

(Aus dem Pathologischen Institut der Universität Berlin
[Direktor: Prof. Dr. R. Rössle].)

Länge und Richtung der Pleuraverwachsungen und ihre Bedeutung für die Frage der Lungenbewegung¹.

Von

Med. Prakt. Hubert Stephani.

Mit 6 Abbildungen im Text.

(Eingegangen am 20. August 1935.)

Erfolge und Fortschritte der Chirurgie und der Röntgenologie des Thorax und der intrathorakalen Organe haben in den letzten 30 Jahren erneut in immer steigendem Maße dazu angeregt, das Augenmerk auf die lange Zeit etwas vernachlässigt gewesene Erforschung und Kenntnis der normalen Physiologie und funktionellen Pathologie des Thorax und der in ihm eingeschlossenen Organe zu richten. In diesem Rahmen hat die Beschäftigung mit Fragen der Atmung immer wieder von neuem gezeigt, wie viele von diesen noch der Beantwortung harren. Pathologie, Röntgenologie und Klinik arbeiten heute Hand in Hand, die Fragen zu klären.

Die zuerst 1911 von *Jakobäus*, dann im Verlauf der Zeit von immer mehr Phthisiologen und Klinikern getätigte Durchbrennung pleuritischer Verwachsungen zur Steigerung des therapeutischen Effektes des Pneumothorax führte zu eingehenderen Studien über Pleuraverwachsungen überhaupt.

Die Vorbedingung der Entstehung von Brustfellverwachsungen ist die Entzündung der Pleura. Sie tritt auf als regelrechte selbständige, mehr oder weniger ausgedehnte Pleuritis oder als perifokale Entzündung, ausgehend von einem intrapulmonalen Herde. Nicht jede Pleuritis braucht zur Verklebung der Pleurablätter und anschließend daran durch Organisation zur Verwachsung dieser zu führen, sondern durch Resorption des Exsudates kann es zur vollkommenen Heilung kommen. Wahrscheinlich in der Mehrzahl der Fälle werden jedoch fibrinöse Exsudatmassen durch Granulationsgewebe ersetzt. Wie häufig es zu diesem Ausgang kommt, können wir am besten durch Beobachtungen an einem größeren Sektionsmaterial verfolgen. Die Ansichten über die Häufigkeit von Pleuraadhäsionen sind in der Literatur geteilt. Einige wollen Verwachsungen zwischen den Pleurablättern bei keiner Sektion vermissen, andere finden sie nur bei 32% der Fälle. Nach *Koopmann* waren an einem größeren Leichenmaterial bei 19,5% totale, bei 26,7% flächenhafte und bei 15,1% strangförmige Pleuraverwachsung festzustellen.

¹ Dissertation der Medizinischen Fakultät der Universität Berlin.

Die tuberkulösen Veränderungen der Pleura können wir heute in vivo bei Pneumothoraxträgern mit Hilfe der Thorakoskopie gut verfolgen. Die tuberkulösen Pleuritiden und ihre Folgeerscheinungen fanden daher in den Reihen der Phthisiologen, die sich mit der Thorakoskopie und Kaustik befaßten, erklärlicher Weise eingehende Beobachter und Beschreiber. Ich nenne nur die Namen *Diehl, Kremer, Maurer, Unverricht*.

Bei der tuberkulösen Pleuritis wird das Auftreten von Tuberkeln von lebhaften entzündlichen Erscheinungen, Exsudation und Gewebswucherung begleitet. Menge und Beschaffenheit des Exsudates können sehr verschieden sein. Das Exsudat ist bald serös, bald serofibrinös und seltener hämorrhagisch. Die tuberkulöse Pleuritis ist entweder eine Folge einer bestehenden fortschreitenden Tuberkulose der Lungen, oder sie tritt als selbständige Organerkrankung auf. Die zweite Verlaufsart ist die häufigere. Die Fibrinauflagerungen führen auch hier zu Verklebungen der Pleurablätter. Hier und da gehen die Fibrinmassen auch in Verkäsung über. Bei den umschriebenen Entzündungen infolge direkten Übergreifens der Tuberkulose auf die Pleura oder infolge einer kollateralen Entzündung kommt es zu auffällig geringer Exsudatbildung. Meist entstehen nur umschriebene Fibrinauflagerungen.

Die Heilungsvorgänge bei den diffusen Pleuritiden haben für die vorliegende Frage ein geringeres Interesse, als die bei den umschriebenen Entzündungen der Pleura. Durch diese entstehen entweder umschriebene weißliche Verdickungen der Pleura, die sog. Schwielen, oder aber umschriebene Verwachsungen. Dies geschieht dadurch, daß gefäßreiches Granulationsgewebe in die fibrinösen Massen hineinwächst, durch die gegenüberliegende Flächen der Pleura verklebt werden. Zellmassen und Gefäße, die sich in breiter Front oder zuweilen auch nur auf schmalen Brücken von hüben und drüben entgegenkommen, verwachsen miteinander, so daß nun die mehr und mehr zum Schwund gelangende fibrinöse Verklebung durch zusammenhängende organisierte Masse ersetzt wird. Die Oberfläche des Granulationsgewebes wird mit einer Deckzellige bedeckt.

Entsprechend der verschiedenen Art, Intensität und Ausdehnung des Entzündungsprozesses kommen so in bezug auf den Aufbau der Verwachsungen zahlreiche graduelle Unterschiede zustande. Es braucht nicht immer eine zusammenhängende feste Granulationsschicht zu entstehen, die später in eine feste derbe Membran übergeht. Vielmehr können Lücken im Fibrin auftreten oder Hohlräume zwischen der alten serösen Haut und dem neugebildeten Gewebe sich bilden, oder in letzterem verbleiben. Ist das Bindegewebe noch jung, so ist es gut durchblutet, und so erscheinen die Adhäsionen für gewöhnlich als weiche, lockere hyperämische Gebilde. Je älter das Granulationsgewebe wird, desto mehr treten die cellulären Elemente und die Gefäße zurück. Die Verwachsungen werden blasser. Durch Verkürzung der Fibrillen schrumpft und verhärtet sich das Gewebe. Es wird Narbengewebe. Der innere Aufbau der Verwachsungen ist so einerseits abhängig von dem Verlauf des

reparativen Heilungsprozesses und andererseits vom Alter der Strangbildungen. Endlich dürfte auch die Art und Intensität der den entzündlichen Prozeß hervorrufenden Schädlichkeit von Einfluß sein.

Aschoff gibt in seiner pathologisch-anatomischen Studie „Über gewisse Gesetzmäßigkeiten der Pleuraverwachsungen“, in der er seine reichen Erfahrungen, durch Beobachtungen an Kriegssektionen ergänzt, veröffentlicht, interessante Fingerzeige hinsichtlich der Gesetzmäßigkeit der Lokalisation von Pleuraverwachsungen. Nach ihm spielen Aspiration, Retention und Deszension des Exsudates in den Pleuraräumen ähnlich wie in der Bauchhöhle eine wichtige Rolle bei der Entstehung der Verwachsungen. Die Aspiration tritt bei inspiratorischen Bewegungen an den zugeschärften Rändern der Lungenlappen, besonders der Unterlappen auf. Auch streifenförmige, dem Rippenverlaufe folgende zarte Fibrinzeichnungen der vorderen und seitlichen Lungenflächen werden durch die aspiratorische Wirkung der Interkostalmuskulatur erklärt. Bis zu einem gewissen Grade mag dieses aspiratorische Moment auch für die Kuppenräume der Pleura gelten, die den beiden subphrenischen Kuppenräumen vergleichbar sind. Jedoch soll hier in den Kuppen die Häufigkeit lokaler phthisischer Prozesse und die relative Ruhe bei der Ansammlung von Exsudat die größere Rolle spielen. Eine Retention der Exsudate findet sich vor allem bei Ausschwitzungen zwischen den Lappen und in den verschiedenen Winkeln des Pleuraraumes. Das Absinken der Ergüsse in die hinteren Abschnitte des Brustfellsackes beim Liegenden, in die hinteren unteren beim aufgerichteten Kranken ist allgemein bekannt. Wichtig aber ist, darauf weist *Aschoff* ausdrücklich hin, daß die Wandungen des Sinus phrenicocostalis durch den in der Bauchhöhle herrschenden Druck, der stets größer ist als der im Cavum pleurae, aneinander gepreßt werden und ein Tiefertreten in den Sinus nur bei einem größeren Exsudat möglich ist. Der hydrostatische Druck der Flüssigkeitssäule, korrigiert um den in der Brusthöhle herrschenden negativen oder positiven Druck, ist hierbei ausschlaggebend. Selbstverständlich gibt es auch rein lokale Entzündungen im Sinus, bei denen das Cavum unberührt bleibt.

Das an Ort und Stelle entstandene oder durch Aspiration, Retention und Deszension verschleppte Exsudat bedarf, damit Verwachsungen entstehen, noch eines weiteren unterstützenden Momentes. Das ist die Ruhe des erkrankten Organes. Daß bei Entzündungen im Bereiche des Brustfellraumes eine Einschränkung, ja bisweilen vollkommene Aufhebung der respiratorischen Bewegungen von Brustkorb und Zwerchfell bestehen, ist auf Grund von klinischen und röntgenologischen Untersuchungen bereits lange bekannt. Dasselbe kennen wir bei pneumonisch-pleuritischen Reizungen und ist für die Phthise von vielen Autoren immer wieder beschrieben worden. Bei der akuten Pleuritis, die immer mit starker Schmerzhaftigkeit einhergeht, ist eine solche reflektorische Stilllegung der respiratorischen Bewegungen von Rippen und Zwerchfell leicht erklärlich. Auf Grund der Messungen und Beobachtungen, wie sie von *Rohrer* mitgeteilt wurden, ist die Ausatmungslage beim Lebenden gleichzeitig die Ruhelage für die Atemmuskulatur und dabei der Brustkorb ohne Spannung. Beobachtungen am Krankenbette zeigen, daß die erkrankte Thoraxhälfte, sofern kein größeres Exsudat besteht, gegenüber der gesunden oft flacher oder eingesunken erscheint, die Atmungsbewegungen der Rippen entweder ganz aufgehoben oder nur angedeutet oder sehr

abgeschwächt vorhanden sind. Auch der Versuch einer tiefen Inspiration ruft auf der erkrankten Seite nur geringe, auf der gesunden Seite jedoch meist eine um so stärkere Bewegung hervor. Ein ähnliches Verhalten läßt sich für das Zwerchfell feststellen. Wir dürfen also für die überwiegende Mehrzahl der Fälle, auch wenn wir wissen, daß dies nicht immer so ist, annehmen, daß der Thorax während der Erkrankung und im Beginn der Bildung von pleuritischen Verwachsungen in einer Stellung mittlerer Expiration verharrt. Für die Lunge dürfen wir diese normale Ruhelage nur dann nicht als gegeben betrachten, wenn es zu einem großen verdrängenden Exsudat kommt. Ein solches ist aber meist Folge diffuser, ausgedehnter entzündlicher Erscheinungen und führt dann wohl zu ausgedehnten flächenhaften oder den Pleurasack obliterierenden Verwachsungen. Zu der Annahme, daß sich die beiden Pleurablätter im Beginn der Verwachsungsentstehung in Ausatemungslage gegenüberstehen, berechtigen uns ferner die von uns erhobenen, weiter unten beschriebenen Befunde der Stranglagerung im uneröffneten Pleurasack. Daß nun Verwachsungen unter diesen Umständen an beiden Pleurablättern in gleicher oder nahezu gleicher Höhe, also im Verlaufe einer Rippe oder des Übergangs zum Zwischenrippenraum oder im Verlauf der Lappengrenze entstehen, ist wohl zweifellos. Erst die spätere dauernde aktive Tätigkeit der Rippen und des Zwerchfelles und passive Bewegung der Lunge veranlassen die Dehnung dieser Verwachsungen. Wir müssen hier, schreibt *Aschoff*, wohl ein ähnliches Verhalten annehmen, wie bei den peritonealen Verwachsungen. Sind diese sehr umfangreich und derb, so kann sich der Darm aus dieser Umstrickung nicht mehr lösen, weil seine volle peristaltische Kraft nicht zur Auswirkung gelangen kann. So kann auch die Lunge ihre Verwachsungen um so schwerer dehnen und schließlich sprengen, je umfangreicher diese sind, weil die respiratorischen Bewegungen immer mehr eingeengt werden. Wie aber ein Wurmfortsatz von seiner appendicitischen Hülle unter Mithilfe des bewegten Darmes ganz gelöst werden kann, so daß kaum Spuren derselben zurückbleiben, so kann bei genügend erhaltener respiratorischer Verschiebungsmöglichkeit auch die pleuritische Verwachsung zu ganz durchsichtigen Bändchen ausgezerrt und schließlich durch Zerrungsatrophie zum Schwund gebracht werden.

Dementsprechend sind auch die Bilder, die wir von den Pleuraverwachsungen an der Leiche erhalten, äußerst mannigfacher Natur.

Wir teilen die Verwachsungen der Pleura nach ihrem Grade ein: in die völlige Verwachsung, *Obliteratio pleurae*, in die flächenhaften und in die band- und strangartigen Verwachsungen.

Der Lokalisation nach unterscheiden wir:

1. Verwachsungen zwischen Lunge und Brustwand (Rippenanteil, Zwerchfell, Mediastinum).

2. Verwachsungen zwischen den einzelnen Lungenlappen.

3. Verwachsungen zwischen einzelnen Abschnitten der Brusthöhlenwand untereinander.

Wie bereits erwähnt, kommen Pleuraverwachsungen von mannigfaltigsten Formen und in verschiedenster Ausdehnung an allen nur möglichen Abschnitten des Pleurasackes vor. Und doch findet man unter den unbegrenzten Variationen, wie *Aschoff* in der bereits erwähnten Abhandlung beschreibt, gewisse Gesetzmäßigkeiten.

Pleura pulmonalis und Pleura costalis findet der Pathologe am häufigsten verwachsen, und zwar flächenhaft im Spitzen- bzw. bis zum Obergeschoß reichend, im Ober- und Mittelgeschoß bis zur 5. Rippe und schließlich bei noch weiterer Ausdehnung, aber auch allein vorkommend, als flächenhafte paravertebrale Verwachsung. An der Lungenbasis gibt es die flächenhafte Zwerchfellverwachsung, diese allein oder aufsteigend und in Verbindung mit paravertebralen Adhäsionen. Alle diese Verwachsungen können auch in fließenden Übergängen kleinflächenhaft, membranös, band- oder strangförmig sein. Im Lungenobergeschoß sind charakteristisch die über älteren phthisischen Herdnarben zerstreut sich findenden band- oder strangförmigen Obergeschoßverwachsungen. Die Verwachsungen in den vorderen und seitlichen Partien des Lungenmittelgeschosses, die sich auch auf das Untergeschoß ausdehnen können, zeigen mitunter deutliche reihenförmige Anordnung und folgen den Rippen bzw. den Zwischenrippenräumen. Ihr Ansatz ist, wie ich feststellen konnte, häufiger am unteren Rande der Rippen. In den Lappengrenzgebieten sind diese Verwachsungen häufiger kombiniert mit zeltdachartigen Lappengrenzverwachsungen. Die Verwachsungen des unteren Lungenrandes mit der Pleura diaphragmatica können bald mehr strangförmig, bald mehr membranartig, sein. Sie trennen mitunter, wenn sie basal ringförmig angeordnet und mit costalen Verwachsungen in gleicher Höhe vergesellschaftet sind, den Sinus phrenicocostalis vollkommen vom übrigen Cavum pleurae. Bei dieser eigenartigen Form der Okklusion des Sinus kann der so abgeschlossene Raum ganz frei von Verwachsungen sein. Diese Fälle stehen im Gegensatz zu jenen, wo wir nur die Sinus verwachsen, obliteriert, finden, ohne daß das Cavum pleurae Adhäsionen aufweist. Die Verwachsungen zwischen den Lungenlappen sind bald mehr membranartig und gehen mehr in die Tiefe, bald mehr strangförmig, sitzen am vorderen Rande der Lungenlappen und bilden oft spinnwebartige zarte Häutchen. Mitunter sind nur noch Spuren solcher Verwachsungen an den vorderen Rändern der Lungenlappen in Form von feinzottigen oder grobzottigen Auswüchsen zu finden.

Die Beobachtung gewisser Gesetzmäßigkeiten in der Länge strangförmiger Pleuraadhäsionen, die angesichts des oben von dem Mechanismus der Adhäsionsentstehung Gesagten leicht erklärlich sein dürften, gaben Herrn Prof. *Rößle* den Anlaß, mich mit der vorliegenden Arbeit zu betrauen.

Für uns sind von Interesse nur die strangförmigen Verwachsungen. Sie geben uns Aufschluß über die seit ihrem Entstehen von den Motoren der Atmung geleistete Arbeit und die durch diese Arbeit zustande kommende rhythmische Verschiebung der beiden Pleurablätter gegeneinander. Wie gewaltig der Zug ist, den die Adhäsionen auf das Gewebe mitunter ausüben, läßt sich daraus ersehen, daß selbst ganz dünne fadenförmige Verwachsungen das Lungengewebe in den unteren Abschnitten der Lunge bis zu 1 cm und mehr zipfel- oder strangförmig ausziehen können.

Die strangförmigen Adhäsionen sind umschriebene, in ihrem Querschnitt teils runde, teils strichförmig längliche oder längsovale Bildungen. Ihre Dicke schwankt in breiten Grenzen. Sie können zwirnsfadendünn bis über daumendick sein.

Ich möchte die strangartigen Pleuraverwachsungen dem Kaliber nach einteilen in die band- und membranartigen, in die strangförmigen im engeren Sinne und die fadenförmigen Verwachsungen.

Was in der Thorakoskopie als Strang bezeichnet wird, ist sehr oft sekundärer Natur. Es sind Gebilde, die erst mit der Zeit nach Anlegung eines Pneumothorax, nach Kollabieren der Lunge aus mehr oder minder ausgedehnten flächenhaften Pleurasynechien hervorgegangen sind. Diese „Stränge“ zeigen dann meist eine ausgeprägte Sanduhrform. Oder es sind Verwachsungen, die erst bei bereits bestehendem Pneumothorax entstanden sind. Diese Formen können den von uns untersuchten weder in bezug auf ihre Länge noch sonst an die Seite gestellt werden.

Der leitende Gedanke der vorliegenden Untersuchung war der, daß die Kraft der sich bewegenden Atmungsorgane (Lungenlappen, Brustwand, Zwerchfell und Mittelfell) während der Entstehung strangförmiger Verwachsungen genügt, um diesen das Ausmaß ihrer Bewegung aufzuzwingen, so daß die endgültige Form der zarten Verwachsungen die bei der Atmung individuell und örtlich wechselnden Verschiebungen widerspiegelt.

Uns werden deshalb gerade die feinsten und dünnsten Verwachsungen ein getreues Abbild sein von der Bewegung der Lunge im Brustkorb; denn sie beeinflussen das freie Spiel der Lunge, des Thorax und des Zwerchfelles am allerwenigsten. Wir müssen annehmen, daß sie sich, sofern sie nicht zu dicht stehen, den Atmungsausschlägen der beiden Pleurablätter gegeneinander so angepaßt haben, daß sie für die Verschieblichkeit des Lungenfelles gegen die parietale Pleura kein oder fast kein Hindernis mehr bedeuten. Zu dieser Annahme berechtigen uns fernerhin auch die Angaben der Forscher, die sich mit der Röntgenkymographie der Thoraxorgane befassen. Nach *von der Weth* dürften dünne strangförmige Verwachsungen im röntgenkymographischen Bilde vor der Anlegung eines Pneumothorax keine Symptome machen. Übrigens können oft auch ausgedehnte Rippenfellverwachsungen durch klinisch-physikalische Untersuchung allein nicht erkannt werden. Andererseits

bestehen auch trotz negativen Röntgenbefundes zuweilen recht ausgedehnte Synechien. Die im kymographischen Röntgenbilde festzustellenden Störungen der Atmungsausschläge sind, sofern es sich überhaupt um Pleuraverwachsungen als Ursache handelt, auf massivere und ausgedehntere Synechien zwischen den Pleurablättern zurückzuführen. Wir sehen jedoch sehr oft an der Leiche, daß auch flächenhafte Verwachsungen die beiden Pleurablätter nicht eng aneinander fixieren, sondern daß auch weit ausgedehnte, flächenhafte, lockere Adhäsionen für eine ausgiebige Bewegung zwischen Lunge und Pleura paritalis einen großen Spielraum lassen.

Das mir für meine Beobachtungen zugängliche Material war das Gesamtsektionsgut Erwachsener des Pathologischen Institutes der Charité von etwa 335 Leichen in einem Zeitraum von 5 Monaten.

Davon wurden 190 Fälle untersucht. In Frage kamen nur Leichen mit normalen, nicht verunstalteten Brustkörben. Von diesen 190 erwiesen sich für meine Beobachtungen geeignet 67 Fälle, 34 männlich, 33 weiblich. Bei 31 ließen sich rein strangförmige Pleuraverwachsungen, bei 36 aber strangförmige Adhäsionen, kombiniert mit meist wenig ausgedehnten flächenhaften, nachweisen. Bei 26 Leichen waren zur Messung geeignete Verwachsungen auf beiden Seiten. Weitere 24 zeigten beidseitig Verwachsungen, strangförmig meßbare jedoch nur auf einer Seite, und zwar 11mal rechts, 13mal links. In 16 Fällen fanden wir Verwachsungen nur auf einer Seite, rechts 10mal, links 6mal. So sind insgesamt 47mal rechts und 45mal links meßbare Verwachsungen beobachtet worden. Aus diesen Zahlen sowohl als auch aus der später angegebenen Anzahl der gemessenen Stränge geht hervor, daß, wie bereits mehrfach in der Literatur beschrieben, die rechte Seite von Verwachsungen bevorzugt wird.

Im ganzen sind 526 einzelne strangförmige Adhäsionen, davon 157 rein strangförmige und 369 strangförmige kombiniert mit flächenhaften zur Messung gelangt.

19 Fälle befanden sich in einem Alter unter 50 Jahren, 10 unter 40 Jahren und 3 Fälle unter 30 Jahren. Die weitaus überwiegende Mehrzahl stand also in hohem Alter. Zu diesen in fortlaufender Reihe beobachteten 67 Fällen gesellten sich späterhin 11 weitere gelegentlich beobachtete Fälle mit strangförmigen Interlobäradhäsionen, die in meine Angaben über die örtliche Häufigkeit nicht miteinbezogen sind.

Als Todesursachen spielten alle nur möglichen Erkrankungen eine Rolle. In 5 Fällen wurden tuberkulöse Prozesse der Lungen festgestellt, wovon 2 Fälle generalisierte miliare Tuberkulose, 1 Fall eine chronisch-kavernöse Tuberkulose und 2 weitere alte geschrumpfte Einzelkavernen, mehr als Nebenfund, zeigten. Trotzdem müssen wir annehmen, daß ein viel größerer Prozentsatz unserer Fälle die Verwachsungen der Pleura als Folge tuberkulöser Vorgänge in den Lungen erworben hat. Sehr häufig fanden wir alte schieferig indurierte, phthisische Herdnarben der Lungen unter den Verwachsungen, besonders im Bereiche des Obergeschosses.

Die Methode der Messung gestaltete sich so, daß in den Thorax von vorn her ein Fenster im Bereiche des Brustbeines und der oberen Rippenknorpel geschnitten wurde, von dem aus, soweit möglich, mit Hilfe der Inspektion und weiterhin mittels sich vorsichtig vortastender Palpation der Pleurasack auf Verwachsungen abgesucht wurde. Waren zur Messung brauchbare Adhäsionen vorhanden und eine Messung innerhalb des Thorax nicht möglich, so wurde ihr Ansatz im Bereiche der costalen bzw. parietalen Pleura bestimmt und sodann die Lunge samt parietaler Pleura nach der den Bedürfnissen sich anpassenden scharfen oder stumpfen Ablösung derselben entfernt. Das geschah am besten und häufigsten so, daß am Rande des Fensters scharf auf die Pleura costalis und Fascia endothoracica eingeschnitten wurde, die dann weiter nach Schaffung eines freien Randes vorsichtig manuell von den Rippen abgeschoben wurden. Da die Fascia endothoracica in der Gegend der Rippenknorpel am stärksten entwickelt ist, sich aber nach hinten mehr und mehr lockert und verdünnt, muß man bei diesem Vorgehen besonders in den hinteren Partien des Thorax recht sorgfältig die Pleura costalis von ihrer Unterlage abheben und ein Einreißen zu vermeiden suchen, was in den Spitzenpartien meist verhältnismäßig leicht gelingt. Bei Bedarf wurde das Zwerchfell mitentfernt.

Die so im Zusammenhange mit der Lunge gebliebene Pleura parietalis weist meistens im Verlaufe der Rippen streifenförmige Fettauflagerungen auf, die mitunter bei der Bestimmung des genauen Ansatzpunktes der Verwachsungen wichtige Grenzmarken bilden.

Die Messung der strangförmigen Adhäsionen erfolgte in gespanntem Zustande mit Zirkel und Maßstab. Gemessen wurde der Strang vom visceralen Ursprung bis zum parietalen Ansatz und zwischen den Lungenlappen entsprechend der bindegewebige Anteil zwischen den visceralen Pleuraabschnitten. Ansatz und Ursprungsstelle heben sich meist gut von dem eigentlichen Pleuraüberzug ab. Wenn nicht, leistet die Betrachtung im durchfallenden Lichte gute Dienste.

Der größte Teil der zur Messung gelangten Adhäsionen waren in ihrem Entwicklungsprozeß, wie er oben beschrieben ist, abgeschlossene ältere Gebilde. Solche Strangbildungen zeigen nach Schrumpfung der Fibrillen und Verhärtung des Gewebes kaum mehr eine nennenswerte Dehnbarkeit. Aber auch der kleinere Teil der noch relativ jungen, gut durchbluteten zur Messung gelangten Stränge zeigte durchaus keine übermäßige Dehnbarkeit. Der Spielraum zwischen Anspannung und maximaler bis zum Einreißen des Gewebes forcierter Dehnung beträgt bei solchen Adhäsionen nur 1—2 mm pro Zentimeter Stranglänge. Die daraus sich ergebende Fehlerquelle ist also bei genauer Messung verhältnismäßig klein.

Mit dem oben beschriebenen methodischen Vorgehen bei der Suche nach strangförmigen Verwachsungen war die Lokalisation der parietalen

Ansatzstelle meist leicht zu bestimmen. Auf größere Schwierigkeiten stieß man jedoch bei dem Versuch einer exakten Feststellung der Abgangsstelle von der Lunge, insofern als sich die einzelnen Lungenteile nach Eröffnung des Pleurasackes und auch durch unsere Manipulationen oft stark und nicht immer gleichmäßig retrahierten. Da aber ursprünglich bei der Entstehung der Verwachsung infolge einer umschriebenen Pleuritis Ansatz- und Abgangsstelle in nahezu gleicher Höhe an beiden Pleurablättern angenommen werden muß, so kann aus der costalen Ansatzstelle auf die genauere Lage des Lungenabganges geschlossen werden. Es ist also durchaus berechtigt, wenn wir die Verwachsungen, die sich zwischen Lunge und Brustwand ausspannen, nach dem Vorgehen von *Aschoff*, *Kremer* u. a. in großen Zügen auch nach ihrer Abgangsstelle von der Lunge bezeichnen und nicht nur die costalen Ansatzpunkte berücksichtigen.

Wir können so die strangartigen Lungen-Brustwandsynechien einteilen nach ihrer örtlichen Beziehung zu den Lungengeschoßen in Spitzen-, Ober-, Mittel- und Untergeschoßverwachsungen. Als zweckmäßig hierbei hat sich eine den anatomischen Verhältnissen entsprechende Unterteilung des Spitzen- und Obergeschoßes erwiesen in Culmen, höchster Punkt der Lungenkuppe, Apex, Spitze bis zur ersten Rippe vorn, und unteres Obergeschoß bis zur zweiten Rippe vorn. Wir legen der Anschauung die Untersuchungsergebnisse von *Anders* zugrunde. Der culminierende Punkt der Lunge befindet sich danach an der Vorderfläche des wirbelnahen Anteiles der ersten Rippe. Durch *Löschcke* wissen wir, daß dieser beim kyphotischen Thorax in seiner Beziehung zu den Rippen weiter nach hinten rückt und Beziehung zum ersten Zwischenrippenraum gewinnt. Das Mittelgeschoß reicht bis zur vierten Rippe vorn. Das Übrige bildet caudalwärts das Untergeschoß.

Wie steht es nun mit dem zahlenmäßigen Vorkommen strangförmiger Verwachsungen im Pleuraraum? 57% aller gemessenen Verwachsungen waren rechts und 43% auf der linken Seite gelegen. Dieser Zahlenunterschied ist zum Teil darauf zurückzuführen, daß Adhäsionen zwischen den einzelnen Lungenlappen auf der rechten Seite ungleich viel häufiger sind als links. Die Verwachsungen zwischen Lungen- und Rippenfell marschieren, was die örtliche Häufigkeit anbelangt, an der Spitze mit 57,2% rechts und 65,2% links. Erst mit einem größeren Abstände folgen die Verwachsungen zwischen Lungen und Mediastinum, sodann die zwischen den einzelnen Lungenlappen. Und am allerwenigsten trifft man strangförmige Verwachsungen zwischen Lungenbasis und Zwerchfell an. Siehe Tabelle 1.

Tabelle 1. Örtliche Häufigkeit der gemessenen Adhäsionen.

	Rechts %	Links %
Stränge insgesamt . .	57	43
Pulmocostale . . .	57,2	65,2
Mediastinale . . .	19,8	17,2
Diaphragmaticale . .	5,8	9,5
Interlobuläre . . .	17,2	8,1

Gloyne fand bei Lungentuberkulose Pleuraadhäsionen der Häufigkeit nach geordnet im Bereiche des Oberlappen, Interlobärspace, Perikard, Unterlappen, Zwerchfell, Mediastinum.

Die örtliche Häufigkeit strangförmiger Adhäsionen zwischen Lungen und Rippen in den einzelnen Geschoßen stellt Tabelle 2 dar.

Tabelle 2. Örtliche Häufigkeit der pulmocostalen Verwachsungen in %.

	Rechts insgesamt 54,1%			Links insgesamt 45,9%		
	vorn	lateral	dorsal	vorn	lateral	dorsal
Culmen	8,8	—	—	15,3	—	—
Apex	8,2	11,2	5,9	12,5	11,1	2,1
Unteres Obergeschoß . .	3,5	7,6	4,7	11,8	7,6	—
Mittelgeschoß	2,4	18,8	5,3	9,0	15,3	3,5
Untergeschoß	5,9	11,8	5,9	3,5	4,2	4,2

Während hier rechts 54,1% gezählt wurden, fand man links nur 45,9%. Am häufigsten zeigten sich die Spitzen und Obergeschosse vorn und seitlich verwachsen.

Tabelle 3. Die am häufigsten adhärennten pulmocostalen Gebiete.

	Rechts %	Links %
Spitze und Obergeschoß vorn .	20,5	39,6
Obergeschoß lateral	18,8	18,7
Mittelgeschoß lateral	18,8	15,3

In kurzem Abstände folgen die seitlichen Partien des Mittelgeschosses (Tabelle 3).

Das rechte Untergeschoß weist gegenüber links eine bedeutend stärkere

Adhäsionenzahl auf. Besonders groß ist der Unterschied in den seitlichen Abschnitten.

Diese Zahlen stimmen in großen Zügen ganz gut mit den Angaben Aschoffs über das Vorkommen von Pleuraverwachsungen überhaupt, aber auch mit den Beobachtungen der Phthisiologen hinsichtlich der strangförmigen Pleuraverwachsungen bei der Thorakoskopie und Kaustik überein.

Ehe wir uns im folgenden der Betrachtung der Länge strangförmiger Adhäsionen zwischen den Pleurablättern zuwenden, sei noch einmal an das oben über die verschiedenen Formen und Strukturen der Verwachsungen Gesagte erinnert. Wir sehen nämlich, daß im allgemeinen die kompakteren Stränge den feinen, fadenförmigen an Länge etwas nachstehen. So kann man mitunter beobachten, daß ein in den unteren Abschnitten der Pleura dicht neben einem derben Bande stehender dünner Strang bis zu $\frac{1}{2}$ cm und mehr länger ist als das Band. Dieses wird uns jedoch erklärlich, wenn wir an den Vorgang der Schrumpfung und Verhärtung jeder älteren Adhäsion denken. Wir müssen annehmen, daß hier die bewegende Kraft nicht stark genug war, dem Schrumpfungsprozeß, der sich in kompakteren Synechien immer stärker auswirken wird, einen

genügend großen Widerstand durch die ständig erneute Dehnung zu bieten. Abgesehen von dieser und anderen Fehlerquellen, die sich durch gleichzeitiges Vorhandensein flächenhafter Pleuraverwachsungen erklären, können wir als Regel feststellen:

Die Länge strangförmiger Pleuraadhäsionen nimmt von der Lungenspitze bis zum Untergeschoß kontinuierlich zu. Die absoluten Längenmaße und die relative Zunahme der Länge von oben nach unten sind individuell sehr verschieden groß.

Die Länge strangförmiger Zwerchfellverwachsungen ist im allgemeinen kleiner als die der entsprechenden Untergeschoßadhäsionen. Die Länge von Verwachsungssträngen zwischen Lungenober- und -unterlappen zeigt gleichfalls Zunahme von oben nach unten. Die Tabelle 4 gibt die Durchschnittslängen sämtlicher gemessenen Stränge in den einzelnen Lungengeschoßen und der Basis an. Jedes Geschoß zeigt die Unterteilung in die einzelnen Seiten, ventral, lateral, dorsal und medial oder mediastinal, wobei die mediale Lungenfläche durch den Hilus in eine ventrale und eine dorsale mediale geschieden wird.

Tabelle 4. Längendurchschnitt der Pleurastränge in mm.

	Rechts					Links				
	dorsal	lateral	ventral	med. ventr.	med. dors.	med. dors.	med. ventr.	ventral	lateral	dorsal
Culmen	—	—	4,9	—	—	—	—	4,8	—	—
Apex	14,0	10,5	11,7	16,0	7,7	14,0	30,0	9,1	7,9	21,7
Unteres Obergeschoß	17,1	15,2	20,3	16,3	13,0	16,0	13,2	15,5	15,0	—
Mittelgeschoß . . .	22,3	22,4	21,0	16,5	21,8	19,0	16,9	24,8	20,0	22,0
Untergeschoß . . .	34,1	25,9	33,5	20,9	37,2	24,7	17,6	32,8	34,5	26,8
Basis	24,3	—	22,5	21,0	—	15,0	21,8	23,4	25,0	37,0
Basis Mitte	—	—	16,3	—	—	—	—	15,6	—	—

Wir sehen die Zahlen von rund 5 mm am höchsten Punkte der Lungenkuppe nach caudal bis zu Werten von über 30 mm ansteigen. Eine ziemliche Gleichmäßigkeit des Anstieges sehen wir vorn, lateral, dorsal und

Tabelle 5. Kleinste und größte gemessene Längen in den einzelnen Lungenabschnitten in mm.

	Rechts					Links				
	dorsal	lateral	ventral	med. ventr.	med. dors.	med. dors.	med. ventr.	ventral	lateral	dorsal
Culmen	—	—	0—12	—	—	—	—	0—12	—	—
Apex	7—19	2—25	2—25	14—20	5—11	14	11—51	3—24	4—15	3—24
Unteres Obergeschoß . . .	10—24	9—25	16—26	13—20	11—14	16	6—27	3—37	10—18	—
Mittelgeschoß . . .	16—32	11—35	19—25	5—26	11—42	11—23	10—21	12—43	10—41	17—27
Untergeschoß . . .	21—61	15—44	10—41	2—40	14—72	24—26	10—27	15—45	18—45	20—45
Basis	12—36	—	13—34	21	—	15	12—35	10—33	25	22—50
Basis Mitte . . .	—	—	14—25	—	—	—	—	9—29	—	—

medial dorsal. Nicht so medial ventral. Es besteht zwischen den Zahlen des Untergeschosses hinten und vorn keine deutliche Differenz. Die Anfangszahlen der hinteren Spitzenpartien sind gegenüber denen der vorderen größer. Einen Überblick über die großen Einzelschwankungen gibt die Tabelle der kleinsten und größten gemessenen Stranglängen in den einzelnen Lungenabschnitten (s. Tabelle 5).

Bevor wir auf eine Deutung unserer Zahlen eingehen, sei noch eine Trennung der Fälle vorgenommen in solche strangförmiger, kombiniert mit flächenhaften Synechien, Tabelle 6, und solche rein strangförmigen Charakters, Tabelle 7.

Tabelle 6. Länge strangförmiger Adhäsionen, die mit flächenhaften kombiniert sind.

	Rechts					Links				
	dorsal	lateral	ventral	med. ventr.	med. dors.	med. dors.	med. ventr.	ventral	lateral	dorsal
Culmen	—	—	4,8	—	—	—	—	4,3	—	—
Apex	15,3	10,5	11,8	16,0	7,7	14,0	30,0	8,3	8,7	21,7
Unteres Obergeschoß	14,3	15,2	20,0	16,3	13,0	16,0	13,8	9,0	17,5	—
Mittelgeschoß . . .	22,3	22,9	21,3	14,8	21,8	19,0	18,0	22,6	19,2	22,0
Untergeschoß . . .	31,1	25,5	38,0	19,6	37,2	24,7	18,4	33,1	26,5	27,2
Basis	28,0	—	20,7	—	—	15,0	—	28,5	—	37,0
Basis Mitte	—	—	14,8	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle 7. Stranglänge der Fälle mit Verwachsungen rein strangförmigen Charakters.

	Rechts					Links				
	dorsal	lateral	ventral	med. ventr.	med. dors.	med. dors.	med. ventr.	ventral	lateral	dorsal
Culmen	—	—	6,0	—	—	—	—	5,4	—	—
Apex	13,4	9,0	11,5	—	—	—	—	9,6	7,7	—
Unteres Obergeschoß	18,8	—	20,4	—	—	—	12,0	20,0	13,7	—
Mittelgeschoß . . .	—	18,8	20,0	21,5	—	—	10,0	30,0	24,0	—
Untergeschoß . . .	61,0	32,0	15,5	24,2	—	—	10,0	—	38,5	25,0
Basis	20,7	—	25,6	21,0	—	15,0	21,8	16,7	25,0	—
Basis Mitte	—	—	19,5	—	—	—	—	15,6	—	—

Die Tabelle 7 läßt erkennen, daß die Zahl der gemessenen Verwachsungen noch zu klein war, als daß wir für alle Geschoße gute Durchschnittszahlen hätten erhalten können. Aber auch hier ist, wie auf Tabelle 5 und 6, die Tendenz der Zahlen deutlich, nach unten zu größer zu werden. Wenn einzelne Zahlen aus der Reihe fallen, so liegt es daran, daß nur ein oder wenige Werte besonders kurzer oder langer Adhäsionen die Zahlen bilden.

Eine genaue weitere Differenzierung der gewonnenen Zahlen in männliche und weibliche Fälle oder der Thoraxform nach war infolge öfteren

Mangels an Vergleichszahlen bei den Gegenüberstellungen leider nicht möglich und muß deshalb größeren, späteren Arbeiten vorbehalten bleiben. Ich möchte jedoch andeuten, daß die Mehrzahl der bei den

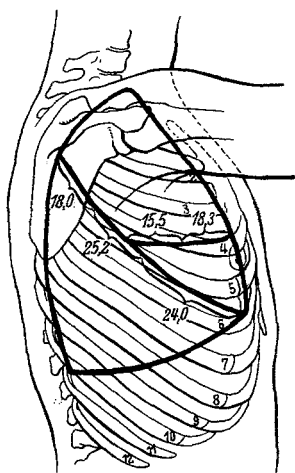


Abb. 1.

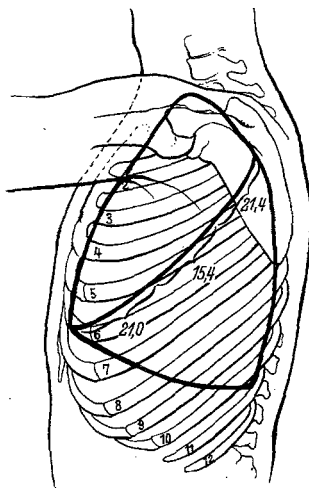


Abb. 2.

weiblichen Fällen gefundenen Werte im Durchschnitt etwas kleiner ist als die der männlichen. Es mag dies mit den dem weiblichen Geschlecht eigenen zierlicheren Körperformen zusammenhängen.

Beiden Verwachsungen zwischen Lungenbasis und Zwerchfell sehen wir die größten gemessenen Werte gewöhnlich im dorsalen Gebiet, während die kleinsten Zahlen im Bereiche der Zwerchfellkuppel bzw. Lungenbasis Mitte liegen.

Die Adhäsionen zwischen Ober- und Unterlappen zeigen gewöhnlich eine kontinuierliche Zunahme der Längen von seitlich und vorn oben nach unten. Auch hier

sind die absoluten Zahlen in den einzelnen Geschoßen individuell sehr verschieden groß. Die Abb. 1—3 stellen die Durchschnittswerte zusammen.

Die Zunahme der Längen tritt hier nicht so deutlich hervor, wie sie an Hand der einzelnen Fälle ins Gesicht fällt. Die Stränge im Spalt

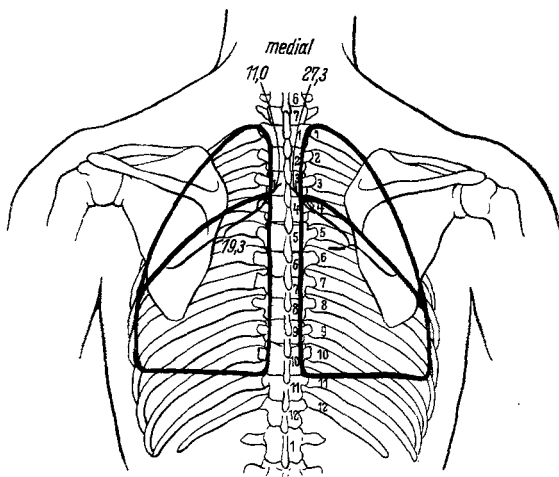


Abb. 3.

zwischen rechtem Ober- und Mittellappen sind medial etwas länger als lateral. Oft genug ist der Mittellappen jedoch vom Oberlappen mangelhaft abgesetzt, so daß die dann im lateralen Abschnitt des Spaltes zu findenden Adhäsionen den jeweils vorliegenden Verhältnissen angepaßt sind. Auf den Hilus zu werden die Stränge allweils kürzer.

Die Verhältnisse in den dorsalen und medialen Abschnitten des großen Lungenspaltes lassen sich an Hand der von mir beobachteten Fälle noch nicht auf eine gemeinsame Formel bringen. Es scheint eher, daß die Längen dort wieder zunehmen. Den Interlobärbereich um den Treffpunkt vom rechten Ober-, Mittel- und Unterlappen finden wir häufiger als die anderen Interlobärgegenden flächenhaft adhärent. Auch links ist in der entsprechenden Gegend diese Erscheinung häufiger. Seltener sind die dorsalen oder medialen oberen Partien oder die unteren vorderen Partien des Interlobärspaltes flächenhaft verwachsen. Letzteres ist meistens im Zusammenhang mit flächenhaften Adhäsionen der Lungenbasis mit dem Zwerchfell der Fall.

Was können wir nun aus dem bisher Festgestellten für die Bewegung der Lunge bei der Atmung folgern? Wir dürfen wohl überall ohne Bedenken die Länge der Verwachsungen gleich Verschiebung von *Pleura visceralis* gegen *Pleura parietalis* bzw. *visceralis* gegen *visceralis* setzen. Nur unter gewissen Vorbehalten aber werden wir für *Pleura visceralis* die Lunge als Ganzes und für die *Pleura parietalis* die Brusthöhlenwand setzen dürfen.

Das Lungengewebe können wir als eine Art Schwamm aus Alveolen mit eingelagerten stärkeren Strängen, den Gefäßen und Bronchien auffassen, die von der Peripherie nach dem Zentrum und dem Hilus hin an Stärke zunehmen. So werden Bronchien und Gefäße erklärlicherweise den Alveolenschwamm nach dem Hilus hin mehr und mehr in sich festigen, während die lockeren peripheren Gebiete mehr den von außen auf sie einwirkenden Kräften ausgesetzt sind, was sich in der Dehnbarkeit und tatsächlichen Dehnung der Lungenläppchen äußern wird. Wie weit das im folgenden für die peripheren Bezirke der Lunge Gültige auch auf die zentralen Gebiete dieses eigenartig gebauten elastischen und plastisch anpassungsfähigen Körpers Anwendung finden darf, wird uns später beschäftigen.

Wir können auf Grund unserer Verwachsungsbefunde feststellen, daß der kulminierende Punkt der Lungenspitze das Gebiet darstellt, welches die größte relative Ruhe, ja oft absolute Ruhe gegenüber den sich bei der Atmung bewegenden Thorax-, Zwerchfell- und übrigen Lungenabschnitten beibehält. Die Bewegungen der Lunge und des Thorax gegeneinander bei der Atmung nehmen in caudaler Richtung kontinuierlich zu und erreichen im Untergeschoß respiratorische Ausschläge von über 3 cm im Durchschnitt. Es besteht, gemessen an der Länge der Adhäsionen, kein großer Unterschied in den Atmungsanschlägen gegenüberliegender Pleurapunkte der abhängigen vorderen,

seitlichen und hinteren Lungenpartien in gleicher Höhe. Anders sieht es auf der mediastinalen Lungen­seite aus. Die Verwachsungen zeigen hier im ganzen ein viel unruhigeres Bild. Die Längen nehmen allgemein zum Hilus hin ab. Medial dorsal sehen wir Längenzunahme in caudaler Richtung, nicht jedoch medial-ventral. Nach *Rohrer* und neuerdings auch *Macklin* besitzen bei tiefen Atemzügen die medialen oberhalb des Hilus gelegenen Oberlappenabschnitte bezüglich ihrer Dehnung eine Sonderstellung. Infolge der Fixation der Lunge an der Trachea, welche mit der Dehnung nicht Schritt hält, soll die Volumenänderung hier gegenüber der Lunge zurückbleiben.

Daß die Verbindungen des Hilus unter normalen Verhältnissen kein bedeutendes Hindernis bei der Verschiebung der Lungen bilden, wird von *Orsós* angegeben. So hat *Orsós* 1913 eine ganz beträchtliche und leichte respiratorische Verschieblichkeit der Bifurkation nachgewiesen. Ob jedoch diese Verschiebung der Bifurkation im *Orsós*schen Sinne bei der Atmung überhaupt stattfindet, ist noch sehr fraglich. Nach *Brünings* Beobachtungen mit dem Bronchoskop verschiebt sich die Bifurkation zwischen maximaler Inspiration und maximaler Expiration nur um 1 cm. Es ist anzunehmen, daß die beiden Pleurablätter in der Umgebung des Hilus während der Atmung zum Teil gleichgerichtete Bewegungen ausführen, so daß auch wir diesbezüglich wenig aussagen können. Noch schwieriger mögen sich die Bewegungsverhältnisse im Gebiete des Perikards gestalten, wo jede Phase der Herzrevolution mit jeder Phase der Atembewegung zusammentreffen kann und eine andere Einstellung der Pleurablätter zueinander bedingt. Unsere Zahlen aus diesen Gebieten sind in der Tat uneinheitlicher als irgendwoanders und somit schwer einer Deutung zugänglich.

An der Lungenbasis ist die stärkste Verschiebung gegen das Zwerchfell in den hinteren Partien zu finden. Den kleinsten Ausschlag zeigt hier, wie bereits gesagt, die der Zwerchfellkuppe gegenüberliegende Basismitte. Er ist jedoch noch auf etwa 1,5 cm im Durchschnitt beziffert.

Die Bewegung der Lungenlappen gegeneinander zeigt im Durchschnitt Werte von 1,5—2,5 cm. An den einzelnen Fällen sieht man eine deutliche, wenn auch geringe Zunahme der an den Verwachsungen gemessenen Ausschlagslängen von kranial nach caudal besser als an den Durchschnittswerten. Die Verschiebung des rechten Ober- gegen den Mittellappen bewegt sich um Größen von 1,5—2,0 cm und nimmt nach medial etwas zu. Die große Lappenspalte läßt zwischen rechts und links in ihrem Bewegungsspiel keinen größeren Unterschied erkennen. Es ist wohl anzunehmen, daß sich der rechte Mittel- und Oberlappen einer mehr oder minder ausgedehnten funktionellen Einheit nähert, was in der so häufig vorkommenden mangelhaften Absetzung dieser beiden Lappen auch morphologisch seinen Ausdruck findet. Bemerkenswert ist, daß sich die ausgiebigsten Bewegungen zwischen Ober- und Unterlappen mit Verwachsungslängen bis über 5 cm bei tonnenförmigen starren

Thoraces mit großem epigastrischem Winkel und Verknöcherung der Rippenknorpel fanden.

Die Möglichkeit so ausgiebiger Bewegungen im Bereiche der großen Lappenspalte deutet auf große funktionelle Wichtigkeit eines unversehrten Interlobärtraumes für normale Atemverhältnisse hin.

Orsós und weiter auch *Löschcke* haben ohne Berücksichtigung und unter teilweiser Verkennung der funktionellen Bedeutung des Interlobärspaltes Probleme der Lungenatmung und der Lungenspitzen-disposition zur Tuberkuloseerkrankung zu lösen versucht. *Orsós* benutzte erstmalig 1912 zur Darstellung eines vertikalen Lungenschnittes ein Modell aus einer länglichen, trapezförmigen Gummiplatte, aus der reihenförmig kreisrunde Löcher ausgestanzt waren. Die oben festgenagelte Spitze des Modelles stellte die in die Kuppel des Brustkorbes pneumatisch, sozusagen unbeweglich fixierte Lungenkuppe, die bewegbare breite Basis hingegen die diaphragmale Fläche der Lunge dar. Erst später, durch *Löschckes* Überlegungen angeregt, spannte *Orsós* die Gummiplatte in eine parabolisch geformte Metallgabel und wollte so die bei der Lunge bestehenden Verhältnisse getreu nachgeahmt haben. Die Bewegung wurde nachgeahmt durch Zug am unteren Rande der Platte. Die Lunge wurde dadurch inspiratorisch caudalwärts langgezogen und geriet neben der Vertikaldehnung auch unter eine gewisse Horizontalspannung. *Orsós* zeigte an Hand seines Modelles durch Nachahmung der Zwerchfellatmung, wie sehr die Lunge caudalwärts langgezogen wird, und um wieviel die einzelnen Teile der Lunge, am stärksten die des Untergeschosses, nach unten wandern. Bei der Konzentrierung des inspiratorischen Zwerchfellzuges auf die Spitze ist danach größte Dehnung der Alveolen an der Spitze, während die der unteren Lungenabschnitte relativ gering bleibt.

Wenn wir jedoch in Betracht ziehen, wie sehr alle Thoraxteile die Atemaktion mitmachen, und wie ausgiebig die Bewegungen des Thorax sein können, müssen wir uns fragen, inwieweit eine in einen starren Bogen eingespannte, aus einem Stück bestehende Gummiplatte dieses Vielerlei der Bewegungen des Zwerchfelles, des Thorax und der Lungenlappen nachahmen kann. Daß die Bewegung der Lunge im Bereiche der pulmocostalen Pleura in kranio-caudaler Richtung zunimmt, haben auch wir mit unseren Verwachsungsmessungen nachweisen können. Wie sich die Bewegung der Lungen im Thorax vollzieht, durch welche die Ausziehung der Adhäsionen hervorgerufen wird, können wir, wenigstens zum Teil, durch die Beobachtung der *Richtung* unserer strangförmigen Pleurasynechien in ruhendem und bewegtem Zustande aufhellen.

Wir wissen wohl, daß in der Atmungsphysiologie und -pathologie die Untersuchungen am lebenden Menschen und Tier den Beobachtungen am toten Material und am Modell meist überlegen waren. Der Grund hierfür ist bei den pathologischen Untersuchungen zu suchen hauptsächlich in den während des Sterbens und nach dem Tode rasch ein-

tretenden Veränderungen am Atemapparat im Zusammenhang mit dem Kreislaufsystem einerseits und andererseits in der Schwierigkeit, die Funktion der Atemorgane dem Leben entsprechend an der Leiche nachzuahmen. Die Fehlerquellen, die in der mehr oder weniger weit fortgeschrittenen Änderung der chemischen und physikalischen Verhältnisse am Atemapparat der Leiche durch Abkühlung, Totenstarre, Fäulnis, Eintrocknung usw. gegeben sind, mußten auch bei unseren Untersuchungen, wie bei allen an der Leiche, zum Teil mit in Kauf genommen werden. Und doch ist es nicht müßig, Untersuchungen an der Leiche durchzuführen. Wenn auch immer wieder verbesserte Untersuchungsmethoden am Lebenden anatomische Feststellungen haben ergänzen und berichtigen müssen, so hat doch auch oft die Untersuchung am Lebenden das später bestätigen müssen, was vom pathologischen Anatomen bereits lange vorher gefunden war.

Um die Pleura und ihre Verwachsungen ohne Eröffnung des Brustfellraumes beobachten zu können, wurde nach Abpräparieren der Haut, des Unterhautfettgewebes und der großen Brustmuskeln die Interkostalmuskulatur vorsichtig beseitigt und die Pleura costalis so vorn und seitlich freigelegt. Das sich in den Zwischenrippenräumen ausspannende Rippenfell besitzt mehr oder minder große Durchsichtigkeit. Die an der Leiche eine leichte Einziehung der Interostalräume bewirkende Retraktionskraft der Lunge übt auf die zwischen den Rippen freigelegte Pleura parietalis einen deutlichen Zug aus. Unter dem Rippenfell sehen wir die Lungenläppchen durchschimmern.

Von den im ganzen 22 so untersuchten Fällen fanden sich bei 2 Fällen strangförmige Verwachsungen im Bereiche des unteren Obergeschosses, Mittelgeschoß und Untergeschoß vorn und vorn lateral. Es ist erforderlich, diese Untersuchungen an möglichst frischen Leichen anzustellen, da es sich zeigte, daß bei solchen von einem Alter über 15—20 Stunden infolge Wasserverlustes meistens feste Verklebungen zwischen den mediastinalen Pleurablättern eingetreten waren, die eine Nachahmung der Atembewegungen störten.

Atembewegungen wurden nachgeahmt durch künstliche Blähung der Lungen mittels eines in die Trachea luftdicht eingebundenen Glasrohres vor und nach Eröffnung der Bauchhöhle einerseits und andererseits durch Zug am Zwerchfell bzw. der Leber nach unten und Zug an den Rippen kranialwärts nach Eröffnung des Abdomens. Das in die dicht unterhalb des Kehlkopfes quer durchtrennte Trachea eingebundene Glasrohr stand hierbei durch eine Schlauchleitung mittels Hahn regulierbar mit einem Wassermanometer oder einer Meßbürette oder mit beiden gleichzeitig in Verbindung. Die Meßbürette stand wieder mit einer wassergefüllten Niveauflasche im Zusammenhang. Diese Vorrichtung gestattete es, zur Blähung gemessene Luftmengen unter jederzeit kontrollierbaren Drucke innerhalb des Luftröhrensystems der Lunge zu verwenden. Die Drucke, die zur Blähung nötig waren, überstiegen den

bei der Leiche zu findenden *Dondersschen* Druck. Über die hierfür verantwortlich zu machenden Ursachen hat *O. Thies*, der mit derselben Apparatur an unserem Institut arbeitete, ausführlich berichtet. Die Versuche wurden durchweg an der in Rückenlage befindlichen Leiche ausgeführt.

Beim Zwerchfellzug zeigte die Beobachtung an der Vorderfläche der nichtverwachsenen Lunge eine bis zum Obergeschoß sich fortpflanzende inspiratorische Wanderung der Lungenläppchen in vertikaler Richtung nach unten. Daneben fand sich aber eine besonders im Mittel- und oberen Untergeschoß deutliche Tendenz der Läppchen, auch nach innen vorzurücken. Deutlicher wurde die nach medial gerichtete Bewegung der mittleren Lungenpartien bei der künstlichen Lungenblähung. Daß jedoch diese medialwärts gerichtete Bewegung im Mittelgeschoß von ausschlaggebender Bedeutung ist, lehrte die Beobachtung der Fälle, welche strangförmige Adhäsionen zwischen den Blättern der uneröffneten Pleura aufwiesen. Die Adhäsionen lagen nämlich hier im Mittelgeschoß ungefähr parallel zum Verlaufe der Rippen in ungespanntem oder nur wenig gespanntem Zustande. Erinnern wir uns an das, was wir oben über den Zustand des Thorax während der Entstehung von Pleuraverwachsungen sagten. Der Thorax steht im Beginn der Verwachsungsbildung wohl in den meisten Fällen bei relativer Ruhe in expiratorischer Stellung. Es paßt sehr gut zu dem, was wir am uneröffneten Leichenthorax vorfanden.

Noch nicht ganz sicher ist unsere Kenntnis über die Dehnungslage der Lunge bei der Leiche. Daß sich die Leichenlunge in Expirationsstellung befindet, scheint sicher. Meinungsverschiedenheiten der einzelnen Forscher erstreckten sich in der letzten Zeit mehr auf die Frage, ob die Leichenlunge oberhalb oder unterhalb der expiratorischen Ruhelage angenommen werden darf. Kompliziert wird diese Frage durch unsere Kenntnis von dem Wirken der Totenstarre. Es ist wahrscheinlich, daß die Lunge ihre Dehnungslage entsprechend den verschiedenen Stadien der Totenstarre ändert. Das Zwerchfell ändert seine Stellung, wie *Naumann* mit seinen Untersuchungen an der Leiche zeigte, erheblich. Ob der Verlust des Tonus der Brustmuskeln und des Zwerchfelles, vereint mit der pulmonalen Retraktionskraft die Leichenlunge in eine Lage bringen kann, die unterhalb der expiratorischen Ruhelage liegt, ist bisher noch nicht einwandfrei erwiesen. Die Lage der Pleuraverwachsungen ließ darauf schließen, daß sich die Lunge in unseren Fällen bei bestehender Totenstarre etwas oberhalb der Ausatmungslage, jedoch nicht in Inspiration befand. Eigentliche Anspannung der Verwachsungsstränge ließ sich erst bei den Versuchen, Atmungsbewegungen nachzuahmen, im Zustande der Inspiration nachweisen.

Wie die Pleuraadhäsionen in ihrer Richtung auf die künstlich nachgeahmten Inspirationen reagierten, zeigt das Schema von der Vorderfläche der Lungen. Abb. 4. Die ausgezogenen Linien geben die Ex-

spirationsstellung oder Ruhestellung der Adhäsionen im Leichenthorax an, während die gestrichelten die Adhäsionen in ihrer neuen gedehnten Lage nach erfolgter Inspiration andeuten. Der Schnittpunkt beider ist der parietale Ansatzpunkt der Verwachsung. Der Winkel zwischen dem ausgezogenen und dem gestrichelten Schenkel gibt den von den Strängen während der respiratorischen Lungenbewegung beschriebenen Weg wieder.

Wie aus dem schematischen Bilde hervorgeht, herrscht im Mittelschoß der Lunge die horizontale Einwärtsbewegung bei der Atmung vor und läßt die durch das Zwerchfell bedingte Bewegungskomponente nicht voll zur Auswirkung kommen. Je weiter wir jedoch caudwärts kommen, desto mehr gewinnt die Bewegung in der vertikalen Richtung das Übergewicht gegenüber der horizontalen Bewegungskomponente.

Nach oben scheint bei gleichzeitiger Abnahme der Atmungsausschläge überhaupt wieder eher die vertikale Richtung

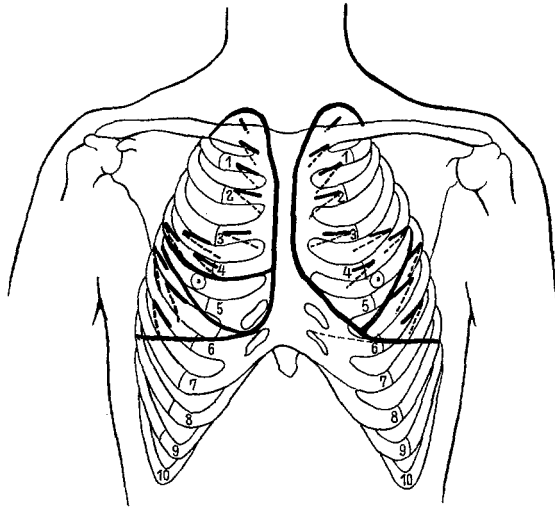


Abb. 4.

gegenüber der horizontalen mehr an Geltung zu gewinnen. Jedoch bedarf dieses noch genauerer Überprüfung. Auf dem Schema sind die oberhalb der zweiten Rippe gemachten Einzeichnungen ergänzt, da Beobachtungen in diesem Bezirke noch ausstehen. Das oben beschriebene Vorgehen mit Freipräparieren der kostalen Pleura stößt hier und an dem extrathorakalen Pleurakuppelteil erklärlicherweise auf besondere Schwierigkeiten, die mit den anatomischen Verhältnissen in dieser Gegend zusammenhängen. Die Stränge, besonders die des Obergeschosses, wurden in ihrer verhältnismäßigen Länge übertrieben gezeichnet, um die Richtung besser andeuten zu können.

Die Frage, wie bewegt sich die Lunge, ist sehr alt. Es wäre ja denkbar, daß jeder ihrer Oberflächenpunkte bei der Atmung mit demjenigen Punkte der Brustwandinnenfläche in Berührung bliebe, der er in der Ausatmungslage gegenüber lag. Das wäre jedoch nur möglich, wenn die Lunge ein in allen Teilen gleichmäßig dehnbarer Körper wäre und die Erweiterung des Brustraumes eine allseitig gleichmäßige. Man könnte auch annehmen, daß die Lunge unter den mannigfaltigen Bedingungen, unter denen sie zu arbeiten hat, ihren Bewegungsmodus oft ändert und

darin keinem eigentlichen Gesetz folgt. Diese beiden Möglichkeiten sind bereits ausreichend widerlegt. Aus dem oben Gesagten erhellt, daß die Lungenbewegung auch nicht, wie *Orsós* es meint, hauptsächlich vom Zwerchfell hervorgerufen wird, sondern, daß auch die Rippenatmung maßgeblich besonders im Mittelgeschoß Dehnung der Lunge und Bewegung der Pleura auslöst. Während *Rohrer* der *Orsós-Löschcke*-schen Ansicht von der Lungenbewegung zuneigt und sie durch eigene Kaninchenversuche gestützt glaubte, vertrat *Tendeloo* eine andere Meinung. Auf Grund seiner Berechnungen übt das Diaphragma seine Wirkung nur auf den caudalen Lungenabschnitt aus. Oberhalb der fünften Rippe kommen als bewegende Kräfte nur die Rippen in Frage. Die Dehnungsgrößen der einzelnen Lungenabschnitte sind ungleich. Unmittelbar unter den stärksten bewegten Wandteilen der Brusthöhle sind auch die am stärksten gedehnten und am besten belüfteten Lungengebiete. Ganz abgeschwächt werden dagegen die zentralen hilusnahen, die dorsalen und apikalen Lungenläppchen von den bewegenden Kräften erreicht.

So sehr die einzelnen Ansichten auseinandergehen, so wenig passen sie auch zu dem von uns Beobachteten.

In den letzten Jahren haben sich Röntgenologen der Frage der Atmungsbewegung angenommen. Sie benutzten für ihre Beobachtungen am Lebenden das bewegungsgraphische Verfahren der Flächenkymographie nach *Stumpf*. Sie hatten damit eine durchaus physiologisch und objektiv arbeitende Untersuchungsmethode in der Hand. Wie überall, so gibt es aber auch in der Röntgenologie Grenzen. Röntgenbilder sind Schattenbilder. Auf ihnen werden nur schattengebende Punkte zur Darstellung gebracht. Außerdem sieht auch die Röntgenkymographie nur flächenhaft, nicht dreidimensional, stereometrisch.

Um das Studium der Thoraxkymographie und der Lungenkymographie haben sich außer *Stumpf* selbst besonders bemüht *H. Cramer*, *H. H. Weber*, *G. v. d. Weth* und *M. Dahm*.

Mit Hilfe der Thoraxkymographie konnte die alte *Sauerbruchsche* und *Wenckebachsche* Auffassung von der Zwerchfell- und Thoraxatmung bestätigt werden.

Die Kymographie der Lungen ergab nach Ansicht der ersten drei genannten Forscher, *H. Cramer*, *Weber* und *v. d. Weth*, bei der normalen und pathologischen Atmung, sofern nur die Interlobärspalten freigeblieben sind, eine absolute Gegensätzlichkeit zwischen der Bewegung des Ober- und des Unterlappens. In letzter Zeit nimmt *H. H. Weber* in Anlehnung an *Arthur Keith* und auf Grund seiner röntgenkymographischen Bewegungsstudien von der Lunge sogar an, daß der Kontakt zwischen oberen Rippen und darunterliegendem Oberlappen während der Atmung nie gelöst wird, ein respiratorisches Gleiten der Lunge entlang der Rippenunterflächen im Gebiete der Oberlappen nicht statt hat. Mit anderen Worten, die oberen Rippen umgreifen gleichsam die Ober-

lappen seitlich und an ihren Vorderflächen und lassen auch bei der inspiratorischen Expansion den Oberlappen nicht von der Stelle. *Weber* will so auch die Entstehung der Pigmentstreifen der Pleura visceralis erklärt haben, eine Frage, die seit *Virchow* jetzt bald ein Jahrhundert immer wieder die Literatur beschäftigte und erklärlicherweise immer im engen Zusammenhang mit der Frage nach der Bewegung der Lunge erörtert wurde. Wer die vorliegende Arbeit bis hierher verfolgt hat, wird erkennen, wie wenig diese Anschauungen *Webers* mit unseren Befunden übereinstimmen.

Bei gleichzeitiger Spreizbewegung und Entfächerung der Bronchien in allen Ebenen soll also der Röntgenkymographie zufolge der gesamte Oberlappen mit dem Thorax nach oben und der Unterlappen mit dem Zwerchfell nach unten wandern. Als Kennmarken der Bewegung wurden auf dem röntgenkymographischen Schattenbilde besonders Bronchialfüllungen und Kavernen beobachtet. Deutlich sichtbare Bronchialfüllungen werden immer, besonders auf dem Bewegungsbilde, auf zentralere Lungenbezirke beschränkt bleiben. Nur zentral gelegene Kavernen werden ohne Pleuraverwachsungsfolgen und den damit verbundenen Störungen der Lungenverschieblichkeit bleiben. Wir sehen also, daß sich die bei der Kymographie beobachteten Bewegungsvorgänge mehr zentral abspielten.

Zu einer Expansion, wie sie bei der Lungenatmung statt hat, paßt durchaus die vom Hilus strahlenförmig nach allen Richtungen sich erstreckende Streck-Spreizbewegung der Bronchien. Aus rein geometrischen Gründen können wir, so sagt *Rohrer*, behaupten, daß die Bronchien, besonders die engeren Bronchien, die bis dicht unter die Lungenoberfläche vordringen, bei der Lungendehnung Längenänderungen erfahren, die mit der durchschnittlichen linearen Dimensionsänderung der Lungen übereinstimmen. Wir können uns also auch vorstellen, daß die nach seitlich oben gerichteten Bronchien bei der Lungendehnung eine Streckung auch nach oben erfahren. Ob jedoch diese beobachtete Aufwärtsdislokation der besagten Punkte, die nach unserer Überzeugung auch nur als Resultante der durch Zwerchfellwirkung nach unten und Rippenwirkung nach vorn und seitlich oben gerichteten Bewegungen aufgefaßt werden kann, auf die Bewegung des ganzen Lungenlappens übertragen werden darf, ist fraglich. Denn jeder kranial gerichteten Bewegung der Lunge ist im Gegensatz zu der caudal gerichteten in der Pleurakuppel ein fester Halt gesetzt. Daß hier der einzige fixe Punkt der Lunge überhaupt angenommen werden darf, ergibt sich außer anderem aus unseren Verwachsungsbefunden. Wenn aber der ganze Oberlappen gegen die feste oder nur wenig nachgiebige Wand der Thoraxkuppel kranialwärts wandern soll, wäre zum mindesten eine Atmungsdehnung der kranialsten Lungenläppchen ganz ausgeschlossen. Dagegen spricht ferner die Beobachtung paradoxer Atembewegungen im Bereiche der Lungenspitze. Bei verstärkter Einatmung sehen wir ein Einsinken,

bei Schreien und Singen, also forcierter Expiration, ein leichtes Hervortreten der etwas nachgiebigen Wand der Schlüsselbeingrube und der Drosselgrube.

Müßte es nicht nach der Anschauung der Röntgenologen gerade umgekehrt der Fall sein?

Wir wissen, daß nach hinten und nach oben eine Dehnungsmöglichkeit der starren Wände wegen nicht besteht. Für ihre Expansion steht der Lunge nur ein Raumzuwachs nach vorn, seitlich und unten zur Verfügung. Müssen wir da nicht folgern, daß sich jede expansive Bewegung der Lunge nur nach vorn, seitlich und unten auswirken wird, wo ihr der kleinste Widerstand erwächst?

Wie ich schon oben erklärt habe, gehen auch nur diese Bewegungsrichtungen der pulmonalen Pleura aus unseren Verwachsungsbefunden hervor. Es ist bisher noch keine Bewegungsrichtung nach oben, wie sie in den röntgenkymographischen Arbeiten beschrieben ist, an der Pleura und den unter ihr liegenden Lungenläppchen beobachtet worden. Daß beide Lungenlappen sowohl der Zwerchfell- als auch der Rippenbewegung ausgesetzt sind und durch diese zur Dehnung gelangen, muß auf Grund des bisher Gesagten angenommen werden. Es ist klar, daß die verschieden gerichteten Dehnungskomponenten, örtlich dem Gesetz vom kleinsten Widerstande folgend, in der Bewegung der Lunge auch verschieden stark zur Auswirkung gelangen können. Individuell und zeitlich verschieden und abhängig von verschiedener Körperhaltung, Größe, Geschlecht, Alter usw. wird dem Vorwiegen der einen oder der anderen Atmungsform nach die eine oder die andere Dehnungs- und Bewegungsrichtung der Lunge vorherrschen.

Daß Zwerchfell- und Rippenwirkung auf das Bewegungsspiel der Lunge voneinander gar nicht getrennt werden können, ohne stärkste Störung für die richtige Atemdehnung beider Lungenlappen, zeigt am besten ein röntgenkymographisch am lebenden Objekt gewonnenes Schema *H. H. Webers* (Abb. 5 und 6).

Die verschiedene Atmungsphasen zeigenden Bilder sollen die divergente Dislokation von Ober- und Unterlappen bei gleichzeitiger Expansion sowie die Entfächerung des Bronchialbaumes darstellen. Falsch ist in diesem Schema der große Spielraum zwischen Lungenspitze und Thoraxkuppel vor der Inspiration, der in Wirklichkeit nie besteht. Die Lungenspitze ist, wie bereits gesagt, tatsächlich der einzige fixe Punkt der Lunge und liegt in der Expiration und in der Inspiration fast unverschieblich der Pleurakuppel an. Denken wir uns an diesem Schema einen der beiden Bewegungsmotoren ausgeschaltet, so wird es immer zu einer Rückwirkung auf beide Lappen kommen. Denn das Zwerchfell wirkt durch die Vermittlung des Unterlappens auf den Oberlappen und die Rippen wirken durch die Vermittlung des Oberlappens auf den Unterlappen dehnend ein. Mit dieser Anschauung stehen und fallen aber auch alle bisherigen Lehren von der Wirkung der Phrenicusexairese. Diese besteht im Kollaps

der unteren Lungenabschnitte und in der relativen Entspannung und Ruhigstellung der oberen Lungenabschnitte und wirkt deshalb auch auf Oberlappenprozesse günstig ein. Es ist selbstverständlich, daß die Kollapswirkung auf den Unterlappenprozeß entschieden günstiger sein wird als die Fernwirkung auf Oberlappenkavernen. Das paralytische Zwerchfell steht übrigens meistens nicht in der Höhe des expiratorisch ruhenden, sondern noch höher und gleicht zum Teil die unerwünschte Atmungsdehnung des Oberlappens durch die Rippen durch seine paradoxe Mitbewegung aus.

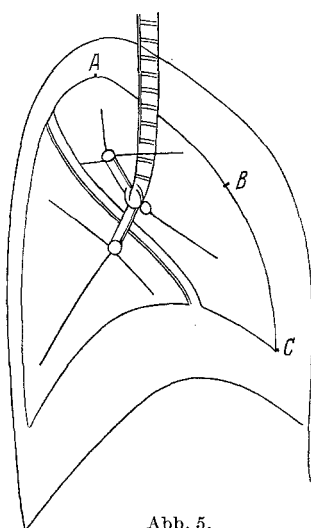


Abb. 5.

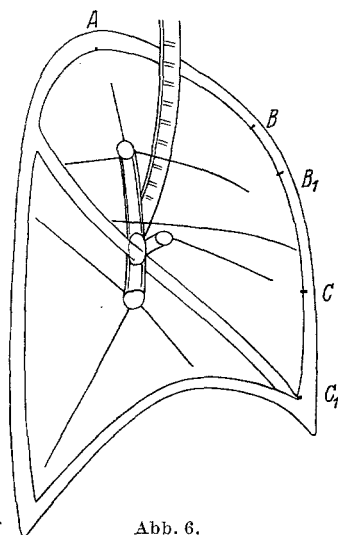


Abb. 6.

Es ist also nicht so, wie *Cramer* und *Weber* meinen, daß die Brusthöhlenwände für Ober- und Unterlappen getrennte Lüftungsapparate darstellen und die Phrenicotomie deshalb auf Oberlappenprozesse keinen Einfluß ausübt.

Ganz einfach können wir nachweisen, daß auch an *Webers* Schema beliebige Punkte der Pleura bei der inspiratorischen Dehnung der Lunge caudalwärts wandern werden. Abb. 5 zeigt die Lunge in Expiration, Thoraxwand in Inspiration; Abb. 6 Lunge und Thorax in Inspirationsstellung. An beiden ist A die unverschiebliche Lungenspitze. B ist auf dem ersten Schema die Mitte zwischen A und C, B₁ auf dem zweiten Schema die Mitte zwischen A und C₁. Tragen wir A—B in Abb. 6 ein, so kommt B ein ganzes Stück kranial von B₁ zu liegen. Tragen wir A—C in das zweite Schema ein, so sehen wir, der Zwischenraum zwischen C und C₁ ist noch viel größer geworden als der zwischen B und B₁. Gleichmäßige Dehnung vorausgesetzt, müßte nach erfolgter Inspiration Punkt B mit B₁ und C mit C₁ identisch sein. B müßte sich dazu um die Strecke

B—B₁ und C um C—C₁ caudalwärts bewegt haben. Das gleiche läßt sich auch auf die rückwärtigen Partien beider Lungenlappen jeweilig übertragen. Es ist damit bewiesen, was wir an der Leiche gesehen haben. Die Lunge führt bei der Atmung neben der medialwärts gerichteten eine der Rippenbewegung entgegengesetzte caudalwärts gerichtete Bewegung aus. Wieweit die eine oder die andere Richtung dabei überwiegt, hängt, wie oben beschrieben ist, von vielen Faktoren ab.

Rohrer sagte über die Untersuchung der Atembewegung: „Die Grundlage ist die Feststellung des Bewegungsablaufes, die Beobachtungen graphischer Registrierung der Verschiebung aller einzelnen Punkte der bewegten Körperteile und der damit verbundenen Änderung linearer, flächenhafter und räumlicher Eigenschaften der Körper.“

Der Weg zur letzten Erkenntnis ist weit. Wir haben uns bemüht, einen kleinen Baustein zu dem Aufbau des großen Gebäudes, einer Klärung der Fragen der Atmungsphysiologie und -pathologie beizusteuern. Was unvollendet in die Arbeit geriet, soll in der Folgezeit vollendet und weiter ausgebaut werden.

Literatur.

- Anders*: Zit. nach *Löschcke* und *Dehoff*. — *Aschoff, L.*: Über gewisse Gesetzmäßigkeiten der Pleuraverwachsungen. Jena: Gustav Fischer 1923. — *Cramer, H.*: Berl. med. Ges., 8. Feb. 1933. — *Cramer, H., A. Wilke u. H. H. Weber*: Klin. Wschr. 1933 I. — *Dahm, M.*: Münch. Röntgen-Ges., 14. Juni 1932. Münch. med. Wschr. 1932 II. Fortschr. Röntgenstr. 47 (1933). — *Diehl, K. u. W. Kremer*: Thorakoskopie und Thorakokaustik. Berlin: Julius Springer 1929. — *Gloyne, S.*: Tubercle 7 (1926). — *Jakobäus, H. C.*: Ther. Gegenw. 69 (1928). — *Jakobäus, H. C. u. Tideström*: Hygiea (Stockh.) 76, Nr 15 (1914). — *Koopmann*: Zit. nach *Lauche*. — *Kremer, W.*: Siehe *K. Diehl* und *W. Kremer*. — *Löschcke, H.*: Dtsch. med. Wschr. 1911 I, 919. — Störungen des Luftgehaltes. Handbuch von *Henke-Lubarsch*, Bd. 3, Teil 1. 1930. — *Löschcke, H. u. E. Dehoff*: Erg. Tuberk.forsch. 2 (1930). — *Macklin*: Zit. nach *F. R. de Partearroyo* und *B. Rodriguez*. — *Maurer, G.*: I. Beitr. Klin. Tbk. 69 (1928); II. 70 (1928). — *Maurer, G. u. J. Franz*: III. u. IV. Beitr. Klin. Tbk. 76 (1930). *Naumann*: Zit. nach *W. Gerlach*. — *Orsós, F.*: Verh. dtsch. path. Ges. 1912; 1913. — *Virchows Arch.* 264 (1927). — Verh. dtsch. path. Ges. 1928. — Beitr. Klin. Tbk. 70 (1928). — *Rohrer, F.*: Pflügers Arch. 162 (1915). — Physiologie der Atembewegung. Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie von *Bethe-Bergmann*, Bd. 2. 1925. — *Stumpf u. Pleikart*: Fortschr. Röntgenstr. 41 (1931). — *Tendeloo, N. Ph.*: Ursachen der Lungenkrankheiten. 1902. — Studien über die Entstehung über den Verlauf der Lungenkrankheiten. München: I. F. Bergmann 1931. — *Thies, O.*: Virchows Arch. 284, I. u. II. Mitt. (1932). — *Tideström*: Siehe *H. C. Jakobäus u. Tideström*. — *Unverricht, W.*: Klin. Wschr. 1926 I. — Thorakoskopie, ihre Technik und Ergebnisse, 2. Aufl. Leipzig: I. A. Barth, 1931. — *Virchow, R.*: Virchows Arch. 1 (1847). — *Weber, H. H.*: Schweiz. med. Wschr. 1933 I. — Beitr. Klin. Tbk. 84 (1933/34). — Dtsch. med. Wschr. 1934 II. — Siehe *H. Cramer, A. Wilke u. H. H. Weber*. — *Weth, G. v. d.*: Berl. med. Ges. 8. Feb. 1933. — Dtsch. med. Wschr. 1933 I.