären, die in der Literatur immer wieder auftauchen.

Der Grund, warum die Angaben der anatomischen Lehrbücher und Monographien beim Studium der Kohlenstaubverschleppung nicht befriedigen können, ist der, daß sie die Lymphknoten nach ihrer Lage zu mehr oder minder willkürlichen Gruppen zusammenfassen und nun angeben, daß die betr. Gruppe ihre Lymphe aus diesen und jenen Organen erhalte. Für das Studium der Kohlenstaubverschleppung aus der Lunge, seinem ersten und hauptsächlichsten Stapelplatz, ist aber die Frage so zu stellen: Welche Lymphbahnen und Lymphknoten werden normalerweise von der aus der Lunge kommenden Lymphe durchflossen? Bei dieser Betrachtungsweise ergibt sich nicht nur ein von der herkömmlichen anatomischen Darstellung recht abweichendes Bild, wie sich weiter unten zeigen wird, sondern ihre Berechtigung und Fruchtbarkeit ist durch eine ganze Anzahl neuer Entdeckungen dargetan, wie die Geschichte der Lymphgefäßforschung der letzten Jahrzehnte lehrt.

Die aus der Lunge und dem Lungenfell kommende Lymphe ergießt sich zum größten Teile — keineswegs ausschließlich — in die bronchopulmonalen Lymphknoten (in den Teilungswinkeln der Luftröhrenäste), denen die Bifurkationsdrüsen und die tracheobronchialen Gebilde (im Winkel zwischen Trachea und Hauptbronchien) angegliedert sind. Einzelheiten über Zahl und Lage dieser Lymphknoten sind hier ohne Belang und können bei *Bartels*<sup>4)</sup> nachgelesen werden. Wichtig und wenig bekannt ist aber nun der weitere Verlauf der Lymphgefäß, die aus diesen im Angulus tracheobronchialis gelegenen Knoten hervorgehen. Ihr Verlauf ist ein 4facher. 1. Einzelne Stämmchen gehen unmittelbar zum Truncus lymphaticus superior, in den sie sich kurz vor seiner Mündung in den Venenwinkel (rechts) bzw. in den Ductus thoracicus (links) einsenken. 2. Andere Stämmchen suchen zunächst eine SuprACLAVICULARDRÜSE auf, um von hier aus den Truncus zu erreichen. 3. Weitere Gefäße ziehen zu den im Winkel zwischen den VENAE ANONYMAE gelegenen oberen, vorderen Mittelfellknoten; von hier aus gehen sie teils zum Truncus, wobei Verbindungen zwischen rechts und links die Regel sind, teils zu den unteren Drüsen einer Kette, die

\*) Ich verzichte auf Wiedergabe der einzelnen Protokolle und berichte im folgenden über die Ergebnisse summarisch.

seitlich von der Trachea längs des Nervus recurrens aufsteigt. 4. Diese letzteren Knoten erhalten ebenfalls Lymphstämmchen aus den Tracheo-bronchialknoten, und zwar sind es nur die untersten Knoten dieser Kette. Am unteren Rande der Schilddrüse ist eine Ebene zu denken, die diese anatomisch in der Regel einheitlich betrachtete Kette in zwei funktionell verschiedene Gruppen scheidet: Die untere erhält Lymphe aus der Lunge, die obere nicht. Aus diesen unteren Lymphknoten der Recurrens-kette ziehen Lymphgefäß teils unmittelbar zum Truncus, teils auf dem Umweg über Supraclaviculardrüsen, die also ebenso wie die unteren Recurrensdrüsen auf zweierlei Wegen Lymphe aus der Lunge erhalten (vgl. meine Abbildung in Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. 184, Taf. I). Es gibt keine von den tracheobronchialen zu den oberen cervicalen und den axillären Lymphknoten oder in umgekehrter Rich-tung leitende Lymphgefäß. Dem haben *Boit* und *König<sup>9)</sup>* wider-sprochen. Sie spritzten Hunden 50—70 ccm (!) einer Trypanblau-lösung in die Achselhöhle und fanden bei der Tötung der Tiere media-stinale Lymphbahnen mit dem Farbstoff gefüllt. Sie schließen, daß beim Hunde und damit auch beim Menschen eine Lymphgefäßver-bindung zwischen Achselhöhle und Mediastinum erwiesen sei. Diese Schlußfolgerung ist nicht gerechtfertigt. Die Injektion einer derartig großen Flüssigkeitsmenge in die Achselhöhle schafft Bedingungen, die sich von den natürlichen allzuweit entfernen. Hier liegt ohne weiteres die Möglichkeit vor, daß bei der Injektion die Flüssigkeit rückläufig in mediastinale Lymphbahnen hineingepräßt wurde; hieraus Schlüsse auf die natürliche Lymphströmung zu ziehen, ist unzulässig. Noch unzulässiger ist die Übertragung auf den Menschen. Ein so gründlicher Kenner der tierischen Lymphgefäß wie *Baum<sup>5)</sup>* lehnt es ausdrücklich ab, Lymphgefäßbefunde bei einer Tierart auf die andere zu über-tragen, da überall die Verhältnisse verschieden sind; um so geringer ist die Berechtigung, von einer beliebigen Tierart auf das Lymph-gefäßsystem des Menschen zu schließen. Die Versuche von *Boit* und *König<sup>9)</sup>* geben daher keinen Anlaß, die übereinstimmenden und auf sachgemäße Einspritzungen begründeten Angaben der Anatomen über die menschlichen Lymphgefäß dieser Gegend abzuändern. Nur eine Lymphbahn führt aus dem Inneren des Brustkorbes zu den Achsellymph-knoten: *Most<sup>18)</sup>* konnte ein Lymphgefäß nachweisen, das vom Rippen-fell (nicht von der Lunge) zu den Lymphknoten der Achselhöhle zog.

Ein kleiner Teil der Lymphe aus Lungen und Lungenfell, und zwar aus den hintersten Abschnitten der Unterlappen, die bekanntlich mit ihrem medialen Rande am hinteren Mediastinum angeheftet sind, fließt nicht zu den bronchopulmonalen Lymphknoten, sondern teils zu solchen im hinteren Mittelfell, teils unmittelbar in den Ductus thoracicus, teils in Lymphknoten des Bauchraums. Diese Feststellungen verdanken

wir *Carl Franke*<sup>13)</sup>. Sie waren *Bartels*<sup>4)</sup> bei der Abfassung seiner Monographie noch nicht bekannt. Nur daß von der Pleura diaphragmatica Lymphgefäß in die Bauchhöhle ziehen, wußte man durch die Untersuchungen von *Küttner*<sup>15)</sup>. Zwar hatten *Tendeloc*<sup>22)</sup> und ich<sup>6)</sup> auf Grund pathologisch-anatomischer Befunde bereits das Vorhandensein zuleitender Lymphgefäß aus der Lunge zu abdominalen Lymphdrüsen vermutet. Mir war aber der Nachweis solcher Gefäß nichteglückt und zwar offenbar deswegen nicht, weil ich nur in *Lymphdrüsen* der Brusthöhle, nicht ins Lungengewebe selbst injiziert hatte. In zahlreichen Versuchen fand ich immer wieder, daß die Vasa efferentia thorakaler Drüsen nie in die Bauchhöhle gehen, sondern noch innerhalb der Brusthöhle (oder in und zwischen den Zwerchfellpfeilern) Anschluß an den Ductus thoracicus oder an die im vorderen Mediastinum verlaufenden Lymphstämme finden. Erst als *Franke*<sup>13)</sup> in die hinteren unteren Abschnitte der Lunge selbst injizierte, fand er feine Lymphgefäß, die neben dem Oesophagus das Zwerchfell durchbohrten und in Drüsen an oder hinter dem Pankreas einmündeten, und bewies damit den unmittelbaren Abfluß der Lymphe aus den genannten Lungenabschnitten in abdominale Drüsen. Weiter als in diese, am Truncus coeliacus gelegenen Drüsen, drang die Injektionsflüssigkeit in *Frankes* Versuchen nicht, und jeder, der sich mit solchen Injektionsversuchen beschäftigt hat, weiß aus Erfahrung, daß es bei sehr zarten Lymphgefäß nicht oder nur schwer gelingt, die Flüssigkeit durch die nächsten Drüsen hindurchzutreiben. In einer weiteren Arbeit suchte daher *Franke*<sup>12)</sup> durch Injektion dieser Drüsen an Kinderleichen festzustellen, wohin sie ihre Lymphe entleeren. Es füllten sich Lymphgefäß, die teils vor, teils hinter dem Pankreas, teils durch seine Substanz hindurch zu Drüsen an seinem unteren Rande zogen, teils zu lumbalen Drüsen bis fast an die Bifurkation der Aorta hinunter. „Nicht injiziert werden konnten die Drüsen des Magens, des Dünndarms und Dickdarms mit ihrem Mesenterium.“ Als diese Arbeit von *Franke*<sup>12)</sup> erschien, hatte ich durch Injektionen an Leichen Neugeborener schon längst genau die gleichen Feststellungen gemacht. Bei Inkjektion in die Drüsen am Truncus coeliacus füllten sich teils Gefäßchen, die unmittelbar zur Cisterna chyli zogen, teils solche, die vor oder hinter dem Pankreas vor oder neben der Aorta herab verliefen, manchmal bis nahe zur Bifurkation herunter; sie gingen dann teils im Bogen hinter der Aorta zur Cisterna chyli, teils senkten sie sich in lumbale Drüsen ein, von wo wieder manchmal Vasa efferentia zur Cisterna chyli verfolgt werden konnten. Auch ich sah hierbei *niemals* eine Injektion der Mesenterialdrüsen und der Drüsen an der kleinen Krümmung des Magens, ferner nicht der Drüsen am Hilus der Milz. Wohl ließen sich von den Gekröselymphknoten aus Lymphgefäß füllen, die in die-

selben Knoten mündeten, wie die soeben erwähnten Vasa efferentia der coeliacalen Drüsen (s. Abb. 1); aber nie umgekehrt Gekröseknoten von den coeliacalen oder lumbalen aus.

Kann man nun aus diesen Versuchsergebnissen schließen, daß die Lymphe aus den hinteren Teilen der Unterlappen normalerweise zum Teil in die beschriebenen Bauchlymphknoten abfließt? Drei Einwände sind möglich. Der erste ist wiederholt von Weleminsky<sup>14, 25)</sup> gemacht worden; er glaubt, daß „bei Injektionen von Farbstoffen unter hohem Druck stets die Gefahr vorliegt, gewaltsam neue Bahnen

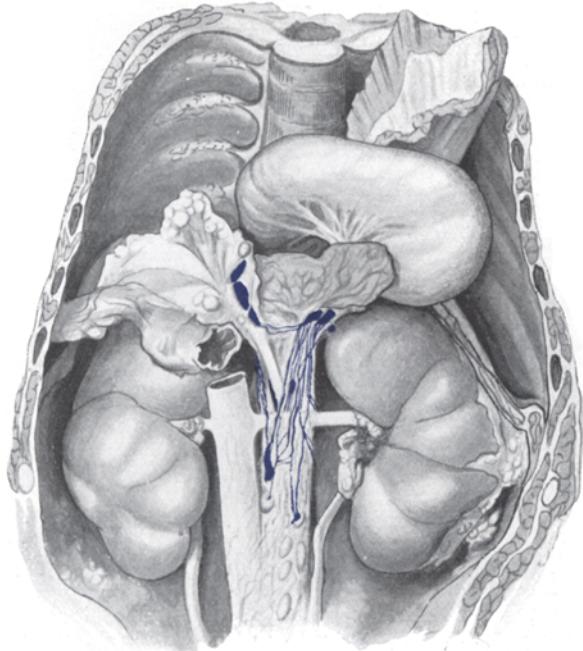


Abb. 1. Injektion in eine coeliacale Drüse und mehrere Gekröseknoten.

zu schaffen“. Diese Worte Weleminskys zeigen, daß er selber sich niemals mit Lymphgefäßinjektionen beschäftigt hat. Wer es je getan hat, kennt die zahlreichen Mißerfolge, die sich sofort dadurch kundgeben, daß die eingespritzte Flüssigkeit nach Art eines Blutextravasats sich diffus im Gewebe ausbreitet oder flächenhaft an Fascien, Sehnscheiden usw. entlang läuft, nie in Lymphknoten eintritt, sondern sie umhüllt. Ein solches Strömen der eingespritzten Flüssigkeit in künstlich eröffneten Bahnen ist also auf den ersten Blick von einer gelungenen Lymphgefäßinjektion zu unterscheiden, wo scharf gezeichnete, oft leicht varikose Linien aufschießen, die in Lymphknoten endigen und

sie mehr oder minder mit der Farbflüssigkeit erfüllen. Eine sachgemäß ausgeführte Lymphgefäßfüllung, wie sie von Anatomen hundertfach geübt ist, gibt uns also vollkommen zuverlässige Bilder, und es fragt sich nur, ob die Lymphgefäß, die wir von einer bestimmten Stelle aus füllen können, auch normalerweise von dieser Stelle aus mit Lymphe beschickt werden, oder ob wir etwa mit unserer Injektion Gefäß entgegen der natürlichen Stromrichtung gefüllt haben. Diesen Einwand haben *Franke*<sup>12)</sup> und ich<sup>6a)</sup> bereits uns selber gemacht und auf das bestimteste abgelehnt. Wir machten beide unabhängig voneinander immer wieder die Erfahrung, daß bei Einstich in einen Lymphknoten sich nie ein Vas afferens rückläufig füllt, selbst wenn man die Vasa efferentia abklemmt und unter einem gewissen Druck einspritzt. Entweder es platzt die Kapsel des überfüllten Lymphknotens oder es gibt die Dichtung der Spritzenkanüle nach, aber eine retrograde Lymphgefäßfüllung kommt nicht zustande. Die Klappen der Vasa efferentia schließen außerordentlich fest. Wir sind also ganz allgemein zu dem Schluß berechtigt, daß wir mit einer gelungenen Lymphgefäßinjektion von einer bestimmten Stelle aus die *normale Lymphstrombahn* darstellen. Nur *eine Ausnahme* konnten *Hart*<sup>14)</sup> und ich beobachteten: Wenn man in den Ductus thoracicus einspritzt, so füllen sich manchmal rückwärts einige Seitenäste, aber immer höchstens bis zur nächsten Lymphdrüse, nie über diese hinaus. So sah ich ebenso wie *Hart*<sup>14)</sup> bei Einspritzung in den Ductus thoracicus von Kinderleichen gelegentlich Füllung eines Knotens im Venenwinkel am Halse, *Hart* außerdem Füllung einiger hinterer mediastinaler und lumbaler Lymphknoten. *Hart* betont, daß dies Resultat nicht regelmäßig auftritt, worin ich ihm beistimmen kann. Die Klappen der größeren, in den Ductus thoracicus einmündenden Vasa efferentia schließen also weniger gut, jedenfalls beim Neugeborenen. Später scheint sich auch das zu ändern, denn *Hart*<sup>14)</sup> gibt an, daß die retrograde Füllung dieser Lymphdrüsen um so weniger eintrat, je älter das Individuum war. Gegen die Möglichkeit des Abfließens von Lymphe aus der Brust- in die Bauchhöhle sind endlich noch von verschiedenen Seiten theoretische Bedenken erhoben wegen des in der Bauchhöhle herrschenden höheren Druckes. Angesichts der fortwährenden Druckschwankungen bei der Atmung, bei körperlichen Anstrengungen (Valsalva) usw. und mit Rücksicht auf die Lymphgefäßklappen glaube ich diese Bedenken nicht hoch einschätzen zu sollen und verweise diesbezüglich auf die Ausführungen von *Tendeloo*<sup>22)</sup> und von *Küttner*<sup>15)</sup>, von denen der letztere der Ansicht ist, daß bei der Ausatmung die Lymphe ohne weiteres in die Bauchhöhle abströmen kann. Es sei ferner daran erinnert, daß nach den Untersuchungen von *Baum*<sup>5)</sup> auch beim Pferd und beim

Hund ein Teil der Lymphgefäß aus dem Brustkorb in Lymphknoten der Bauchhöhle einmündet.

Nachdem nunmehr die Abflußbahnen der Lungenlymphe so weit als heute möglich dargestellt sind, kommen wir zur Frage: Wo findet sich im Körper aus der Lunge verschleppter Kohlenstaub, und was können wir aus den Funden auf die Art seines Transportes schließen? Ich stütze mich auf die Untersuchung von 102 Leichen Erwachsener (die in meiner vorläufigen Mitteilung erwähnten 65 Leichen sind hierin eingeschlossen). Es wurden alle im vorstehenden genannten Lymphknotengruppen makroskopisch *in situ* präpariert und häufig auch noch die iliakalen und inneren inguinalen Knoten mit berücksichtigt. Mikroskopische Untersuchung (von jeder Gruppe 1—2 Drüsen, außerdem Milz und Leber) wurde nur da unterlassen, wo es sich um ganz grob erkennbare Anthrakose handelte. Die Untersuchung geschah an Gefrierschnitten mit und ohne Färbung. Das Mikroskop ließ manche scheinbare Anthrakose als pseudomelanotische, hämatogene Pigmentierung erkennen. Wo irgendein Zweifel an der Art des Pigments bestand, wurden ungefärbte Schnitte mit Ammoniak und mit Schwefelsäure behandelt. Am klarsten lagen die Verhältnisse an der oberen Brustkorböffnung. Hier folgte der Kohlenstaub genau dem beschriebenen Strom der Lymphe: Ich fand ihn in den tracheobronchialen, den vorderen oberen mediastinalen, oft auch den supraclavicularen und den unteren Knoten der Recurrensekette bis zum unteren Rand der Schilddrüse. Außerdem ist in den Achselymphknoten Kohle häufig nachgewiesen, aber immer nur, wenn pleuritische Verwachsungen bestanden [*Wieting*<sup>27)</sup>, *Prym*<sup>20)</sup>]. Hier ist die Verschleppung der Kohle durch die Verwachsungen hindurch in die Lymphgefäß der Brustwand und mit ihnen in die Achseldrüsen erfolgt; die Annahme einer Verschleppung entgegen dem Lymphstrom, wie sie von manchen Forschern gemacht wird, ist also überflüssig und gezwungen. Aber auch, wenn einmal Kohle in den Achselymphknoten ohne pleuritische Verwachsungen gefunden werden sollte — ich selbst habe es noch nicht gesehen — so braucht auch da nicht auf rückläufige Verschleppung geschlossen zu werden. In die Lunge eingeatmete Staubkörperchen können nach *Fleiners*<sup>11)</sup> Versuchen in die Pleurahöhle gelangen, und jeder pathologische Anatom wird bestätigen können, daß man gelegentlich unter der Pleura costalis und diaphragmatica Staubablagerungen sieht, ohne daß an den betr. Stellen Verwachsungen bestünden. Von der Pleura costalis führen aber, wie *Most*<sup>18)</sup> nachgewiesen hat, einzelne Lymphgefäß zu den Axillardrüsen. Ich habe ferner die übrigen Lymphknoten der Halsregion stets makroskopisch und wiederholt auch mikroskopisch auf das Vorhandensein von Kohlenstaub untersucht, in der Regel mit völlig negativem Erfolg. Nur in zwei Fällen fand ich sehr geringe Mengen Kohle in

je einer rechtsseitigen unteren Cervicaldrüse, die nicht zur Recurrenskette gehörte; beides waren Fälle mit schwerer, auch allgemeiner (hämatogen verbreiteter) Anthrakose. Ich kann nachträglich aus meinen Protokollen nicht mehr feststellen, ob es sich hier nicht doch um supraclavicular, also in den geraden Lymphweg von der Lunge zum Truncus lymphaticus eingeschaltete Knoten gehandelt hat. Es muß also die Möglichkeit offen bleiben, daß in diesen beiden Fällen eine retrograde Verschleppung von Kohle in je eine nicht zum Lungenlymphstrom gehörige Cervicaldrüse vorlag. In der erdrückenden Mehrzahl der Fälle aber — vielleicht immer — erfolgt die Verschleppung des Kohlenstaubes im Bereiche der oberen Brustkorboffnung mit dem normalen Lymphstrom. In der Literatur kehrt immer die irrite und auf Unkenntnis der Lymphgefäßanatomie beruhende Behauptung wieder, die supraclavikularen und die „cervicalen“ Drüsen (womit nur die so oft anthrakotischen untersten Drüsen der Recurrenskette gemeint sein können) erhielten ihr Kohlenpigment auf retrogradem Wege. Daran ist zum Teil, wie eingangs schon erwähnt, die herkömmliche anatomische Betrachtungsweise schuld. Die „cervicalen“ Lymphknoten z. B. werden von den normalen Anatomen wohl nach ihrer topographischen Lage, aber nicht oder nicht genügend nach ihren Quellgebieten unterschieden. Daß die untersten Knoten der Recurrenskette zum Lymphstromgebiet der Lunge gehören, die oberen, unmittelbar an sie anreichenden aber nicht, ist so gut wie unbekannt und hat schon zu einer Reihe irriger Schlußfolgerungen, besonders bezüglich des Ganges von Infektionen, Anlaß gegeben.

Das gleiche gilt mutatis mutandis auch von den Abflußbahnen der unteren Thoraxöffnung, wo die Dinge noch dadurch verwickelter werden, daß hier oft eine andere Art der Kohlenstaubverschleppung dazwischentrefft: die hämatogene. Betrachten wir zunächst diejenigen Fälle, in denen die letztere sicher ausgeschlossen werden kann. Hier findet man bei Erwachsenen mit einigermaßen ausgesprochener Anthrakose überaus häufig — etwa in 85% der untersuchten Fälle — makroskopisch oder mikroskopisch Kohle in einer oder mehreren Knoten an der Arteria coeliaca. In wenigen Fällen (etwa 6%) kam noch Anthrakose einer oder mehrerer Lymphknoten am oberen Rande des Pankreas oder einer lumbalen, meist in der Höhe der Nierengefäße gelegenen Drüse hinzu. Diese Knoten erhalten, wie oben dargelegt, ebenfalls auf geradem Wege Lymphe aus den hinteren, unteren Lungenteilen. Die gastrischen, lienalen, mesenterialen, inguinalen, iliakalen Lymphknoten waren in diesen Fällen (ohne hämatogene Verschleppung) stets frei von Kohle. Nur in den portalen fand ich 2 mal mikroskopisch sehr geringe Mengen von Kohlenstaub; solange nicht zuführende Lymphgefäße von den coeliacalen zu den portalen nachgewiesen sind — und das ist bisher nicht geschehen —, muß hier an eine rückläufige Verschleppung gedacht werden.

Etwas anders war der Befund, wenn außer auf dem Lymphwege auch auf dem Blutweg Kohle verschleppt worden war. Es waren dies sämtliche Fälle mit starker Lungenanthrakose. Ein makroskopisch sichtbarer Einbruch in ein Lungengefäß war nicht immer vorhanden und ist auch nicht erforderlich, zumal nach den Untersuchungen von *Arnold*<sup>2)</sup>, *Ohkubo*<sup>19)</sup> u. a., die jeder Pathologe aus eigener Erfahrung bestätigen kann, oft zahlreiche mikroskopische Einbrüche vorhanden sind, besonders bei Emphysem. Hämatogene Verschleppung der Kohle nahm ich in Übereinstimmung mit *Askanazy*<sup>3)</sup> dann an, wenn Kohlepigment in der Milz in der bekannten Anordnung vorhanden war. Dieser Befund ist für hämatogene Verschleppung von Kohle völlig beweisend; denn ein lymphogener Kohletransport in die Milz, der nur über die coeliacalen und pancreatico-lienalen Lymphknoten erfolgen könnte, kommt nicht vor. Ich müßte sonst im Laufe meiner zahlreichen Untersuchungen auch mindestens einmal einen Fall gefunden haben, wo das Pigment von den coeliacalen Knoten in abnehmender Menge über die pankreatischen bis zu den Lymphknoten am Milzhilus gereicht hätte, ohne in die Milz selbst einzutreten; einen solchen Fall habe ich nie gesehen. Im Gegenteil fand ich bei Vorhandensein von Kohlepigment in der Milz stets umgekehrt eine mehr oder minder ausgesprochene Abnahme der Schwärzung der pancreatico-lienalen Kette vom Milzhilus gegen den Pankreaskopf zu. Wenn es einen rückläufig lymphogenen Kohletransport in die Milz hinein gäbe, dann müßte ferner die Kohle doch auch einmal rückläufig in die mesenterialen und die iliakalen Lymphknoten hineingehen, was aber noch niemals beobachtet ist. Auch *Lubarsch*<sup>17)</sup> betont das regelmäßige Fehlen von Kohle in den Gekröselymphknoten, wiewohl er häufige lymphogene retrograde Verschleppung annimmt. Ist also die Milz anthrakotisch, so ist hämatogene Kohleverschleppung sicher. In diesen Fällen fand sich Kohle in den coeliacalen, den pancreatico-lienalen, den portalen und in mehreren lumbalen, bis nahe an die Aortengabelung herabreichenden Knoten. Die letzteren können ihre Kohle aus den coeliacalen Lymphknoten erhalten haben, wie aus dem normalen Verlauf der Lymphgefäß erhellte, teilweise aber wohl auch aus den vom Blut so reichlich durchströmten Nieren, die mehreren dieser Drüsen ebenfalls tributär sind. Daß die Nieren selbst trotz wiederholter eingehender Untersuchung niemals Kohle enthielten, spricht nicht dagegen; wie *Askanazys* Schülerin *Tydman*<sup>23)</sup> bemerkte, enthält sie ja auch niemals Malariapigment. Die lumbalen Lymphknoten sind in den Fällen mit hämatogener Ausbreitung der Kohle in der Regel stärker und zahlreicher anthrakotisch, als bei rein lymphogener Verschleppung. Das erklärt sich nicht nur daraus, daß sie zum Teil die Kohle auf 2 Wegen, lymphogen und hämatogen empfangen, sondern

auch dadurch, daß es sich hier meist um Fälle von sehr ausgeprägter Anthrakose handelt, in denen Kohle in größerer Menge als in den oben beschriebenen Fällen in die Bauchlymphknoten gelangt. Die Knoten am Milzhilus bekommen bei hämatogener Verschleppung ihre Kohle aus der Milz, die übrigen Knoten der pancreatico-lienalnen Kette teils eben-daher, teils — soweit sie den coeliacalen unmittelbar benachbart sind — auch aus diesen. Die Anthrakose der Leberpfortelymphknoten erklärt sich aus der bei hämatogener Anthrakose stets vorhandenen Beteiligung der Leber. Nun will ich freilich nicht unterlassen, zu bemerken, daß in 7 unter 24 makroskopisch und mikroskopisch untersuchten Fällen von Anthrakose der Milz und der genannten abdominalen Knoten wohl die portalen mikroskopisch sehr geringe Mengen Kohle enthielten, während in den untersuchten Schnitten aus der Leber keine Kohle nachgewiesen werden konnte. Es waren das lauter Fälle mit verhältnismäßig geringer allgemeiner Anthrakose, in denen auch die Milz nicht viel Kohle enthielt. In diesen Fällen an der hämatogenen Verschleppung der Kohle zu zweifeln, liegt kein Grund vor; die Anthrakose der Milz könnte, wie oben auseinandergesetzt, gar nicht anders erklärt werden. Die Befunde lassen sich einfach so deuten, daß in diesen Fällen längere Zeit vor dem Tode keine hämatogene Aussaat von Kohle mehr stattgefunden hat, und daß die Leber, die ja immer bedeutend weniger Kohle enthält als die Milz, sich der ohnehin geringen Menge rascher und vollständiger entledigen konnte, als die letztere. Im Hinblick auf die beiden vorhin mitgeteilten Fälle, wo sich auch bei hämatogen nicht nachweisbarer Verschleppung in den Lymphknoten der Leberpforte Spuren von Kohle fanden, könnte man auch hier wohl an eine rückläufige lymphogene Verschleppung denken; doch ist es ohne weiteres einleuchtend, daß die erstere Erklärung die bei weitem größere Wahrscheinlichkeit für sich hat.

In anderen als den hier genannten abdominalen Drüsen habe ich niemals Kohle gefunden. In den inneren inguinalen stieß ich in einigen Fällen auf geringe Mengen Steinstaub, was bei Leuten, die öfter kleine Verletzungen an schmutzigen Füßen haben, nicht weiter verwunderlich ist. Die Gekröseknoten fand ich aber stets von jeder Art Staub frei, wie ich in Übereinstimmung mit *Lubarsch*<sup>17)</sup> und *Christ*<sup>10)</sup> nochmals hervorheben möchte, auch bei einem Schleifer mit starker Anthrakose und bei einem Steinmetz mit schwerer Chalikose, dessen Lungen von *Arai*<sup>1)</sup> in diesem Archiv beschrieben sind. Von Lymphknoten der Brusthöhle, die bisher nicht erwähnt wurden, fand ich häufig die unteren vorderen mediastinalen (über dem Zwerchfell hinter dem Sternum gelegenen) anthrakotisch. Sie bekommen ihre Lymphe u. a. aus Zwerchfell- und Rippenpleura und enthalten stets Kohle beim Vorhandensein pleuritischer Verwachsungen an der Zwerchfellfläche und an den vorderen Abschnitten der Lunge. Ich habe sie nicht regelmäßig untersucht

und nicht genügend darauf geachtet, ob sie auch ohne solche Verwachsungen bei genügend starker Lungenanthrakose Kohle beherbergen können; doch ist das nach den für die Achsellymphknoten gemachten Darlegungen durchaus möglich. Das gleiche gilt für einige kleine Knoten in und hinter den Zwerchfellpfeilern, die zum Netz der Parietalpleura gehören (s. Abb. 2).

Nach den mitgeteilten Befunden wird also *auch im Bereich der unteren Brustkorboffnung die aus den Lungen stammende Kohle mit dem natürlichen Lymphstrom verschleppt*, wie er durch Injektion der die Lunge verlassenden Lymphgefäß darstellbar ist, und nur ganz ausnahmsweise rückläufig. Im ganzen waren demnach unter 102 makroskopisch und mit wenigen Ausnahmen auch mikroskopisch eingehend untersuchten Fällen nur 4, bei denen ein retrograder Transport der Kohle ernstlich in Betracht gezogen werden mußte. Zweimal handelte es sich um eine untere cervicale, 2 mal um eine portale Drüse. Allemal waren es also Lymphknoten, die durch ein kurzes Lymphgefäß mit einem kohleführenden Knoten in Verbindung standen, allemal war die Menge der in ihnen enthaltenen Kohle sehr gering. Danach kommt also eine rückläufige lymphogene Verschleppung des eingeatmeten Kohlenstaubes, von der in Lehrbüchern und Abhandlungen immer wieder mit Bezug auf den Gang von Infektionen die Rede ist, nur in sehr geringem Ausmaße vor. Es ist mir nicht verständlich, wenn Westenhöfer<sup>26)</sup> sagt:

„Ich stelle die Beobachtung am Sektionstisch über solche Experimente, die niemals die natürlichen Verhältnisse, wie sie beim gesunden und kranken Menschen existieren, wiedergeben können; und zwar gilt das besonders von den Injektionsversuchen der Lymphgefäß an Leichen.“ Wenn man am Sektionstisch die Herkunft des Kohlebefundes in einem Lymphknoten beurteilen will, so ist unerlässliche

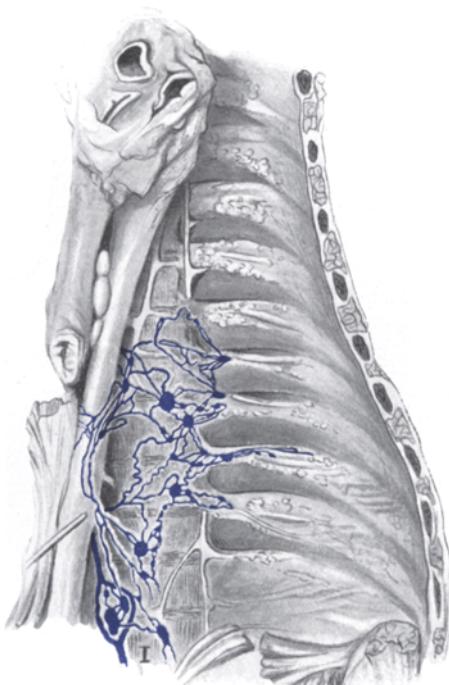


Abb. 2. Injektion in mehrere Intercostaldrüsen und ins untere Ende des Ductus thoracicus. Gefüllt u. a. mehrere kleine, hinter den Zwerchfellpfeilern vor dem ersten Lendenwirbel gelegene Drüsen.

Vorbedingung eine genaue Kenntnis der normalen Lymphgefäßanatomie; und die läßt sich auf keine andere Weise gewinnen als durch Injektionen am anatomischen Präparat mit nachfolgender Präparation. *Westenhöfer*<sup>26)</sup>, der diese Methode nicht anerkennt, kommt daher zu willkürlicher Konstruktion von Lymphbahnen, für deren Dasein er den Beweis schuldig bleibt, wie z. B. von solchen, die „Lymph aus den Organen der Bauchhöhle und dem retroperitonealen Gewebe herbeziehen und in die bronchialen und tracheobronchialen Lymphdrüsen ergössen“. Noch bedenklicher ist das von einigen Autoren geübte Verfahren, aus den Ergebnissen der Injektion von Farbstoffen und virulenten Bakterien beim lebenden Versuchstier auf den Verlauf von Lymphgefäßen zu schließen. Hat man es bei der Einspritzung von Farbstoffen ins lebende Gewebe schon nicht in der Hand, das Hineingelangen der Farbe ins Blut und damit eine hämatogene Verschleppung zu verhindern, so erst recht nicht bei pathogenen Bakterien\*). Solche hämatogenen Organherde, von denen aus wieder die regionären Lymphknoten infiziert wurden, haben schon zu verhängnisvollen, aber trotzdem immer wieder angeführten Trugschlüssen geführt. So sollen alle Lymphgefäß des Körpers miteinander in Verbindung stehen [*Weleminsky*<sup>24)</sup>], so daß eine Verschleppung kleinstster Teilchen (z. B. Krankheitskeimen) aus einer Körpergegend in die andere leicht möglich ist, oder die Stromrichtung in den Lymphbahnen soll überhaupt nicht fest bestimmt sein, sondern bald hierhin, bald dorthin gehen [*K. Ziegler*<sup>29, 30)</sup>]. Diese letztere Behauptung habe ich bereits an anderem Orte<sup>8)</sup> ausführlich widerlegt und möchte hier noch einmal ausdrücklich auf die von *Most*<sup>18)</sup>, *Franke*<sup>12)</sup> und mir<sup>6a)</sup> vielfach erprobte, nahezu völlige Unmöglichkeit verweisen, die Lymphgefäß entgegen der normalen Stromrichtung zu füllen; obwohl unsere Versuche bei einem Druck stattfanden, der bestimmt bedeutend höher war, als jemals während des Lebens, schlossen die Klappen (außer in wenigen großen Lymphstämmen bei Leichen Neugeborener) völlig dicht. Immer wieder wird diese Tatsache vergessen. So z. B. wundert sich *Wood*<sup>28)</sup>, daß ich trotz festgestellter „Verbindung“ der supraclavicularen mit den Cervicalknoten einerseits, den Tracheobronchialknoten andererseits sage, es gäbe keine zuführenden Lymphgefäß von den Cervical- zu den Bronchialknoten; aber auch ihm gelang eine Injektion in absteigender Richtung nicht.

Was den Zusammenhang aller Lymphgefäß des Körpers anbetrifft, so ist er nur ein beschränkter. Die Lymphcapillaren eines Organs bilden mehr oder minder enge Netze, aus denen sich mehrere Stämmchen in die regionären Lymphknoten einsenken. Diese dienen oft zugleich benach-

\*) Nach den Untersuchungen von *Löwenstein* (Wien. klin. Wochenschr. 1924, S. 863) sind subcutan eingespritzte Tuberkelbacillen schon nach 6 Stunden in der Milz nachweisbar.

barten Lymphgebieten als Abfluß, außerdem gehen die Vasa efferentia der Lymphknoten vielfach, wenn auch nicht immer, Anastomosen mit denen der Nachbarschaft ein. Der Zusammenhang der Lymphgefäßsysteme verschiedener Organe besteht also nur durch beiden gemeinsame regionäre Knoten bzw. Anastomosen der Vasa efferentia ihrer dicht benachbarten Regionärdrüsen.

Was lehren uns nun die Studien über die Ausbreitung der menschlichen Anthrakose bezüglich des *lymphogenen* Fortschreitens von Infektionen? Im Stadium der Latenz, d. h. also vor Auftreten manifester Erkrankungen, können die in die Lymphe gelangten Infektionserreger nur in der *normalen* Richtung des Lymphstroms verschleppt werden und höchstens ausnahmsweise ein kurzes Stück rückwärts, etwa bis in einen dem betr. normalen Lymphstrom dicht benachbarten Lymphknoten. Erst wenn bereits erhebliche Lymphknotenveränderungen eingetreten sind, die den Lymphstrom in ihren Vasa efferentia zur Stagnation zwingen, so kann die Infektion durch rückläufiges Wachstum der Keime ohne weiteres entgegen dem normalen Lymphstrom weiterschreiten. Kommt das nun in Wirklichkeit häufig vor? Die Richtung einer lymphogenen Ausbreitung läßt sich ohne weiteres daran erkennen, daß die betr. Knotenkette (nicht ihrer topographischen, sondern ihrer funktionellen Zusammengehörigkeit nach) Schritt für Schritt in abnehmender Stärke erkrankt ist. Bei bösartigen Geschwülsten kann man in einem großen Material überaus häufig solch rückläufiges Fortschreiten beobachten, was leicht erklärliech ist, weil die Geschwülste die befallenen Lymphknoten alsbald völlig verlegen und nun sowohl in den Vasa efferentia wie auch afferentia weiterwachsen. Sie benutzen aber bekanntlich nicht nur die (Blut- und) Lymphbahn, sondern wachsen auch gern infiltrierend im Bindegewebe, so daß sie leicht aus einem Lymphgebiet in ein anderes hinübergelangen. Man muß sich also davor hüten, aus den Lymphmetastasen bösartiger Geschwülste auf den Verlauf von Lymphgefäß en schließen zu wollen, wie das schon geschehen ist. Ganz anders sind aber die Befunde bei Infektionskrankheiten. Speziell bei der Tuberkulose habe ich jahrelang darauf geachtet und keinen einzigen Fall gesehen, wo ich Fortschreiten der Infektion entgegen dem normalen Lymphstrom hätte annehmen müssen. Es ist das ein Beweis mehr dafür, daß der Lymphstrom sich unter normalen Verhältnissen nicht (oder höchstens vorübergehend auf kurze Strecken) umkehrt. Daß es auch bei völliger Verkäsung von Lymphknoten nicht zur Umkehr des Stromes kommt, dürfte daran liegen, daß die Undurchgängigkeit der Knoten infolge von Verkäsung nur sehr langsam eintritt, so daß zur Ausbildung von Kollateralen Zeit bleibt. Ich möchte nicht unterlassen zu bemerken, daß für solehe Studien über lymphogene Ausbreitung der Tuberkulose nur Fälle der Primärperiode

in Betracht kommen und nur solche, in denen noch nicht eine hämatogene Ausbreitung das Bild verwischt hat. Bei akuten lokalen Infektionskrankheiten habe ich ebensowenig bisher sicheres retrogrades lymphogenes Fortschreiten beobachtet; doch stand mir am Leichentisch hiervon weit weniger Material zur Verfügung als von Tuberkulose. Daß bei akuten Infektionskrankheiten eine Ausbreitung entgegen dem normalen Lymphstrom gelegentlich vorkommt, ist sicher. So z. B. hat *Löhlein*<sup>16)</sup> 2 Fälle beschrieben, in denen eitrige Peritonitis durch rückläufiges Fortschreiten der Infektion im thrombosierten Ductus thoracicus zustande kam; auch hat *v. Szily*<sup>21)</sup> nunmehr mit voller Sicherheit nachgewiesen, daß die sympathische Ophthalmie durch retrograde lymphogene Ausbreitung entlang der Opticusscheide entsteht. Hier sind weitere Untersuchungen erwünscht. Soviel glaube ich aber an der Hand der Staubverschleppung im menschlichen Körper gezeigt zu haben, daß der Lymphstrom unter normalen Verhältnissen so gut wie überall eine fest bestimmte Richtung hat, und daß daher die Möglichkeit zur Ausbreitung von Infektionen entgegen diesem Lymphstrom nicht ohne weiteres gegeben ist. Die von manchen Seiten immer wieder geäußerte Ansicht von der Häufigkeit lymphogener rückläufiger Infektionen dürfte ganz erheblich einzuschränken sein.

#### Literaturverzeichnis.

- <sup>1)</sup> *Arai*, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **228**, 510. — <sup>2)</sup> *Arnold*, Untersuchungen über Staubinhalaition und Staubmetastase. Leipzig 1885. —
- <sup>3)</sup> *Askanazy*, Zur Staubverschleppung und Staubreinigung in den Geweben. Zentralbl. f. allg. Pathol. u. pathol. Anat. 1906, S. 642. — <sup>4)</sup> *Bartels*, Das Lymphgefäßsystem. (Im Bardeleben'schen Handbuch der Anatomie des Menschen.) Jena 1909. — <sup>5)</sup> *Baum*, Sitzungsbericht, Klin. Wochenschr. 1924, S. 812. —
- <sup>6)</sup> *Beitzke*, Verhandl. d. Dtsch. Pathol. Ges. **12**, 237. — <sup>6a)</sup> *Beitzke*, Berl. klin. Wochenschr. 1907, S. 31. — <sup>7)</sup> *Beitzke*, Zeitschr. f. Tuberkul. **37**, 401. — <sup>8)</sup> *Beitzke* und *Breidenbach*, Zeitschr. f. d. ges. exp. Med. **33**, 368. — <sup>9)</sup> *Boit* und *König*, Bruns' Beitr. z. klin. Chirurg. **118**, 728. — <sup>10)</sup> *Christ*, Frankfurt. Zeitschr. f. Pathol. **29**, 398. — <sup>11)</sup> *Fleiner*, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **112**, 97. —
- <sup>12)</sup> *Franke*, Beitr. z. pathol. Anat. u. z. allg. Pathol. **54**, 614. — <sup>13)</sup> *Franke*, Dtsch. Zeitschr. f. Chirurg. **119**, 107. — <sup>14)</sup> *Hart*, Münch. med. Wochenschr. 1908, 1577. — <sup>15)</sup> *Küttner*, Bruns' Beitr. z. klin. Chirurg. **40**, 136. — <sup>16)</sup> *Löhlein*, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **177**, 299. — <sup>17)</sup> *Lubarsch*, Allgemeine Pathologie. Wiesbaden 1905, S. 281. — <sup>18)</sup> *Most*, Untersuchungen über die Lymphbahnen an der oberen Thoraxapertur und am Brustkorb. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt. 1908, S. I. — <sup>19)</sup> *Ohkubo*, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **191**, 1. —
- <sup>20)</sup> *Prym*, Frankfurt. Zeitschr. f. Pathol. **18**, 66. — <sup>21)</sup> *v. Szily*, Sitzungsbericht, Klin. Wochenschr. 1924, S. 1601. — <sup>22)</sup> *Tendeloo*, Münch. med. Wochenschr. 1904, S. 1537. — <sup>23)</sup> *Tyndall*, Inaug.-Diss. Genf 1907. — <sup>24)</sup> *Weleminsky*, Berl. klin. Wochenschr. 1905, S. 37. — <sup>25)</sup> *Weleminsky*, Ebenda 1907, S. 272. — <sup>26)</sup> *Westenhöfer*, Berl. klin. Wochenschr. 1913, S. 1607. — <sup>27)</sup> *Wieting*, Zentralbl. f. Chirurg. 1914, S. 628. — <sup>28)</sup> *Wood*, 4. ann. report Henry Phipps Institute, S. 163. — <sup>29)</sup> *Ziegler*, Zeitschr. f. d. ges. exp. Med. **24**, 223. — <sup>30)</sup> *Ziegler*, Ebenda, S. 242.