

VIII.

Systematische Untersuchungen über die Gewichtsverhältnisse des Zwerchfells.

(Aus dem Pathologischen Institute der Universität Jena.
Vorstand: Prof. Dr. R. Rößle.)

Von

Dr. Henriette Fromme,
bisheriger Assistentin am Institute.

An einem Muskel kann in zwei entgegengesetzten Richtungen hinsichtlich seiner Masse eine Abweichung von der Norm, d. h. von einem mittleren Wert, sich zeigen: er kann hypertrophieren oder atrophieren. Beide Veränderungen kann, wenn wir von der Pseudohypertrophia adiposa absehen, die Wage zur sicheren Anschauung bringen.

Bei dem Zwerchfell wird man bei Veränderungen des knöchernen Thorax, der Lungen sowie der übrigen luftführenden Wege, die eine Erschwerung der Atmung nach sich ziehen, im allgemeinen eine Hypertrophie erwarten. Bestehen Verhältnisse, unter denen das Zwerchfell überhaupt nicht arbeiten kann, so wird daraus wahrscheinlich eine Abnahme an Muskelmasse resultieren. Findet man bei der Sektion ein abnorm muskelschwaches Zwerchfell und zugleich Zeichen chronischer Stauung in den Bauchorganen, so liegt es nahe, die beiden pathologischen Befunde miteinander in Beziehung zu bringen; man wird vermuten dürfen, daß die unausreichende Tätigkeit des Diaphragma zu der Zirkulationsstörung beigetragen oder sie, bei sonst intaktem Zirkulationsapparat, allein verschuldet hat.

So lassen sich rein theoretisch aus den Gewichtsverhältnissen des Zwerchfells Schlüsse ziehen auf seine physiologische Aufgabe überhaupt und auf seine Funktionstüchtigkeit im besonderen Fall.

Es soll Aufgabe dieser Arbeit sein, das Resultat der Wägung von 155 Zwerchfellen, die von einem Sektionsmaterial stammen, das sich aus alten und jungen, gesunden und kranken Individuen zusammensetzt, mitzuteilen und zu versuchen, mit Hilfe sonstiger Sektionsbefunde etwaige Abweichungen von der Norm zu deuten.

Soviel ich weiß, wurde das Zwerchfell bislang noch nicht einer systematischen

Wägung unterzogen, wie z. B. der Herzmuskel, dessen Gewichtsverhältnisse seit langer Zeit Gegenstand vielfacher Untersuchungen gewesen sind. In der großen Arbeit Theiles¹⁰, die sich mit den Gewichtsbestimmungen aller quergestreiften Muskeln des menschlichen Körpers beschäftigt, sind natürlich auch die Atemmuskeln gewogen worden. Ein näheres Eingehen auf die gefundenen Verhältnisse eines Einzelmuskels, wie z. B. des Zwerchfells, hätte aber nicht in den Rahmen der Arbeit gepaßt. An den Tabellen Theiles fällt es sehr auf, daß das Gewicht des Zwerchfells außerordentlich schwankend ist. Hingegen macht Theile darauf aufmerksam, daß von allen Muskelgruppen des menschlichen Körpers in der Gruppe der Thoracici, die sämtliche der Brustatmung dienenden Muskeln fassen, die geringsten Schwankungen vorkommen.

Es liegt nahe, in den geringen Gewichtsschwankungen dieser Muskeln einen Beweis für ihre hohe funktionelle Wichtigkeit zu sehen. Theile bezeichnet sie denn auch als „das unerläßliche Substrat für die Fortdauer des Lebens“.

Da die wichtige zirkulationsfördernde Tätigkeit des Zwerchfells erst seit Dessenien bekannt ist — die Beziehungen zwischen Atmung und Zirkulation sind auch jetzt noch nicht ganz geklärt —, hat man, wie aus den Lehrbüchern der Physiologie hervorzugehen scheint, das Zwerchfell nur als eine relativ untergeordnete Hilfskraft der Rippenheber betrachtet. Eppinger² dagegen stellt solche Theorien, die die Bedeutung der kostalen Atemmuskeln überschätzen, als unwahrscheinlich hin und weist dem Zwerchfell eine sehr wichtige Rolle zu.

Vielleicht erklärt es sich aus der hohen Bedeutung, die man immer den Kostalmuskeln für die Atmung beilegte, daß keine eingehenden Prüfungen des Zwerchfells in Hinsicht auf sein Gewicht angestellt wurden. Damit soll nicht gesagt sein, daß man dem Zwerchfell überhaupt kein Interesse zugewandt hätte. Um nur einen kleinen historischen Hinweis zu geben, erwähne ich, daß ganz kürzlich im Archiv für Anatomie und Physiologie Holl⁵ einen Aufsatz über die Anatomie und Physiologie des Zwerchfells wiedergegeben hat, der Leonardo da Vinci zum Verfasser hat. Neben falschen anatomischen Vorstellungen hat Leonardo da Vinci eine durchaus richtige Auffassung von der Aufgabe des Zwerchfells als Atemmuskel und von dem Ablauf der Atembewegung. Die Tatsache, daß normalerweise bei der Zusammenziehung des Diaphragma keine Verengerung der unteren Thoraxapertur erfolgt, erklärt er ganz richtig damit, daß gleichzeitig mit dem Zwerchfell die Rippenheber sich kontrahieren und dadurch das Zwerchfell nach außen ziehen.

Die in älterer und neuerer Zeit geübten Forschungsmethoden für das Zwerchfell waren vielfach rein experimenteller Art, so hat man z. B. auch das Tierexperiment verwandt. Wie alle Tierversuche, sind auch diese nur mit Vorsicht in der menschlichen Pathologie verwertbar.

Wenn man bei Tieren (die eine vorwiegend diaphragmale Atmung haben sollen) eine doppelte Phrenikusdurchschneidung vornimmt, stellt sich wohl eine Erschwerung der Atmung ein, aber eine eigentliche Lebensgefahr für das Versuchstier besteht nicht, sofern nur der Brustkorb genügend stark und die Kostalmuskeln

genügend kräftig sind. Nun ist zu bedenken, daß die Nervi phrenici der Tiere durchaus nicht gleichwertig sind mit dem N. phrenicus des Menschen. Je mehr man nämlich in der Tierreihe zurückgeht, desto mehr kommt Ästen, die aus den 7.—12. Interkostalnerven stammen, eine motorische Bedeutung für das Zwerchfell zu. Beim Menschen spielen diese Nerven eine ganz untergeordnete Rolle; von manchen Autoren wird ihre Beteiligung an der motorischen Versorgung des Zwerchfells überhaupt in Abrede gestellt. Eisler¹ behauptet, daß sie nur zu der Pleura und den Blutgefäßen ziehen.

Daß die Aufgabe des Zwerchfells beim Menschen eine weit umfassendere ist als beim Vierfüßler und es deshalb höherwertig, zum mindesten anderswertig angelegt sein muß, wird durch den Versuch Hills² klar. Bei Tieren mit horizontal gerichteter Längsachse des Körpers sind geringere Kräfte nötig, um den venösen Blutstrom aus dem Abdomen nach dem Herzen zu leiten. Hill brachte Kaninchen für längere Zeit in eine aufrechte Stellung. Die Folge war, daß der Blutdruck sank, das Herz sich nicht genügend füllte, und das Tier an einer arteriellen Anämie zugrunde ging. Daß dieser letale Ausgang seinen Grund hatte in dem zu geringen abdominalen Druck, ließ sich dadurch zeigen, daß durch starke Kompression des Bauches der Blutdruck fast zur Norm anstieg und das Herz sich regelrecht füllte.

Wenn beim Menschen, dessen venöser Blutstrom fast dauernd in einer der Schwerkraft entgegengesetzten Richtung fließen muß, keine Behinderung auftritt, so liegt das daran, daß bei ihm Vorrichtungen geschaffen sind, die einer Störung in zweckmäßiger Weise entgegenarbeiten. Man weiß jetzt, daß dem Zwerchfell dabei die Hauptwirkung zufällt.

Die besten Resultate für Erforschung der Rolle, die das Zwerchfell im menschlichen Organismus spielt, hat die Beobachtung am gesunden und kranken Menschen gegeben. Es standen dabei die klinischen Methoden zur Verfügung, wie Inspektion, Perkussion, Palpation. Dann konnte man durch Reizung des motorischen Nerven und durch Beobachtung der Bewegungen, die sein Erfolgsorgan ausführte, wichtige Schlüsse ziehen, und schließlich erweiterte das Röntgenverfahren unsere Kenntnisse über das Zwerchfell in der bedeutsamsten Weise.

Viele Krankheiten der Brustorgane und des knöchernen Thorax oder auch abnorme Füllung des Bauches oder Herabsetzung des intraabdominellen Druckes werden Verhältnisse schaffen, die in dem einen oder ändern Sinn den Stand des Zwerchfells, seine Statik und damit auch seine Dynamik beeinflussen. Ferner sind Zwerchfelllähmungen zentralen oder peripherischen Ursprungs nicht so selten. Man hat vielfach gesehen, daß selbst bei doppelseitiger Lähmung Atembeschwerden sich unter Umständen nur bei größeren körperlichen Anstrengungen zeigen. Daraus darf man natürlich nicht den Schluß ziehen, daß das Zwerchfell als Atemmuskel eine durchaus untergeordnete Rolle spielt. Abgesehen davon, daß es noch nicht ganz sicher ist, ob die letzten Interkostalnerven nicht auch an der motorischen Versorgung beteiligt sind, nimmt man, wie Eppinger hervorhebt, an, daß die Bewegungslähmung noch nicht den Tonus des Muskels aufhebt.

Nach dem heutigen Stand der Wissenschaft sehen wir die lebenswichtige Bedeutung des Zwerchfells darin, daß es

1. eine Scheidewand zwischen Bauch- und Brusthöhle bildet,
2. neben den Interkostalmuskeln die Ventilation der Lunge besorgt und
3. die Zirkulation des Blutes im Abdomen regulieren hilft.

Um das Bauchfell als Atemmuskel zu würdigen, skizziere ich den Mechanismus der Atmung, der bekanntlich darin besteht, daß infolge einer automatischen Erregung des Atemzentrums eine abwechselnde Erweiterung und Verengung der Brusthöhle in allen Richtungen erfolgt. Die Erweiterung geschieht aktiv durch Muskelkontraktion, die Verengung unter normalen Verhältnissen passiv dadurch, daß der Brustkorb durch die Schwerkraft und durch die Elastizität der bei der Inspiration nach außen verbogenen Rippenknorpel herabgezogen wird.

Die Erweiterung des Brustkorbes in querer Richtung erfolgt durch Hebung der Rippen und Drehung derselben um ihre Längsachse nach außen. Bei ruhiger Inspiration, die ich bei dieser Beschreibung im Auge habe, sind hierbei fast ausschließlich die *Mm. intercost. ext.* beteiligt. In longitudinaler Richtung wird der Brustkorb durch Kontraktion des Zwerchfells erweitert. Da eine Muskelkontraktion darin besteht, daß Ansatz- und Ursprungsstelle des Muskels sich einander zu nähern suchen, so müßten bei der Zusammenziehung des Zwerchfells die unteren Rippen sich der Mittellinie der Brusthöhle nähern. Daraus würde eine Einziehung der unteren Thoraxöffnung resultieren und die durch das Tiefertreten des Zwerchfells erreichte Erweiterung des Brustkorbs in longitudinaler Richtung wieder illusorisch werden. In Wirklichkeit erfolgt unter normalen Verhältnissen aber keine Verengung des unteren Brusttraumes, weil zwei Kräfte nicht nur korrigieren, sondern sogar überkorrigierend wirken. Das sind die kostale Inspirationsbewegung mit ihrer Hebung und Außenrotation der Rippen und ferner, wohl in erster Linie, der erhöhte intraabdominale Druck. Man stellt sich vor, daß die Bauchorgane, infolge des erhöhten Druckes am Ausweichen gehindert, mit ihrer Wölbung einem weiteren Niedertreten des Zwerchfells sich entgegenstellen; besonders kommt dabei die Leber in Betracht. Durch diesen Widerstand wird der Zugrichtung der Muskelfasern des Zwerchfells jetzt eine seitliche Richtung gegeben statt einer nur nach unten hin ziehenden. Die Folge ist ein seitliches Ausweichen der unteren Rippen.

Die experimentellen Versuche von Duchenne erhärten diese theoretischen Überlegungen. Er reizte bei Tieren den Phrenikus bei geschlossener Bauchhöhle mit dem Erfolg, daß die unteren Rippen seitlich auswichen; bei eröffneter Bauchhöhle und damit fehlendem intraabdominellen Druck erfolgte dagegen eine inspiratorische Einziehung der unteren Thoraxapertur.

Dank dem Röntgenverfahren hat man jetzt genaue Kenntnis über den Ablauf der inspiratorischen Bewegung des Zwerchfells. Im erschlafften expiratorischen Zustande bildet das Zwerchfell einen Kegelstumpf, dessen kleine Schnittfläche das nahezu horizontal gestellte Centrum tendineum bildet, während der Kegelmantel

dargestellt wird durch die muskulären Teile, die der Thoraxinnenwand anliegen. Daß das Zwerchfell auch im erschlafften Zustande gespannt erscheint, liegt daran, daß es durch den negativen Druck im Thorax kranialwärts gezogen wird.

Das Centrum tendineum ist mit dem Perikard fest verwachsen, und da dieses mitsamt den übrigen Organen des Mediastinums an der oberen Thoraxapertur sozusagen aufgehängt ist, ist zwar seine Exkursionsfähigkeit beschränkt, aber nicht aufgehoben. Man hat bei seitlicher Röntgendurchleuchtung gesehen, daß bei jeder Inspiration das Centrum tendineum und damit die Vorhöfe einschließlich der Vena cava inferior, sich senken. Diese Feststellung ist wichtig für eine Würdigung der Zwerchfellstätigkeit als zirkulationsförderndes Moment. In der Hauptsache aber sind es die fleischigen Teile des Muskels, die sich bei der Inspiration kontrahieren und sich dadurch von der Thoraxinnenwand entfernen. Der Sinus phrenico-costalis, der im Expirationszustande den ganzen unteren Thoraxumfang als ein schmaler, keilförmiger Raum umläuft, wird dadurch breit, und der Winkel, den Zwerchfell und Brustwand miteinander bilden, nähert sich einem rechten Winkel. In diesen Komplementärraum tritt der untere Abschnitt der Lunge, die sich infolge des erhöhten negativen Drucks in der Pleurahöhle dehnen und vergrößern konnte.

Es ist wohl zu beachten, daß selbst bei rein abdominaler Atmung die Vergrößerung der Lunge nicht nur in ihrem unteren Abschnitt erfolgt, sondern sich auch auf ihre oberen Partien erstreckt, wenn schon die Form des Thorax in seinen oberen Teilen nicht geändert wird. Man hat diese Tatsache beobachtet, indem man direkt oberhalb der Insertionsstelle des Zwerchfells an den Rippen einen Interkostalraum freipräparierte und nur die durchsichtige Pleura costalis stehen ließ. Durch dieses Pleurafenster konnte man die pigmentierte Oberfläche der Lunge vorbeigleiten sehen. Durch Anlegung gleicher Pleurafenster in höheren Interkostalräumen überzeugte man sich, daß auch die oberen Teile der Lunge sich gleichzeitig mit der Bewegung des Zwerchfells ausdehnten.

Während nun Eppinger² bei diesen Versuchen gefunden hat, daß die Verschiebung in den oberen Lungenteilen gering ist, kommt Orsós⁹ durch mechanisch-theoretische Erwägungen zu der Überzeugung, daß gerade die Dehnung der Alveolen an der Spitze am stärksten ist bei der Zwerchfellatmung. Nach seinem Dafürhalten ist die Zwerchfellatmung für die Lüftung der Lungenspitze also hochbedeutsam.

Man hat von jeher einen thorakalen und einen abdominalen Typus der Atmung unterschieden. Das Weib soll thorakal atmen, der Mann abdominal. Jetzt ist diese Auffassung im allgemeinen dahin abgeändert, daß beim Manne weder der rein abdominale noch beim Weibe der rein thorakale Typus vorkommt; wenngleich dieser allerdings überwiegt. Man hat in diesem Überwiegen der thorakalen Atmung einen phylogenetisch erworbenen sekundären Geschlechtscharakter sehen wollen, der hervorgerufen wurde durch die bei der Gravidität erschwerte Bauchatmung. Zu dieser Erklärung paßt nicht, daß z. B. Indianerweiber eine ausgesprochene Zwerchfellatmung haben; deshalb geben andere Autoren als Grund für die Brustatmung eine unzumutbare Kleidung an. Beim Manne ist nach allgemein herr-

schender Ansicht der abdominale Typus vorherrschend. Mosso beobachtete allerdings, daß der schlafende Mann sich der Brustatmung bedient.

In den Lehrbüchern der Physiologie findet man allgemein die Anschauung, daß die wirksamste Erweiterung des Thorax durch die Rippenheber erfolgt. Auch beim Mann soll die Tätigkeit der Brustmuskeln von weit größerer Bedeutung für die Atmung sein als die Kontraktion des Zwerchfells. Nach Hultkranz und Landois kommen zwei Drittel der eingeatmeten Luft auf die Wirkung der Brustmuskeln, nur ein Drittel auf die des Zwerchfells. Andere Forscher erkennen dem Zwerchfell gar keine aktive Beteiligung an der Atmung zu.

Nach den Dondersschen Berechnungen genügt eine geringe Hebung der Rippen allein, um das Volumen des Thoraxinnern um 500 ccm zu vergrößern. 500 ccm entsprechen aber genau dem Betrag der sogenannten Respirationsluft, d. h. der bei einem ruhigen Atemzuge ein- bzw. ausgeatmeten Luftmenge. Aus dieser Berechnung zog man nun vielfach den Schluß, daß die Senkung des Zwerchfells bei der Atmung für die Erweiterung nur insofern in Betracht komme, als durch die Spannung des Zwerchfells seiner Aspiration in die Brusthöhle hinein entgegengewirkt werde.

Im allgemeinen wird ein mittlerer Standpunkt in diesen Fragen eingenommen: beide Atmungstypen kommen nebeneinander vor.

Verhältnismäßig neu ist die Erkenntnis, daß das Zwerchfell als einer der wichtigsten Faktoren zur Unterstützung der Zirkulation anzusehen sei. Wohl hatte man sich klar gemacht, daß bei den großen Widerständen, die das Gefäßsystem dem strömenden Blute entgegenstellt, die Triebkraft des linken Ventrikels nicht ausreichend sei, und daß akzessorische Mechanismen bei der Füllung des Herzens eine Rolle spielen müssen. Im Lehrbuch der Physiologie von Tigerstedt von 1911 finde ich als derartigen Mechanismus nur die in der Brusthöhle stattfindende Saugung angegeben. Diese kommt für die Venen der oberen Körperhälfte wohl ausschließlich in Betracht, nicht so für die der unteren.

Man weiß dank den Untersuchungen Hasses jetzt, daß das Zwerchfell nicht nur indirekt fördernd auf den Kreislauf wirkt durch Vergrößerung des intrathorakalen negativen Druckes beim inspiratorischen Niedertreten, sondern daß es aktiv teilnimmt an der Austreibung vor allem des Leberblutes.

Durch klinische Beobachtung ist längst bekannt, daß z. B. die Halsvenen beim Husten, der eine krampfartige Exspiration darstellt, anschwellen. Trendelenburg macht darauf aufmerksam, daß bei einer tiefen Inspiration die Varizen der Beine vermehrte Füllung zeigen.

Demnach wird der venöse Blutlauf in der oberen und unteren Körperhälfte im entgegengesetzten Sinne durch die Atmung beeinflusst. Ledderhose⁶ bestätigte diese Ansicht durch seine Beobachtungen, und Mosso demonstrierte den Zusammenhang von Zirkulation und Atmung durch folgenden Versuch: Eine Person wurde horizontal auf ein equilibriertes, balancierendes Brett gelagert. Es

fand sich nun, daß bei jeder Inspiration das Fußende sich senkte, bei der Expiration dagegen das Kopfende. Auf Grund dieser Versuche kam Mosso zu der Auffassung, daß jede Inspiration eine Volumenabnahme der oberen Extremitäten bewirkt, weil das venöse Blut leichter nach der Brusthöhle abfließt; dagegen hindert der während der Inspiration erhöhte intraabdominelle Druck den Rückfluß aus den Venen der unteren Körperhälften nach dem Herzen. Folglich müssen die unteren Extremitäten eine Volumenzunahme erfahren. Von Wichtigkeit ist dabei die Beobachtung, daß bei rein diaphragmaler Atmung die Volumenzunahme der Beine sehr groß war, die der Hände nur gering.

Es ist demnach das Zwerchfell, durch dessen Niedertreten die Stauung in den Venen der unteren Körperhälfte erhöht wird. Über das „Wie“ des Vorganges geben die anatomischen Untersuchungen Hasses Aufklärung. Da aus der Kenntnis der anatomischen Verhältnisse das Verständnis für den Einfluß der Atmung auf den venösen Blutstrom sich ohne weiteres ergibt, führe ich die wichtigsten Punkte der Hasseschen Untersuchung an:

Die Vena cava inf. verläuft in einer dorsalen Furche des rechten Leberlappens.

Sie ist mit dem Foramen pro vena cava fest verwachsen, so daß sie dessen Formveränderungen alle mitmachen muß. Sie erweitert sich von der Einmündungsstelle der Lebervenen an bis zum Eintritt in den rechten Vorhof zu einem Bulbus venae cavae.

Die Venae hepaticae münden erst oberhalb des Zwerchfells in die Vena cava.

Ferner ist zu beachten, daß die Pfortader kurz vor ihrer Einmündung in die Leber zwischen Pankreas nach unten und Leberpforte nach oben gewissermaßen eingeklemmt wird.

Hasse schildert den Vorgang nun folgendermaßen: Bei der Atmung mittels der Brustmuskeln hebt sich der Brustkorb, und die vordere Bauchdecke wird eingezogen. Die Erweiterung des Thorax hat Hebung und Erweiterung der Lunge und gleichzeitig eine solche des Perikards zur Folge. Dadurch kommt eine Ansaugung des venösen Blutes aus dem über dem Zwerchfell gelegenen Körperteil zustande. Da der Bulbus venae cavae ebenfalls über dem Zwerchfell liegt, nimmt auch er teil an der Erweiterung und erleichtert so den Lebervenen den Abfluß in die untere Hohlvene. Selbst bei rein thorakaler Atmung erfolgt eine geringe Abflachung des Zwerchfells. Es resultiert daraus eine Erweiterung des Foramen quadrilaterum und damit ein besserer Abfluß aus dem oberen Abschnitt der Cava inf. Die Ansaugung der Lebervenen wird noch unterstützt durch die Pressung, die die Leber und die untere Hohlvene in ihrem hypophrenischen Abschnitt erfährt. Diese Pressung setzt sich fort auf die Pfortader, die unter dem Druck der eingezogenen Bauchwand zwischen Leber und Pankreas eingeklemmt wird. Dadurch muß auch Rückstauung im Pfortadergebiet erfolgen.

Bei der reinen Zwerchfellatmung wird das Zwerchfell nicht nur gespannt, sondern es tritt auch tiefer. Die Leber wird deshalb stark gepreßt; denn von unten her erfährt sie durch den vermehrten intraabdominellen Druck eine feste Unter-

stützung. Nach oben bietet ihr das gespannte Zwerchfell einen unnachgiebigen Widerstand. Das Blut der Leber steht daher unter allseitigem Druck und muß zum Ausweichen den einzig möglichen Weg nach oben nehmen in die erweiterten Lebervenen. Der Abfluß ist um so leichter, als durch das tiefe Niedertreten des Zwerchfells auch das Foramen quadrilaterum stärker noch als bei der Brustatmung erweitert wurde, und ebenfalls der untere Perikardialraum.

Dem vermehrten Abfluß des Leberblutes entspricht eine größere Stauung im Pfortadergebiet, denn die Vena portae wird natürlich durch den tiefen Deszensus stärker gedrückt. Auch die Stauung im Gebiet der Vena cava ist größer, denn der untere Teil der Hohlader wird durch die Zwerchfellschenkel zusammengepreßt, und außerdem lastet noch der erhöhte intraabdominale Druck auf ihm. Bei der gemischten Atmung kombinieren sich die beschriebenen Vorgänge.

Der Effekt der Zwerchfelltätigkeit setzt sich also zusammen aus einem statischen und einem dynamischen Moment. Beide sind unlöslich miteinander verknüpft. Für die Respiration ist vielleicht die Statik wichtiger, für die Unterhaltung der Leberzirkulation kommt dagegen fast ausschließlich die Dynamik in Betracht. Für ein günstiges Zusammenwirken beider Effekte, aber besonders für den dynamischen, ist reichliche Muskelsubstanz Vorbedingung, denn je mehr Muskelmasse, desto mehr funktionierende Substanz.

Aus theoretischen Erwägungen kommt man zu der Annahme, daß die rechte Hälfte des Zwerchfells, die die größere Arbeitsleistung hat, auch mehr Muskelmasse haben muß. Daß die Kontraktionsmöglichkeit rechts größer ist als links, sieht man am Röntgenschirm. Während bei der Expiration die rechte Zwerchfellkuppe in der Regel um einen Interkostalraum höher steht als die linke, stellen sich beide während der Inspiration annähernd horizontal.

Durch Wägung, die allerdings nur in einer kleinen Zahl von Fällen durchgeführt wurde, fand ich tatsächlich, daß die rechte Zwerchfelloberfläche schwerer ist als die linke.

Ich komme nun zu der eigentlichen Aufgabe dieser Arbeit, nämlich mitzuteilen, was ich durch Wägung über die Muskelmasse des Zwerchfells feststellen konnte.

Das mir zur Verfügung stehende Sektionsmaterial setzte sich aus Individuen der verschiedensten Altersklassen zusammen. Daß ziemlich viele jugendliche, kräftige Männer, vorwiegend Soldaten, zur Sektion kamen, war insofern günstig, als es mir dadurch möglich wurde, einen Mittelwert zu berechnen, den ich als Vergleichsgrundlage benutze. Durch die in Jena im September v. J. herrschende Typhusepidemie bekam ich, was selten ist, verhältnismäßig viele Leichen von Personen beiderlei Geschlechts der Pubertätszeit; ebenso erwachsene junge Weiber.

Die Präparationstechnik war einfach. Nach Eröffnung der Bauchhöhle wurde der Zwerchfellstand bestimmt und dann der vordere Abschnitt des Zwerchfells durch einen Schnitt scharf am Knochen entlang vom Sternum und von den Rippenknorpeln losgelöst. Nach Herausnahme aller Eingeweide hing das Zwerchfell als schlafe Membran zwischen Bauch- und Brusthöhle. Nachdem ich die Zwerchfellschenkel präpariert hatte, trennte ich den peritonäalen Überzug auf der abdominalen Seite und die Pleura auf der kostalen an ihrem Übergang auf das Zwerchfell ein Stück weit ab und konnte mir nun durch ein leichtes Spannen des Zwerchfells seine fleischigen Ansatzzacken

an den Rippen gut sichtbar machen. Alle anhaftenden fremden Teile wurden von dem herausgenommenen Zwerchfell sorgfältig abpräpariert, so daß nur die Muskulatur und das Centrum tendineum gewogen wurden.

Ich schicke voraus, daß sich bei der Sichtung des Materials und Unterbringung in einzelne Rubriken herausstellte, daß die Zahl der Zwerchfelle nicht groß genug war, um die gefundenen Werte mit voller Sicherheit aus dem Bereich des Zufallsbefundes herauszuheben. Um durchgehende gesetzmäßige Beziehungen zu finden, hätte ich über eine noch größere Reihe von Einzelbeobachtungen verfügen müssen. So muß ich mich darauf beschränken, nur eine Anregung zu geben.

Es ergab sich beim Durchsehen des Materials, daß die Arbeit in der Hauptsache auf die Beantwortung der Frage hinauslaufen würde, ob das Zwerchfell atrophisch oder hypertrophisch ist, und inwieweit die Masse des Zwerchfells von Alter, Geschlecht und Krankheit abhängig ist.

Zuerst war es erforderlich, ein Normalzwerchfell mit einem mittleren Gewichtswert zu gewinnen, durch dessen Vergleich ich andere Zwerchfelle als abnorm schwer oder abnorm leicht erkennen konnte. Ich habe aus dem vorhandenen Material eine Anzahl von Männern und Frauen herausgesucht, die man wohl, was Alter, Statur, Verhalten von Muskeln und Organen als Vertreter eines mittleren Menschen ansprechen konnte. Ich wählte Männer von über 20 bis gegen 50 Jahre und Weiber vom 20. bis 40. Jahre. In dieser Zeit ist die Körperentwicklung vollendet und bleibt annähernd konstant. Später machen sich bei Frauen klimakterische Veränderungen bemerkbar, und auch bei Männern zeigen sich allerhand präsenile Erscheinungen.

Nächst dem Alter ist das Körpergewicht zu berücksichtigen; es soll weder ein größeres Übergewicht noch ein nennenswertes Untergewicht bestehen. Einen Anhaltspunkt für Bestimmung des normalen Gewichts gibt die Oedersche Formel:

$$\text{Länge in cm} - 100 = \text{Gewicht in Kilogramm.}$$

Die Formel hat absolute Gültigkeit natürlich nur für proportionierte Individuen, läßt sich aber auch ohne zu große Fehler für den Durchschnittsmenschen anwenden. Natürlich ist darauf zu achten, daß ein für die Größe ganz passendes Gewicht nicht vorgetäuscht wird etwa durch übermäßige Fettleibigkeit, durch ausgedehnte Ödeme oder durch Hydrops der serösen Höhlen usw. Diesen Fehler läßt die Inspektion leicht vermeiden. Bei einigen Individuen, die ich in der Tabelle der Normalmenschen untergebracht habe, wird man ein Untergewicht finden. Das liegt daran, daß bei diesen Leichen das Fettpolster stark reduziert war, während die Muskulatur noch kräftig war und anscheinend noch nicht an der Abmagerung teilgenommen hatte. Auf kräftig entwickelte Muskulatur legte ich bei den Leichen, die mir den Gewichtswert für ein Normalzwerchfell liefern sollten, den Hauptwert. Das wertvollste Material boten Männer, die durch Unglücksfall ganz plötzlich gestorben waren. Leute mit chronischen Krankheiten in diese Rubrik aufzunehmen, habe ich vermieden; ebenfalls solche, die sonst durchaus hineingepaßt hätten, bei denen aber eine Arbeitshypertrophie des Herzens vorlag. Diese sind

in einer besonderen Tabelle untergebracht. Bei Innehalten dieser Vorbedingungen erhielt ich nicht etwa ein Durchschnittsgewicht einer Anzahl beliebiger Fälle, sondern einen mittleren Gewichtswert des Zwerchfells von Repräsentanten des gereiften jugendlichen Alters. Individuen, die den gestellten Anforderungen genügten, fanden sich leider doch nicht mehr als die in den beifolgenden Tabellen angeführten 14 Männer und 11 Frauen.

Zu der Tabelle sind noch einige Erklärungen nötig:

S.-N. = Sektionsnummer.

A. u. G. = Alter und Geschlecht.

K.-L. = Körperlänge in Zentimetern.

K.-G. = Körpergewicht in Kilogramm.

H.-G. = Herzgewicht in Gramm.

Z.-G. = abs. Zwerchfellgewicht in Gramm.

Z.:K. = Verhältnis des Zwerchfellgewichts zum Körpergewicht in Prozenten angegeben.

Z.:M. = Verhältnis des Zwerchfellgewichts zum Gewicht der Gesamtmuskulatur in Prozenten angegeben.

Z.:H. = Verhältnis des Zwerchfellgewichts zum Herzgewicht.

Tabelle 1.
Männer im Alter der Reife.

S.-Nr.	A. u. G.	K.-L.	K.-G.	H.-G.	Z.-G.	Z.:K. %	Z.:M. %	Z.:H.
331	23j. M.	153	55	280	198	0,36	1	1:1,4
332	22j. M.	152	50	288	222	0,44	1,23	1:1,3
341	34j. M.	169	60	350	244	0,4	1,03	1:1,43
370	47j. M.	165	62	316	210	0,34	0,94	1:1,5
256	20j. M.	174	65	260	262	0,4	1,12	1:1
275	22j. M.	180	77	320	268	0,35	0,97	1:1,2
296	19j. M.	160	59	290	250	0,42	1,17	1:1,16
299	27j. M.	158	60	306	276	0,46	1,2	1:1,1
324	26j. M.	163	61	302	262	0,43	0,83	1:1,11
300	22j. M.	147	42	234	190	0,45	1,25	1:1,7
355	29j. M.	150	49	322	228	0,46	1,29	1:1,4
351	24j. M.	168	53	324	262	0,49	1,36	1:1,2
386	26j. M.	166	60	364	282	0,47	1,3	1:1,29
380	35j. M.	161	66	306	294	0,45	1,2	1:1,04

Kurzer Auszug aus den Sektionsprotokollen.

S.-Nr. 331. 23jähriger Soldat mit gut entwickelter Muskulatur. Schußverletzung der linken Schulter. Aneurysma arterio-venosum der linken Arterie und Vena subclavia. Plötzlicher Tod während der Operation des Aneurysmas bei Eröffnung der Pleurahöhle. Gesunde Lungen, keine Zeichen von Zirkulationsstörungen.

S.-Nr. 332. 22jähriger Soldat. Schußverletzung des Schädels. Hirnprolaps. Eitrige Meningitis.

S.-Nr. 341. 34jähriger Soldat. Schußverletzung des Schädels. Eitrige Leptomeningitis, terminale Bronchopneumonie.

S.-Nr. 370. 47jähriger Arbeiter. Vereiterte Verletzung der rechten Hand mit anschließender Allgemeininfektion. Terminale hypostatische Pneumonie des rechten Unterlappens.

S.-Nr. 256. 20jähriger Soldat. Schwerste akute hämorrhagische Nephritis unbekannten Ursprungs. Hämolytischer Milztumor.

S.-Nr. 275. 22jähriger Soldat. Allgemeininfektion, ausgehend von Steckschußverletzung des Rückenmarks.

S.-Nr. 296. 19jähriger Arbeiter. Strangulationsileus, verursacht durch ein Meckelsches Divertikel.

S.-Nr. 299. 27jähriger Arbeiter. Traumatische Darmruptur. Peritonitis.

S.-Nr. 324. 26jähriger Soldat. Schußverletzung des rechten Arms. Erysipel. Allgemeininfektion.

S.-Nr. 300. 22jähriger Soldat. Schußverletzung der Wirbelsäule, ascendierende Entzündung der Rückenmarkshäute und Meningen.

S.-Nr. 355. 29jähriger Arbeiter. Typhus, Bronchopneumonie.

S.-Nr. 351. 24jähriger Arbeiter. Typhus.

S.-Nr. 386. 26jähriger Glasbläser. Typhus. Hypostase der Lungen.

S.-Nr. 380. 35jähriger Arbeiter. Typhus. Hypostatische Hyperämie der Unterlappen.

Aus der Tabelle ersieht man, daß das absolute Gewicht der einzelnen Zwerchfelle großen Schwankungen unterliegt. Das Höchstgewicht betrug 294 g, das niedrigste Gewicht 190 g, das Durchschnittsgewicht 246,28 g.

Berechnungen des Verhältnisses von Zwerchfellgewicht zu Körpergewicht ergaben geringere Differenzen. Ich berechnete das Prozentverhältnis nach folgender Gleichung:

$$\text{Zwerchfellgewicht} : \text{Körpergewicht} = x : 100.$$

Als Höchstwert fand ich 0,49%, als niedrigsten Wert 0,338%, als Durchschnittswert 0,422%.

In der Tabelle habe ich auch das Verhältnis des Zwerchfells zu der Gesamtmuskulatur zum Ausdruck gebracht. Bei Berechnung der Gesamtmuskulatur stützte ich mich auf die Angaben Theiles, nach denen die Muskulatur eines erwachsenen Mannes 36% des Körpergewichts beträgt. Sie kann ansteigen auf 45%, herabgehen auf 31%. Ich legte meinen Berechnungen 36% zugrunde.

Auf die Berechnung des Verhältnissgewichtes von Zwerchfell zu Körper ist in dieser Tabelle mehr Wert zu legen als auf die Verhältniszahl, die sich aus der Gegenüberstellung von Zwerchfell und Gesamtmuskulatur ergibt. Wenn letzteres Verfahren, wo Gleiches mit Gleichem verglichen wird, logischer ist, so ist anderseits der Vergleich zwischen Zwerchfell- und Körpergewicht in allen Fällen durchzuführen, während sich die Gesamtmuskulatur nur für sozusagen gesunde Durchschnittsmenschen und auch dann nur annäherungsweise berechnen läßt.

Das Zwerchfellgewicht auf das Gewicht der Gesamtmuskulatur bezogen betrug in Prozenten: im Maximum 1,36%, im Minimum 0,966%, im Durchschnitt 1,134%.

Endlich schien es mir noch wichtig, das Zwerchfellgewicht zu vergleichen mit dem Herzgewicht. Ich setzte zu diesem Zweck das Zwerchfellgewicht = 1 und berechnete, wievielfach das Herz schwerer ist.

Zwerchfell : Herz im Maximum = 1 : 1,7, im Minimum = 1 : 1, im Durchschnitt = 1 : 1,27.

Vielleicht ist aus der verhältnismäßig geringfügigen Differenz zwischen den einzelnen Werten der vorsichtige Schluß abzuleiten, daß Zwerchfell und Herz in

einer gesetzmäßigen Beziehung zueinander stehen. Wir werden später an Beispielen sehen, daß bei einer größeren Differenz von Zwerchfell- und Herzgewicht fast immer Zirkulationsstörungen vorhanden sind. Vielleicht läßt sich daraus ein Beweis ableiten für die große Bedeutung des Zwerchfells als zirkulationsförderndes Organ.

Es wäre interessant gewesen, durch die Wage festzustellen, ob das Zwerchfell oder die thorakalen Atemmuskeln schwerer sind. Mit vorsichtiger Einschränkung (das Zwerchfell dient ja nicht allein der Atmung) hätte man dem schwersten Muskel als dem funktionstüchtigsten dann die Hauptarbeit bei der Atmung zuschreiben dürfen. Aus technischen Gründen verbot sich die Präparation der Brustmuskeln. Aus den von Theile gefundenen Werten habe ich berechnet, daß die Brustmuskulatur des erwachsenen Mannes 2,7% der Gesamtmuskulatur beträgt. Aus dem hohen Gewicht darf man aber deshalb nicht auf eine erhöhte Arbeitsleistung schließen, weil die auxiliären Atemmuskeln mit eingerechnet sind, die unter normalen Verhältnissen nicht mitwirken bei der Atmung. Theile hat nur an zwei Leichen die Mm. intercostales präpariert und einen Wert von 185,5 g beim erwachsenen Mann gefunden.

Bei Aufstellung der Tabelle für Frauen verfuhr ich nach denselben Grundsätzen wie bei der Männertabelle.

Tabelle 2.
Weiber im Alter der Reife.

S.-Nr.	A. u. G.	K.-L.	K.-G.	H.-G.	Z.-G.	Z.:K. %	Z.:M. %	Z.:H.
334	38j. W.	151	56	258	176	0,31	1	1:1,46
336	39j. W.	159	56	290	158	0,28	0,81	1:1,8
340	20j. W.	150	60	228	160	0,27	0,86	1:1,4
366	31j. W.	157	44	270	144	0,33	1	1:1,8
350	37j. W.	159	58	278	172	0,29	0,95	1:1,6
343	26j. W.	150	47	208	150	0,3	1	1:1,38
342	34j. W.	141	50	226	188	0,37	1,2	1:1,2
240	38j. W.	152	55	310	180	0,33	1,05	1:1,73
407	33j. W.	161	54	228	214	0,39	1,2	1:1,06
400	30j. W.	148	45	200	185	0,4	1,3	1:1,08
348	38j. W.	158	53	268	144	0,27	0,87	1:1,8

Auszug aus den Sektionsprotokollen zu Tabelle 2.

S.-Nr. 334. 38jähriges Weib. Verblutungstod bei Placenta praevia. Weite untere Thoraxapertur. Rektusdiastase.

S.-Nr. 336. 39jähriges Weib. Schwerer, schnell verlaufender Typhus. Gesunde Lungen.

S.-Nr. 340. 20jähriges Weib. Typhus. Bronchopneumonie.

S.-Nr. 366. 31jähriges Weib. Typhus. Hypostatische Pneumonie. Geringe Mitralklappenstenose.

S.-Nr. 350. 37jähriges Weib. Verblutungstod bei Abortus incompletus.

S.-Nr. 343. 36jähriges Weib. Typhus der 2. Woche.

S.-Nr. 342. 34jähriges Weib. Peritonitis. Beginnende Pneumonie. Geringer Zwerchfellhochstand.

S.-Nr. 240. 38jähriges Weib. Allgemeininfektion nach Gesichtsfurunkel. Aspirationspneumonie.

S.-Nr. 407. 33jähriges Weib. Geheilter Typhus. Eitrig-fibrinöse Peritonitis nach Perforation der Blase.

S.-Nr. 400. 30jähriges Weib. Perforationsperitonitis bei Typhus. Ileus mit geringem Zwerchfellhochstand.

S.-Nr. 348. 38jähriges Weib. Typhus.

Das bei Weibern gefundene Höchstgewicht des Zwerchfells beträgt 214 g. Als niedrigstes Gewicht ergab sich 144 g. Das Durchschnittsgewicht der 11 Zwerchfelle betrug 170 g.

Das Verhältnissgewicht des Zwerchfells zum Körper, in Prozenten berechnet, betrug: im Maximum 0,4%, im Minimum 0,266%, im Durchschnitt 0,322%.

Das Verhältnissgewicht des Zwerchfells zur Gesamtmuskulatur betrug: im Maximum 1,3%, im Minimum 0,81%, im Durchschnitt 1,02%.

Zwerchfell : Herz: im Maximum 1 : 1,8, im Minimum 1 : 1,06, im Durchschnitt 1 : 1,482.

Die Gesamtmuskulatur beim Weibe wurde nach Theile mit 31% des Körpergewichts berechnet. Es ist vielleicht nicht unwichtig, darauf aufmerksam zu machen, daß das Verhältnissgewicht des Zwerchfells zum Körper beim Weibe ziemlich viel niedriger ist als beim Manne. Vielleicht deutet dieses Verhalten darauf hin, daß tatsächlich eine minderwertige Anlage des Zwerchfells beim Weibe vorliegt und die Brustatmung bei ihm der von Natur gewollte Atmungstyp ist.

Die aus diesen beiden Tabellen gefundenen Zahlenwerte benutze ich im Verlauf der Arbeit als Grundlage für die Beurteilung des Zwerchfells bei pathologisch veränderten Organismen sowie im Greisen- und Kindesalter.

Tabelle 3.
Kinder von der Geburt bis zu 5 Jahren.

S.-Nr.	A. u. G.	K.-L.	K.-G.	H.-G.	Z.-G.	Z.:K. %	Z.:M. %	Z.:H.
435	totgb. M.	51	2,5	—	27	1,08	5,1	—
423	totgb. W.	54	3,05	31	34	1,1	5,5	1:0,9
416	17täg. M.	55	3,46	—	26	0,75	3,57	—
365	1½j. W.	71	8	62	47	0,58	3,12	1:1,4
357	2j. M.	80	12	70	68	0,57	3	1:1,3
289	2j. W.	87	12	64	58	0,48	2,57	1:1,1
272	2j. M.	78	10	66	74	0,74	3,9	1:0,89
263	2j. W.	77	12	50	48	0,4	2,1	1:1
434	2j. M.	83	23	74	56	0,24	1,29	—
237	2½j. M.	67	10	52	62	0,62	3,29	1:0,84
226	2½j. W.	83	13,1	72	79	0,6	3,2	1:0,9
297	3½j. M.	97	17	94	78	0,46	2,44	1:1,2
295	4j. W.	97	18	86	90	0,5	2,65	1:0,95
259	4j. M.	74	12	70	54	0 45	2,39	1:1,29
267	5j. M.	102	18	88	64	0,3	1,97	1:1,37

Tabelle 4.
Kinder von 6—10 Jahren.

S.-Nr.	A. u. G.	K.-L.	K.-G.	H.-G.	Z.-G.	Z.:K. %	Z.:M. %	Z.:H.
320	6j. W.	102	15	92	84	0,56	—	1:1,08
239	6j. M.	100	17	90	92	0,54	—	1:0,9
414	8j. M.	114	23	130	110	0,487	—	1:1,8
248	9j. M.	123	25	154	149	0,59	—	1:1
349	10j. W.	120	19,3	—	100	0,51	—	—
368	10j. W.	113	17	112	79	0,46	—	1:1,4
303	10j. M.	121	21	120	92	0,43	—	1:1,3
376	10j. M.	133	28	166	132	0,4	—	1:1,2

Kurzer Auszug aus den Sektionsprotokollen zu Tabelle 3 und 4.

S.-Nr. 435. Ausgetragenes, totgeborenes Kind.

S.-Nr. 423. Ausgetragenes Kind, totgeboren bei Eklampsie der Mutter.

S.-Nr. 416. 17tägiges Kind. Nicht ganz geklärter plötzlicher Tod, wahrscheinlich durch Erstickung.

S.-Nr. 365. 1½jähriges Mädchen in gutem Ernährungszustand. Eitrige Leptomeningitis.

S.-Nr. 357. 2jähriger Knabe. Empyem der linken Pleurahöhle. Chronische Pleuritis.

S.-Nr. 289. 2jähriges Mädchen mit schlaffer Muskulatur. Rachitis. Allgemeininfektion nach Scharlach.

S.-Nr. 272. Kräftig entwickeltes Kind (2jähriger Knabe) mit durchaus gesunden Organen. Tod durch Verbrühung.

S.-Nr. 263. 2jähriges Mädchen. Kräftig; gut genährt. Diphtherie.

S.-Nr. 434. 2jähriger Knabe mit pastösem Habitus. Abgeheilte Diphtherie, Pneumonie. Plötzlicher Herztod.

S.-Nr. 237. 2½jähriger Knabe in gutem Ernährungszustand. Akute Bronchopneumonie.

S.-Nr. 226. 2½jähriges Mädchen. Gut genährt und kräftig entwickelt. Völlig gesunde Organe. Schädelbasisfraktur durch Sturz vom Balkon.

S.-Nr. 297. 3½jähriger Knabe. Kräftig entwickelt. Bronchopneumonie.

S.-Nr. 295. 4jähriges Mädchen. Appendizitis. Abgekapseltes Empyem der linken Pleurahöhle. Hypertrophie des linken Ventrikels.

S.-Nr. 259. 4jähriger Knabe. Mit mittelguter Muskulatur. Tuberkulöse Meningitis.

S.-Nr. 267. 5jähriger Knabe. Mäßiger Ernährungszustand. Scharlach. Pleuritis.

S.-Nr. 320. 6jähriges Mädchen. Kräftig entwickelt. Diphtherie.

S.-Nr. 239. 6jähriger Knabe. Kräftige Muskulatur. Bronchopneumonie. Kompression der Trachea durch Lymphknoten. Tracheotomie.

S.-Nr. 414. 8jähriger Knabe. Mittelmäßige Muskulatur. Typhus.

S.-Nr. 248. 9jähriger Knabe. Mager, schlecht entwickelt. Appendizitis mit Perforation. Scharlach.

S.-Nr. 376. 10jähriger Knabe. Schlank gebaut. Verkäste Mesenteriallymphknoten. Typhus.

S.-Nr. 303. 10jähriger Knabe. Klein und zart gebaut. Diphtherie.

S.-Nr. 349. 10jähriges Mädchen. Mäßig entwickelte Muskulatur. Typhus. Bronchopneumonie. Schädelbasisfraktur.

S.-Nr. 368. 10jähriges Mädchen. Mager, muskelschwach. Typhus. Pneumonie.

Die auf Tabelle 3 angeführten Kinder habe ich eingeteilt in Neugeborene, Säuglinge und Kinder im Milchzahnalter; letztere Lebensperiode rechnete ich vom 1. bis 5. Jahr.

Von Neugeborenen habe ich leider nur 3 Leichen präpariert, wenn ich das 17tägige Kind hinzurechnen darf.

Ich bemerke, daß die Neugeborenen ausgetragen und gesund waren und bei der Geburt starben. Das eine war erstickt bei Eklampsie der Mutter, das andere hatte bei der Geburt eine Blutung der Hirnhäute erlitten. Von dem 17tägigen Kinde existiert eine ideale Gewichtskurve, was auf eine regelrechte, gesunde Entwicklung schließen läßt. Es starb unbeobachtet in der Nacht. Die Sektion ergab Zeichen des Erstickungstodes.

Die von diesen Kindern gewonnenen Daten dürfen wohl als der Norm entsprechend anzusehen sein.

Ich schicke noch voraus, daß die Gesamtmuskulatur nach der Berechnung Theiles für Neugeborene 20—22% des Körpergewichts beträgt. Ich habe mit 21% gerechnet.

In der Tabelle sind die Kinder so geordnet, daß mit dem jüngsten angefangen wurde.

In der Tabelle fällt auf: erstens, daß das absolute Zwerchfellgewicht allmählich anzusteigen scheint, während das Verhältnissgewicht des Zwerchfells zur Gesamtmuskulatur kontinuierlich abnimmt. Je jünger das Kind ist, desto höher sind die Verhältnissgewichte. Rein anatomisch betrachtet unterscheidet sich das kindliche Zwerchfell von dem des Erwachsenen augenfällig dadurch, daß der muskuläre Anteil sehr kräftig ausgebildet ist; er springt geradezu wulstig vor. Das Centrum tendineum dagegen ist sehr klein.

Wenn man das Zwerchfell des Kindes mit dem des Erwachsenen vergleicht, so muß man es im höchsten Grade hypertrophisch finden. Das Zwerchfell des erwachsenen Mannes beträgt 1,134% der Gesamtmuskulatur, das des Neugeborenen im Durchschnitt 5,3%, also fast 5mal so viel.

Wodurch und weshalb diese Hypertrophie?

Als eine der Hauptursachen der Hypertrophie betrachtet man die Funktion; vielleicht ist sie im postfötalen Leben der wichtigste Anreiz für den dem Körper innewohnenden Wachstumstrieb. Nun waren die beiden jüngsten Kinder im Augenblick der Geburt gestorben. Das Zwerchfell hatte bei ihnen noch nicht gearbeitet, die Funktion selbst kann also hier die Hypertrophie nicht verursacht haben. Wir sehen immer wieder, daß der Körper eine große Zweckmäßigkeitstendenz besitzt. Ich nehme eine solche auch für den werdenden Körper an und stelle mir vor, daß der Neugeborene aus Zweckmäßigkeitsgründen bereits mit einem sehr kräftigen Zwerchfell ausgestattet zur Welt kommt. Weißenberg sagt, daß es nicht nur Wachstumsvorgänge gibt, die durch die Funktion selbst hervorgerufen werden, sondern auch solche, die vorbereitend wirken sollen für die Funktion eines Körperteils. Beim Neugeborenen erwartet das Zwerchfell eine wichtige

Aufgabe; seiner Kontraktion liegt es ob, den Brustkorb so zu erweitern, daß die kollabierte Lunge sich vollständig mit Luft füllen kann. Das will viel mehr bedeuten als ein ausgiebiger Atemzug bei schon entfalteter Lunge. Ist eine Lunge einmal gefüllt gewesen, so wird sie, außer unter pathologischen Bedingungen, im ganzen Leben nicht wieder luftleer; auch nach der tiefsten Expiration bleibt noch die mehr als das Doppelte der Respirationsluft betragende Residualluft in der Lunge zurück. Die aufzuwendende Kraft für den ersten Atemzug ist also sehr groß, und sie wird allein von dem Zwerchfell geliefert. Denn während der Erwachsene, wie aus der Physiologie der Atmung bekannt ist, neben der abdominalen noch die vielleicht ausgiebigere kostale Atmung hat, atmet der Säugling so gut wie ausschließlich mit dem Zwerchfell. Den Grund dafür erkennt man, wenn man den Thorax beim jungen Kinde betrachtet: er ist stark gewölbt und in longitudinaler Richtung verkürzt. Man könnte seine Stellung vergleichen mit der des starren Thorax bei einem Emphysematiker. Er steht sozusagen in maximaler Inspirationsstellung, d. h. die Rippen bilden mit der Wirbelsäule fast einen rechten Winkel. Erst wenn das Kind aus der vorwiegend liegenden Stellung in die aufrechte Körperhaltung übergeht, findet eine Art von Deszensus der vorderen Brustwand statt, indem die Rippen sich schräg nach abwärts senken und seitlich ausbiegen. Erst durch diese Veränderungen wird es möglich, daß sich nach und nach auch eine Brustatmung entwickelt.

Jedenfalls können im Beginn des Lebens die Rippenheber durch ihre Kontraktion nichts ausrichten; eine Erweiterung des Thorax in querer Richtung ist nahezu ausgeschlossen. Es bleibt nur die Möglichkeit einer Vergrößerung des Thoraxinnenraums in longitudinaler Richtung, und diese besorgt das Zwerchfell allein. Es ist gut vorbereitet für seine Aufgabe: es ist muskelkräftig, sein dynamischer Effekt wird also groß sein, zumal da seine Statik denkbar günstig ist. Es steht beim Kinde sehr hoch: die Kontraktionsmöglichkeit und die Möglichkeit des Tieftretens sind groß.

Neben der Funktion des Atemholens erfüllt das Zwerchfell ferner von Geburt an die ihm obliegende Beeinflussung der Zirkulation. Nach Hasse ist der Grund für das verhältnismäßig schnelle Abschwollen der Leber die mit der Geburt einsetzende Atembewegung. Der Mensch kommt mit einer sehr großen Leber zur Welt. Vor der Geburt waren nur die Herzbewegungen die treibenden Kräfte bei der Strömung im Pfortadergebiet, deshalb mußte die Stromgeschwindigkeit gering sein; das Blut staute in dem Kapillarsystem. Wirkt nun aber das Zwerchfell aktiv als Druckpumpe auf die Leber ein, dann muß die Zirkulation beschleunigt werden; die Leber schwillt ab. Ebenso soll die Preßwirkung des Zwerchfells auf die Leber nach Ansicht Hasses dazu nötig sein, den Gallensekreten den Abfluß nach dem Darm zu erleichtern. Aus anatomischen Gründen, wegen der ungünstigen Verlaufsrichtung der großen Gallenausführungsgänge, kann sich die Galle beim Kinde nicht spontan entleeren, um so weniger, wenn die Leber durch Blutüberfüllung auch noch geschwollen ist. Nebenbei bemerkt, glaubt Hasse aus diesen Verhältnissen den Icterus neonatorum erklären zu können.

Ein Blick auf Tabelle 3 zeigt, daß bei Kindern im Milchzahnalter das hohe relative Gewicht fortbesteht und erst nach und nach heruntergeht, bis es bei dem 5jährigen Knaben nur noch 1,97% der Gesamtmuskulatur beträgt.

Die Gesamtmuskulatur wurde bei Kindern im Milchzahnalter mit 18,8% veranschlagt, einer Zahl, die ich durch Berechnung aus den Tabellen Theilës gewonnen habe.

Wenn die Abnahme des Verhältnism Gewichts des Zwerchfells nicht ganz kontinuierlich vor sich geht, so muß man in Betracht ziehen, daß die Kinder krank waren und die Gewichtsverhältnisse nicht mehr in allen Fällen der Norm entsprechen können. Als Typus der gesunden Vertreter dieses Lebensalters können nur Nr. 277 und Nr. 262 gelten. Beide verloren durch Unglücksfall das Leben. Auch waren diese Kinder wohlproportioniert. Ihre Längen- und Gewichtszahlen stimmen gut überein mit den von Stratz für jenes Lebensalter aufgestellten Daten. Bemerkenswert erscheint mir bei diesen gesunden Kindern das Verhältnis von Zwerchfell und Herz. Das Herz ist etwas leichter als das Zwerchfell; bei Erwachsenen ist es umgekehrt; also kommt das Wachstum des Zwerchfells eher zum Stillstand als das des Herzens.

Ich erörtere aus dieser Tabelle nur die Fälle, wo die Gewichtsverhältniszahlen sehr große Abweichungen von der Regel, die eine kontinuierliche Abnahme fordert, zeigen. Bei Nr. 263 würde man erwarten dürfen, daß das Zwerchfellgewicht etwa 5% des Körpergewichts und 3% der Gesamtmuskulatur betrage. Das Mißverhältnis kommt zustande einmal durch das niedrige Zwerchfellgewicht, andrerseits ist das Körpergewicht zu hoch. Nach Stratz soll ein Körper von einer Länge von 77 cm ca. 9 kg wiegen. Besonders groß ist das Mißverhältnis bei Nr. 434. Während das Zwerchfellgewicht eines 2jährigen Kindes sonst durchschnittlich 0,538% des Körpergewichts ausmacht, beträgt es hier nur 0,24%, weniger als beim Erwachsenen. Es besteht hier bei normaler Länge ein enormes Übergewicht. Das Kind hat das Doppelte des ihm zukommenden Körpergewichts.

Auch bei den größeren Kindern auf Tabelle 4, es handelt sich um 6—10-jährige, zeigt sich ziemlich deutlich eine stetig fortschreitende Abnahme des relativen Gewichts. Abweichungen lassen sich durch pathologische Veränderungen, sei es schlaffe, schlecht entwickelte Muskulatur, sei es allgemeine Abmagerung, sei es erhöhte funktionelle Inanspruchnahme des Zwerchfells, erklären. Auch dadurch, daß die Kinder oft nicht proportioniert sind, z. B. in Länge und Gewicht einem jüngeren Kinde entsprechen würden oder umgekehrt.

Die Gesetzmäßigkeit läßt sich nach den angeführten Tabellen nur ahnen. Sie würde sicher zutage treten, wenn ich proportionierte gesunde Kinderleichen zur Verfügung gehabt hätte. Ich behaupte deshalb zusammenfassend, daß das Kind mit einem zum Körpergewicht und zur Gesamtmuskulatur hohen Zwerchfellgewicht geboren wird; daß im Laufe der Jahre eine stetige Abnahme des relativen Gewichts und eine stetige Zunahme des absoluten Gewichts stattfindet.

Tabelle 5.
Knaben von 12—18 Jahren.

S.-Nr.	A. u. G.	K.-L.	K.-G.	H.-G.	Z.-G.	Z.:K. %	Z.:M. %	Z.:H.
383	12j. M.	155	37	230	138	0,37	—	1:1,6
395	15j. M.	145	31	170	140	0,45	—	1:1,2
439	15j. M.	157	47	244	188	0,4	—	1:1,29
438	15j. M.	155	56	322	214	0,382	—	1:1,5
233	15j. M.	139	44	185	152	0,345	—	1:1,2
433	15¼j. M.	165	64	304	212	0,33	—	1:1,4
392	16j. M.	167	47	326	250	0,53	—	1:1,3
396	16½j. M.	169	47	258	188	0,4	—	1:1,3
373	18j. M.	148	37	228	220	0,6	—	1:1

Tabelle 6.
Mädchen von 11—16 Jahren.

S.-Nr.	A. u. G.	K.-L.	K.-G.	H.-G.	Z.-G.	Z.:K. %	Z.:H.
413	11j. W.	124	22	122	106	0,48	1:1,1
409	11j. W.	128	24	138	102	0,42	1:1,3
298	11j. W.	133	22	118	90	0,4	1:1,3
225	12j. W.	137	34	176	176	0,5	1:1
352	13j. W.	148	34	164	162	0,47	1:1
261	14j. W.	151	46	244	148	0,32	1:1,6
367	15j. W.	161	73	232	140	0,2	1:1,6
377	15j. W.	150	45	240	173	0,38	1:1,3
238	16j. W.	148	35	168	125	0,35	1:1,3
364	16j. W.	—	—	—	220	—	—
379	16j. W.	—	—	—	171	—	—

Kurzer Auszug aus den Sektionsprotokollen zu Tabelle 5.

- S.-Nr. 383. 12jähriger Knabe. Stark abgemagert; muskelschwach. Typhus. Pneumonie.
 S.-Nr. 395. 15jähriger Knabe. Abgemagert. Mäßig entwickelte Muskulatur. Typhus.
 S.-Nr. 439. 15jähriger Knabe. Kräftige Muskulatur. Gesunde Organe. Tod durch Selbstmord.
 S.-Nr. 438. 15jähriger Knabe. Status thymico-lymphaticus. Interstitielle Myokarditis. Toxischer Herztod?
 S.-Nr. 233. 15jähriger Knabe. Fettleibig. Schlafe Muskulatur. Gliom des Kleinhirns.
 S.-Nr. 433. 15¼jähriger Knabe. Gute Muskulatur. Akute eitrige Meningitis.
 S.-Nr. 392. 16jähriger Knabe. Mit kräftiger Muskulatur. Typhus.
 S.-Nr. 396. 16½jähriger Knabe. Gute Muskulatur. Typhus.
 S.-Nr. 373. 18jähriger Knabe. Schmäler Brustkorb; schlecht entwickelte Muskulatur. Zeichen alter Rachitis. Perforationsperitonitis bei Typhus.

Bemerkungen zu Tabelle 6.

- S.-Nr. 413. 11jähriges Mädchen. Abmagerung. Eitrige Peritonitis.
 S.-Nr. 409. 11jähriges Mädchen. Mittelmäßig entwickelte Muskulatur. Typhus. Broncho-pneumonie.

S.-Nr. 298. 11jähriges Mädchen. Sehr abgemagert. Schlecht entwickelte Muskulatur. Tuberkulöse Meningitis. Allgemeine Miliartuberkulose.

S.-Nr. 225. 12jähriges Mädchen. Auffällig flacher Thorax; mäßiger Ernährungszustand. Tetanus traumaticus. Bronchopneumonie.

S.-Nr. 352. 13jähriges Mädchen. Mittelmäßige Muskulatur. Typhus. Bronchopneumonie.

S.-Nr. 261. 14jähriges Mädchen. Mittelmäßig entwickelte Muskulatur. Phlegmone. Allgemeininfektion.

S.-Nr. 367. 15jähriges Mädchen. Mäßige Muskulatur; sehr reichliches Fettpolster. Typhus. Pneumonie.

S.-Nr. 377. 15jähriges Mädchen. Ziemlich gute Muskulatur. Typhus. Bronchitis.

S.-Nr. 238. 16jähriges Mädchen. Tetanus traumaticus.

Tabelle 5 bringt Knaben im Alter von 12—18 Jahren, sie sind der Reihe nach geordnet, der jüngste ist zuerst angeführt.

Tabelle 6 führt Mädchen von 11—16 Jahren. Sie sind ebenfalls den Jahren nach geordnet. Das jüngste zuerst.

Nach theoretischen Überlegungen ist zu erwarten, daß bei Knaben und Mädchen in der Pubertätszeit gemäß dem Längen- und Massenwachstum des ganzen Körpers auch das Zwerchfell zunehmen muß an absolutem Gewicht, dagegen abnehmen im Verhältnis zum Körpergewicht, bis mit Vollendung der Reife die für den erwachsenen Menschen geltenden Verhältnisse erreicht sind.

Die kontinuierliche Zunahme des absoluten bzw. die Abnahme des relativen Zwerchfellgewichts wird leider aus der Tabelle nicht deutlich. Außer einem 15jährigen Knaben (Nr. 439), der durch Selbstmord endete, und einem 16½jährigen (Nr. 396), der an Typhus starb, kann aus der Reihe keiner als Normaltypus gelten. Bei beiden wog das Zwerchfell 188 g. Betrachte ich dieses als Mittelgewicht, so sind andere zu leicht oder zu schwer. Auffallend ist das niedrige Gewicht von Nr. 395. Es handelt sich um ein sehr muskelschwaches, abgemagertes Individuum. Dementsprechend ist auch das Zwerchfell leicht.

Nr. 233 war ein ziemlich fettleibiger Knabe, der seit langer Zeit wegen schwerster Gleichgewichtsstörungen infolge von Kleinhirngliom bettlägerig war. Es ist wahrscheinlich, daß er bei dem geringen Energieverbrauch, den eine liegende Lebensweise erfordert, sich der seichten thorakalen Atmung bedient hat. Das Zwerchfell hat nicht die Ausbildung erfahren, deren es bei gehöriger Inanspruchnahme fähig gewesen wäre.

Nr. 433, 392, 438 sind Unteroffizierschüler. Bei allen fällt das erhöhte Herzgewicht infolge von Arbeitshypertrophie auf; alle haben ein hohes absolutes Zwerchfellgewicht. Die Verhältniszahl von Zwerchfell und Herz ist normal. Das Zwerchfell ist also ebenso hypertrophisch wie das Herz. Daß in diesem Anpassungsvermögen des Zwerchfells an das Herz eine Gesetzmäßigkeit besteht, werde ich später noch an Hand von andern Beispielen zeigen können.

Nr. 373 fällt auf durch die hohe Verhältniszahl von 0,6%.

Nr. 225 (12jähriges Mädchen) zeigt eine ähnlich hohe Verhältniszahl von 0,5%.

Bei beiden Individuen ist das absolute Zwerchfellgewicht ziemlich hoch. Bei beiden bestand ein auffallend flacher Thorax; Habitus asthenicus.

Es wäre vielleicht lohnend und interessant, an einem größeren Material zu prüfen, ob das hohe Zwerchfellgewicht im teleologischen Sinne gedeutet werden kann. Nach der Theorie von Orsós ist gerade die Zwerchfellkontraktion wichtig.

für die inspiratorische Erweiterung der Alveolen an der Lungenspitze. Die Lungenspitzen sind bei flachem, schmalen Thorax einer besonders guten Lüftung bedürftig, um die Widerstände eines so langen Brustkorbes zu überwinden. Nur ein besonders kräftiges Zwerchfell wäre in diesem Fall imstande, der Neigung zu Spitzentuberkulose bei Habitus asthenicus entgegenzuwirken.

Zu Tabelle 6 ist noch zu erwähnen, daß die Leichen Nr. 364 und 379 nicht gewogen wurden. Das ziemlich hohe absolute Zwerchfellgewicht zeigt, wie bei einer akut und mit starker Abmagerung verlaufenden Krankheit das Zwerchfell scheinbar nicht an der Abmagerung teilnimmt.

Tabelle 7.
Zwerchfellgewicht bei starker Abmagerung.

S.-Nr.	A. u. G.	K.-L.	K.-G.	U.-G.	Z.-G.	K.:A. %	Z.:A.
375	27j. M.	164	41	23	172	64	68,8
393	21j. M.	163	39	24	164	60	65,6
361	29j. M.	175	47	28	198	62,6	79
250	28j. M.	163	37	26	158	58,7	63
276	21j. M.	166	47	19	224	71,2	89,6
290	23j. M.	168	53	15	246	78	98,4
327	39j. M.	161	48	13	200	78,6	80
375	27j. M.	164	41	23	172	64	68,8
389	41j. M.	175	50	25	216	66,6	86,4
420	33j. M.	165	47	18	242	72,3	96,8
317	41j. M.	168	50	18	192	73,5	76,8
292	41j. M.	169	54	15	208	78,26	83
419	21j. M.	151	32	19	126	62,7	74
323	38j. W.	155	41	14	150	74,5	88
288	33j. M.	157	48	9	204	84	81,6
313	21j. M.	171	45	26	144	64,3	57,6

Erklärungen zu den Abkürzungen der Überschrift.

- S.-Nr. = Sektionsnummer.
A. u. G. = Alter und Geschlecht.
K.-L. = Körperlänge in Zentimeter.
K.-G. = Körpergewicht in Kilogramm.
U.-G. = Untergewicht in Kilogramm.
Z.-G. = Zwerchfellgewicht in Gramm.
K.-A. = bei Körperabmagerung bleibendes Körpergewicht in Prozenten.
Z.-A. = bei Körperabmagerung bleibendes Zwerchfellgewicht in Prozenten.

Diese Beobachtung veranlaßte mich, nachzuforschen, ob die Hypothese richtig ist, daß bei Abmagerung der Gesamtmuskulatur jene Muskeln, deren Tätigkeit eine stetig andauernde ist, die also unter einem Tonus stehen wie die Atemmuskeln, weniger atrophieren als die Extremitätenmuskeln, deren Wirkung doch nur zeitweilig ist.

Ich wählte aus meinem Material jugendliche erwachsene Individuen, die mehr oder weniger abgemagert waren. Die Abmagerung läßt sich unter Anwendung der Regel, daß ein erwachsener Mensch so viel Kilogramm wiegen soll, wie er Zentimeter über 1 m mißt, zahlenmäßig festlegen. Ich nahm deshalb nur erwachsene Männer und Frauen, weil ich bei diesen ein mittleres Zwerchfellgewicht durch frühere Berechnung festgestellt und dadurch einen Vergleich für das absolute Gewicht der abgemagerten Zwerchfelle habe. Ich sah darauf, solche Individuen zu nehmen, die keine chronischen Organveränderungen hatten und kein jahrelanges Siechtum durchgemacht hatten. Solche Menschen, die jahrelang bettlägerig gewesen sind, haben, wie mir scheint, durchweg ein leichtes Zwerchfell; ich schiebe das auf den fast rein thorakalen oberflächlichen Atmungstyp der Bettlägerigen (s. Beobachtung von Mosso). Zwei am Schluß der Tabelle angeführte Fälle scheinen diese Annahme zu bestätigen.

Die Berechnung ist folgende:

Der Einfachheit halber führe ich sie an einem Beispiele der Tabelle 7 an:

Nr. 375. 27jähriger Soldat mit Länge von 164 cm; er müßte also etwa 64 kg wiegen. Da sein Gewicht nur 41 kg beträgt, hat er ein Untergewicht von 23 kg. Sein Zwerchfell wiegt 172 g. Der für erwachsene Männer gefundene mittlere Wert ist aber ca. 250 g. Das Zwerchfell ist also zu leicht.

Setze ich das für dieses Individuum zu verlangende Körpergewicht von $64\,000\text{ g} = 100\%$, so machen die tatsächlich vorhandenen $41\,000\text{ g}$ nur $\frac{100 \cdot 41\,000}{64\,000} = 64\%$ aus. Der Mann hat also nur 64% von dem Körpergewicht, das er normalerweise haben sollte.

Das mittlere Zwerchfellgewicht von $250\text{ g} = 100\%$. Das wirklich vorhandene Zwerchfellgewicht von 172 g beträgt also $\frac{100 \cdot 172}{250} = 68,8\%$, d. h. das Zwerchfell hat 68,8% des eigentlich von ihm zu erwartenden Gewichts. Immerhin hat es noch ein relativ höheres Gewicht als der Körper; es ist also in geringerem Grade abgemagert. Dieses Verhalten wird man bei Durchsicht der Tabelle in allen Fällen finden, abgesehen von den zwei letzten, die gesondert besprochen werden.

Die Hypothese bewahrheitet sich also: Bei Abmagerung nimmt ein lebenswichtiges Organ nicht in demselben Maße ab wie ein verhältnismäßig unwichtiges. Man kann die Regel aufstellen: Wenn der Körper eines jugendlichen, lebenskräftigen Menschen abmagert, so nimmt auch das Zwerchfell an der Abmagerung teil, aber in geringerem Grade.

In Nr. 288 und 313 ist das Zwerchfell stärker abgemagert als die Körpermuskulatur. Beide Individuen waren lange bettlägerig gewesen. Nr. 288 war ein frühzeitig gealterter 33jähriger Mann aus der psychiatrischen Klinik mit genuiner Epilepsie. Bei der Sektion fand sich kruppöse Pneumonie mit putriden Erweichungen, Parenchymdegenerationen, Hydrops des Perikards, alte Tuberkulose usw. Nr. 313 ebenfalls aus der psychiatrischen Klinik. Klinische Diagnose: Katatonie. Bei der

Sektion stellten wir eine stärkste Anämie, Pneumonie, alte Drüsentuberkulose fest. Es handelt sich also in beiden Fällen um schwer erkrankte Individuen mit langer Krankheitsdauer.

Dem Abmagern im Alter der Reife könnte man das sozusagen physiologische Abmagern im Greisenalter gegenüberstellen.

Es ist bekannt, daß ebenso wie die einfache Abmagerung auch das Greisenalter auf die Reduktion des Muskelgewichts einwirkt. Theile ist durch seine Berechnungen zu der Ansicht gekommen, daß beim Greise in der Mehrzahl der Fälle die Gesamtmuskulatur in stärkerem Maße abnimmt als das im Alter sich mindernde Körpergewicht. Er hat gefunden, daß diese Gewichtsänderungen aufzufassen sind als ein Zurückgehen auf die vor der vollendeten Ausbildung des Körpers vorkommende Muskelverteilung. Man könnte also von einem rückschreitenden Entwicklungsprozeß sprechen. Natürlich mit Einschränkung, weil auch bei der rückschreitenden Entwicklung noch sichtbar bleiben wird, wie eine besondere Inanspruchnahme irgendeiner Muskelgruppe oder eine dauernde Vernachlässigung einer andern diese so verändert haben, daß sie die kindlichen Verhältnisse nicht wiedererreichen können. Wenn die Theorie von der rückschreitenden Entwicklung, speziell auf das Zwerchfell angewandt, stimmt, so müßte das Verhältnis des Zwerchfells zum Körper im Alter hoch sein, da es auch beim Kinde hoch ist. Die Prüfung dieser Theorie macht deshalb Schwierigkeiten, weil es nicht leicht ist, ein geeignetes Material zu bekommen. Der Eintritt des Greisenalters unterliegt großen individuellen Schwankungen, und es gibt wohl keinen Greisenorganismus ohne pathologische Veränderungen. Das ideale Material wären gesunde Greise im höchsten Alter. Die Forderung des hohen Alters möchte ich deshalb stellen, weil anzunehmen ist, daß für das Zwerchfell ähnliche Bedingungen gelten wie für das Herz, das nach Wilhelm Müller erst jenseits der 80er Jahre eine deutliche Altersabnahme zeigt.

Ich mußte bei dem mir zur Verfügung stehenden Material mich damit begnügen, die Momente auszuschließen, die an und für sich geeignet sind, das Zwerchfell in dieser oder jener Hinsicht zu beeinflussen. Die wenigen Individuen, die diesen Forderungen einigermaßen entsprachen, waren noch verhältnismäßig jung.

Nr. 397 machte trotz seiner 61 Jahre keinen senilen Eindruck; ebenfalls paßt Nr. 285 (ein erst 55jähriger Mann) nicht recht in diese Tabelle.

Tabelle 8.
Ältere Männer.

S.-Nr.	A. u. G.	K.-L.	K.-G.	H.-G.	Z.-G.	Z.:K. %	Z.:M. %	Z.:H.
227	61j. M.	155	52	320	290	0,55	2	1:1,1
251	61j. M.	162	42	298	214	0,5	1,9	1:3,9
397	61j. M.	163	60	356	254	0,42	1,56	1:1,4
363	66j. M.	161	68	400	272	0,4	1,48	1:1,4
358	60j. M.	162	57	214	202	0,35	1,2	1:1
285	55j. M.	157	50	338	190	0,38	1,4	1:1,7

- S.-Nr. 227. Kruppöse Pneumonie beider Unterlappen. Sarkom. 61jähriger Mann.
 S.-Nr. 251. Frische Peritonitis. Koronarsklerose. Starke Abmagerung. Kachexie. 61jähriger Mann.
 S.-Nr. 397. Marstamkarzinom. Leichte Adipositas. Alte Pleuritis. 61jähriger Mann.
 S.-Nr. 363. Typhus. Geringe Hypertrophie und Dilatation des Herzens. Adipositas. 66jähriger Mann.
 S.-Nr. 358. Typhus abdominalis. 60jähriger Mann.
 S.-Nr. 285. Typhus abdominalis. 55jähriger Mann.

Die Tabelle bietet wenig Charakteristisches. Ihre Daten ähneln ganz denen für Männer im Alter der Reife. Nur Nr. 227 und 251 haben auffallend hohe Zahlen für das Gewichtsverhältnis von Zwerchfell und Körper. Noch deutlicher ist das hohe Verhältnissgewicht für Zwerchfell und Gesamtmuskulatur.

Die Gesamtmuskulatur wurde hier, indem ich mich an Theiles Berechnung anlehnte, zu 27% des Körpergewichts angenommen.

Die auf diese Weise gefundenen Zahlen zeigen für das Zwerchfell im Alter allerdings eine deutliche Annäherung an die Verhältnisse beim Kinde. Ich muß es dahingestellt sein lassen, ob bei einem geeigneteren Material eine Gesetzmäßigkeit im Sinne der rückläufigen Entwicklung sich herausfinden lassen würde.

Tabelle 9.
Ältere Weiber.

S.-Nr.	A. u. G.	K.-L.	K.-G.	H.-G.	Z.-G.	Z.: K. %	Z.: M. %	Z.: H.
329	67j. W.	143	45	250	124	0,27	1,02	1:2
319	61j. W.	157	53	298	172	0,32	1,2	1:1,7
354	54j. W.	154	48	242	146	0,3	1,12	1:1,6
322	57j. W.	151	54	472	148	0,27	1	1:3
301	50j. W.	142	50	328	165	0,33	1,22	1:2
417	49j. W.	153	47	258	160	0,34	1,26	1:1,6

S.-Nr. 329. Blasenkarzinom. Zystitis. Allgemeine senile Atrophie. Fettherz. Adipositas. 67jähriges Weib.

S.-Nr. 319. Darmkarzinom. Karzinose der Pleura. Adipositas. 61jähriges Weib.

S.-Nr. 354. Ileus. Muskulatur und Fettpolster gut entwickelt. 50jähriges Weib.

S.-Nr. 322. Allgemeine Arteriosklerose. Konzentrische Herzhypertrophie. 57jähriges Weib.

S.-Nr. 301. Luetische Aortitis. Leichte Hypertrophie des Herzens. 50jähriges Weib.

S.-Nr. 417. Lungenembolie. Geringes chronisches Emphysem. 49jähriges Weib.

Die Tabelle für Weiber läßt in keinem Fall einen Schluß zu für eine regressive Metamorphose. Das Zwerchfellgewicht ist fast überall erniedrigt; das Verhältnissgewicht zum Körper reicht eben an den Mittelwert heran. Das Zwerchfell ist also für den Körper etwas zu leicht. Das Verhältnissgewicht des Zwerchfells zum Herzen ist in diesen pathologisch schwer veränderten Organismen überall zu groß.

Ich erwähnte schon, daß zwischen Zwerchfell und Herz höchst wahrscheinlich ein gesetzmäßiges Verhältnis besteht: zu einem Herzen von bestimmtem Gewicht gehört ein Zwerchfell von bestimmtem Gewicht.

Tabelle 10.
Individuen mit Arbeitshypertrophie des Herzens.

S.-Nr.	A. u. G.	K.-L.	K.-G.	H.-G.	Z.-G.	Z.:K. %	Z.:H.
290	23j. M.	168	53	370	246	0,46	1:1,5
341	34j. M.	169	60	350	255	0,4	1:1,43
369	23j. M.	162	60	524	310	0,5	1:1,69
386	26j. M.	166	60	364	282	0,47	1:1,29
258	40j. M.	167	67	484	346	0,5	1:1,32
291	25j. W.	159	60	330	268	0,43	1:1,23
372	48j. M.	167	70	550	327	0,53	1:1,6
257	45j. M.	167	57	450	312	0,54	1:1,4

S.-Nr. 290. 23jähriger Soldat. Schußverletzung.

S.-Nr. 341. 34jähriger Soldat. Schußverletzung.

S.-Nr. 369. 23jähriger Soldat. Kruppöse Pneumonie.

S.-Nr. 386. 26jähriger Glasbläser. Typhus.

S.-Nr. 258. 48jähriger Arbeiter. Beckenbruch. Fettembolie.

S.-Nr. 291. 25jähriges Weib. Plötzlicher Tod bei Entbindung.

S.-Nr. 372. 48jähriger Arbeiter. Typhus.

S.-Nr. 257. 45jähriger Kaufmann. Gentine Schrumpfniere. Obliteration des Herzbeutels. Pleuraveränderungen.

Tabelle 10. führt Individuen an, bei denen eine Arbeitshypertrophie des Herzens bestand. Es sind durchweg Personen im Alter der Reife; bezeichnenderweise fast nur Männer, die schwere Körperarbeit verrichteten, meistens Soldaten. (Hier erinnere ich an die in Tabelle 5 angeführten jugendlichen Unteroffizierschüler Nr. 433, 392 und 438, bei denen neben Herzhypertrophie ein hohes Zwerchfellgewicht beobachtet wurde.) Die einzige Frau der Reihe verdankt ihre Herzhypertrophie zwei Faktoren: der Ausübung von Sport und der Gravidität.

Vergleicht man das Verhältnis des Zwerchfells zum Herzen, so findet man etwa den Wert, der für vollkräftige Individuen in Tabelle 1 und 2 berechnet wurde. Da die Verhältnisse gewahrt sind, kann man nicht von eigentlicher Hypertrophie sprechen. Allerdings zeigen die Zahlen, die das Gewichtsverhältnis des Zwerchfells zum Körper angeben, daß das Zwerchfell tatsächlich schwerer ist, als es für den betreffenden Körper zu sein brauchte. Zeichen von Zirkulationsstörungen waren in keinem der Fälle vorhanden. Nr. 257 muß man besonders betrachten.

Von den andern Fällen der Tabelle kann zusammenfassend behauptet werden: Die Arbeitshypertrophie des Herzens, die bis zu einer bestimmten Grenze physiologisch ist, muß logischerweise mit einer Massenzunahme des Zwerchfells zusammengehen. Denn der Wachstumsreiz trifft beide Muskeln gleichzeitig und ist für beide der gleiche, nämlich das erhöhte Sauerstoffbedürfnis des arbeitenden Körpers. Der Organismus tritt einem Sauerstoffmangel durch die bessere Ausbildung der kompensatorischen Kräfte, also durch Hypertrophie an Atemmuskeln und Herz, entgegen.

In allen Fällen mit kräftigem Zwerchfell war auch eine kräftige Extremitätenmuskulatur vorhanden, wie ein Vergleich des Zwerchfellgewichts mit dem anderer quergestreifter Muskeln von auffälliger Funktion ergab. Ich wählte zum Vergleich den Musculus deltoideus, einmal, weil dieser Muskel der Präparation leicht zugänglich ist, und dann, weil er durch Krankheit in bezug auf seine Masse am leichtesten beeinflusst wird, was z. B. für die Wadenmuskeln, die auch denselben Vorzug der auffälligen Funktion und der leichten Präparierbarkeit haben, nicht in demselben Maße zutrifft.

Bei hohem Gewicht des Deltoideus war auch das Zwerchfellgewicht verhältnismäßig hoch.

Beispiel: S.-Nr. 424.	20jähriger Soldat.	Deltoideus 326 g.	Zwerchfell 250 g.
„ 425.	25jähriger „	„ 338 g.	„ 260 g.
„ 420.	33jähriger Mann.	„ 292 g.	„ 242 g.
„ 406.	52jähriger „	„ 322 g.	„ 226 g.

Individuen mit atrophischen Extremitätenmuskeln hatten auch ein muskelschwaches Zwerchfell, falls dieses nicht durch erschwerte Atmung oder andere Faktoren zu einer stärkeren Funktion und damit Hypertrophie veranlaßt war.

Beispiel: S.-Nr. 418.	27jähriger Mann.	Deltoideus 116 g.	Zwerchfell 140 g.
„ 415.	21jähriger Soldat.	„ 252 g.	„ 184 g.
„ 417.	49jähriges Weib.	„ 228 g.	„ 160 g.

Aus den erstangeführten Beispielen, bei denen es sich um Männer handelt, die körperlich schwer gearbeitet haben, sieht man klar: der Energieverbrauch des Körpers regt den Muskel, der den Energieersatz beschaffen hilft, zum Wachstum an.

Unter die physiologische Arbeitshypertrophie rechne ich auch die in der Gravidität einsetzende Herzvergrößerung, denn „je größer die Werkstätte, desto größer der Motor“.

Das Zwerchfell bei Schwangeren müßte nach theoretischen Überlegungen schwer sein. Aus zwei Gründen: erstens reagiert es, nach den vorausgehenden Ausführungen, auf die Hypertrophie des Herzens ebenfalls mit Hypertrophie, zweitens steht es während der Zeit der Schwangerschaft unter erhöhter Spannung, um dem erhöhten Druck im Abdomen Widerstand leisten zu können. Es führt also eine erhöhte Muskelarbeit aus.

Tabelle 11.

S.-Nr.	K.-L.	K.-G.	H.-G.	Z.-G.	Z.: K. %	Z.: H.
291	159	60	330	268	0,446	1:1,23
430	153	54	282	214	0,396	1:1,3
334	151	56	258	176	0,31	1:1,46
236	159	56	290	158	0,28	1:1,8

Die Tabelle bringt die Daten von 4 Frauen, die kürzlich eine Entbindung durchgemacht hatten.

S.-Nr. 291. 25jähriges Weib, das sofort nach der Entbindung starb. (Der Fall wurde schon erwähnt bei Herzhypertrophie.) Es muß hier ungewiß bleiben, ob die Hypertrophie von Zwerchfell und Herz auf die Gravidität oder auf die Ausführung von Sport, welchen die Anamnese betonte, zurückzuführen ist.

S.-Nr. 430. 21jähriges Weib. Starb 4 Wochen nach der Entbindung an Peritonitis. Herz und Zwerchfell sind schwer; das richtige Verhältnis zwischen beiden ist gewahrt.

S.-Nr. 334. 38jähriges Weib. Verblutungstod bei Placenta praevia. Schwere Rektusdiastase. Enteroptose. Zwerchfell und Herz haben nur Durchschnittsgewicht. Das Ausbleiben der Gewichtszunahme des Zwerchfells ließe sich vielleicht durch die Enteroptose erklären, denn durch den dauernden Tiefstand wird das Zwerchfell zur Inaktivität veranlaßt.

S.-Nr. 336. 39jähriges Weib, das etwa 4 Wochen nach der Entbindung an Typhus gestorben war. Das Herzgewicht ist etwas erhöht, das Zwerchfellgewicht bleibt unter dem Mittelwert.

Zwei von den angeführten Fällen scheinen meine Theorie zu bestätigen, die beiden andern scheinen dagegen zu sprechen. Der Mangel an Leichen von Frauen, die eben geboren haben, machte leider eine genauere Prüfung unmöglich.

In dem Fall Nr. 257 der Tabelle 10 handelt es sich um einen 45jährigen Mann mit einer renalen Herzhypertrophie. Dabei ist das Zwerchfellgewicht erhöht gefunden worden. Diese Erhöhung kann sehr verschiedene Gründe haben, und man wird sich bei der unbekannten Natur der renalen Herzhypertrophie nicht leicht für eine bestimmte Erklärung entschließen können. Im Falle, daß die Nephritis mit einer Plethora oder mit einer Hydrämie verknüpft ist, hat das Zwerchfell natürlich wie das Herz eine Mehrleistung zu vollbringen, sowohl als zirkulatorischer wie als respiratorischer Muskel. Es muß also in solchen Fällen ein Parallelgehen von Herz- und Zwerchfelldhypertrophie erwartet werden. Ob das in einem bestimmten Fall zutrifft, ist wegen der Schwierigkeit der anatomisch-pathologischen Beurteilung der Plethora nicht mit Sicherheit zu entscheiden. Im vorliegenden Falle lagen jedenfalls noch andere Gründe für eine Erhöhung des Zwerchfellgewichts vor; es bestand nämlich eine Obliteration des Herzbeutels und Verwachsungen der Pleura. Ob diese Veränderungen eine Hypertrophie des Zwerchfells zu bewirken vermögen, wird eine andere Tabelle (Tabelle 14) zeigen.

Tabelle 12.
Individuen mit Herzklappenveränderungen.

S.-Nr.	A. u. G.	K.-L.	K.-G.	H.-G.	Z.-G.	Z.:K. %	Z.:H.
314	74j. W.	147	45	450	116	0,25	1:3,8
402	74j. M.	170	50	320	180	0,36	1:1,77
384	14j. M.	155	41	376	138	0,4	1:1,2
322	57j. W.	151	54	472	148	0,27	1:3
231	36j. W.	154	53	320	230	0,43	1:1,39
344	48j. M.	172	74	760	272	0,36	1:2,8

S.-Nr. 314. 74jähriges Weib. Schenkelhalsfraktur. Seniles Emphysem. Chronische Stauung der Bauchorgane. Aortenklappen starr und miteinander verwachsen. Bikuspidalis verdickte Ränder. Chronische Dilatation und Hypertrophie des Herzens.

S.-Nr. 402. 74jähriger Mann. Schlappe Pneumonie mit Abszeßbildung. Klappenendokarditis. Starrer Thorax. Chronische Stauungsleber.

S.-Nr. 322. 57jähriges Weib. Senile Atrophie der Genitalorgane. Struma. Endokarditis. Leptomeningitis.

S.-Nr. 344. 48jähriger Mann. Aortenaneurysma. Starre der Aortenklappen. Herzhypertrophie. Chronische Stauungsleber und chronische Stauungsmilz.

S.-Nr. 231. 36jähriges Weib. Abgelaufene Endokarditis. Stenose und Insuffizienz der Mitralis. Schrumpfung der Aortenklappen. Geringe Stauungsleber.

S.-Nr. 384. 14jähriger Knabe. Chronische Endokarditis. Subakute Stauung der abdominalen Organe, besonders der Leber.

Tabelle 12 zeigt das Verhalten des Zwerchfells bei postendokarditischen Veränderungen. Das Herzgewicht ist hoch, das Zwerchfellgewicht erniedrigt, allerdings nur in Nr. 314 sehr nennenswert. Der Wachstumsantrieb, der für das Herz vorlag, bestand nicht gleichzeitig für das Zwerchfell. Die Zahl, die das Verhältnis von Zwerchfell- und Herzgewicht angibt, ist groß. In allen Fällen waren Zirkulationsstörungen, die sich besonders als chronische Stauungsleber äußerten, vorhanden.

Nr. 231 ist der einzige Fall in der Tabelle mit erhöhtem Zwerchfellgewicht. Es handelt sich um ein 36jähriges Weib mit abgelaufener Endokarditis. Die Herzhypertrophie ist nicht hochgradig, das Zwerchfellgewicht übertrifft den Mittelwert bedeutend. Der Verhältniswert entspricht der Norm. Wie in Nr. 257 (Tabelle 10) liegen auch hier eine Obliteration des Herzbeutels und Pleuraverwachsungen vor. Das hohe Zwerchfellgewicht wird also davon abhängig sein.

Auch bei Nr. 344, wo es sich um einen 48jährigen Mann mit Aortenaneurysma, Herzhypertrophie, Fettleibigkeit und chronisch gestauten Abdominalorganen handelt, ist das absolute Zwerchfellgewicht erhöht, das relative Gewicht aber niedriger, als dem Mittelwert entspricht. Für das erhöhte Körpergewicht also noch zu niedrig. Da Adipositas bestand, wird die Gewichtszunahme des Zwerchfells auf Fettdurchwachsung beruhen.

Tabelle 13.
Individuen mit Herzverfettung.

S.-Nr.	A. u. G.	K.-L.	K.-G.	H.-G.	Z.-G.	Z.: K. %	Z.: H.
398	39j. W.	149	61	328	218	0,36	1:1,5
387	32j. W.	149	67	338	270	0,4	1:1,26
347	32j. W.	156	62	360	214	0,34	1:1,6
286	33j. W.	151	67	290	200	0,29	1:1,45
374	51j. W.	153	72	320	166	0,23	1:1,9
429	56j. W.	146	70	346	150	0,22	1:2,3
262	49j. M.	151	63	320	272	0,43	1:1,17
427	41j. M.	159	67	368	196	0,29	1:1,8
281	43j. W.	153	72	406	172	0,23	1:2,3
246	57j. W.	153	53	320	166	0,31	1:1,99
388	54j. W.	156	80	300	172	0,215	1:1,74
385	68j. M.	164	53	476	220	0,415	1:2,1
390	60j. W.	153	70	364	166	0,23	1:2,12
442	72j. W.	152	77	490	212	0,27	1:1,23

- S.-Nr. 398. 36jähriges Weib. Typhus. Adipositas.
 S.-Nr. 387. 32jähriges Weib. Typhus. Adipositas.
 S.-Nr. 347. 32jähriges Weib. Typhus. Adipositas.
 S.-Nr. 286. 33jähriges Weib. Allgemeininfektion nach Phlegmone. Adipositas.
 S.-Nr. 374. 51jähriges Weib. Typhus. Adipositas.
 S.-Nr. 429. 56jähriges Weib. Typhus. Adipositas.
 S.-Nr. 262. 49jähriger Mann. Peritonitis. Adipositas. Stauungsfettleber.
 S.-Nr. 427. 41jähriger Mann. Zungenkarzinom. Lungenabszeß. Abmagerung bei Adipositas. Blutreichtum der Leber.
 S.-Nr. 281. 43jähriges Weib. Basedow. Höhlenwassersucht. Adipositas. Muskatnußleber.
 S.-Nr. 246. 57jähriges Weib. Taboparalyse. Stauungsfettleber.
 S.-Nr. 388. 54jähriges Weib. Dysenterie. Myodegeneratio. Adipositas. Hyperämische Fettleber.
 S.-Nr. 385. 68jähriger Mann. Typhus. Thoraxstarre. Abmagerung bei Adipositas. Stauungsleber.
 S.-Nr. 390. 60jähriges Weib. Typhus. Adipositas. Chronische und akute Stauung der Bauchorgane.
 S.-Nr. 442. 72jähriges Weib. Diabetes. Gangrän. Adipositas. Chronische Stauung der Leber. Chronische Milzschwellung.

Die in Tabelle 13 angeführten Personen hatten alle ein Fettherz. Die Erhöhung des Herzgewichts hält sich durchweg in mäßigen Grenzen.

In den ersten Fällen der Reihe ist auch das Zwerchfellgewicht erhöht. Aus dem Fehlen von Stauungserscheinungen kann man schließen, daß die Gewichtszunahme nicht auf Fettdurchwachsung allein beruht. Es muß jedenfalls im Herzen wie im Zwerchfell noch genügend funktionierende Muskelsubstanz sein.

Nr. 374 und 429 haben erhöhtes Herzgewicht und erniedrigtes Zwerchfellgewicht. Das normale Verhältnisgewicht von Zwerchfell und Herz ist hier nicht eingehalten, dennoch liegen keine Zirkulationsstörungen vor. Man muß annehmen, daß das Herz hier noch nicht so schwer geschädigt war durch die Verfettung und das Zwerchfell noch leistungsfähig genug blieb, um einer Zirkulationsstörung vorzubeugen.

Andrerseits besteht bei Nr. 262 ein kaum erhöhtes Herzgewicht, ein erhöhtes Zwerchfellgewicht und dennoch eine schwere Stauungsfettleber. Es handelt sich um einen 49jährigen Mann, dessen Körpermuskulatur im ganzen sehr schlaff war. Das Herz war stark fettdurchgewachsen. Die scheinbare Hypertrophie des Zwerchfells kommt zustande durch Fetteinlagerung auf Kosten der kontraktilen Substanz: trotz seines hohen Gewichts ist das Zwerchfell arbeitsuntüchtig.

In all den andern Fällen der Reihe war bei einem Mißverhältnis im Gewicht von Zwerchfell und Herz chronische Stauung der Bauchorgane vorhanden.

Es läßt sich in Beurteilung dieser Fälle zusammenfassend sagen: Eine Insuffizienz des Zwerchfells bedingt Stauungserscheinungen. Hochgradig werden diese aber erst, wenn zugleich das Herz geschwächt ist, sei es durch Verfettung der Muskulatur oder Schädigung der Klappen.

Bei den unter Herzhypertrophie angeführten Fällen Nr. 257 und 231 sprach

ich die Vermutung aus, daß die Herzhypertrophie in Zusammenhang stände mit den Pleura- und Perikardveränderungen.

Die Ansichten über das Verhalten des Zwerchfells bei Herzbeutel- und Pleura-Verwachsungen sind geteilt. Ortner ist der Meinung, daß in den Fällen, wo neben Obliteration des Herzbeutels auch noch Pleuraverwachsungen bestehen, jede Zwerchfellatmung behindert ist.

Andrerseits hat man klinisch oft beobachtet, daß sogar bedeutende Pleura-Verwachsungen die Beweglichkeit des Zwerchfells nicht nennenswert zu hemmen brauchen. Bei Durchlesen der Tabelle 14, die Fälle mit Pleura- und Perikard-Verwachsungen auführt, bin ich zu der Ansicht gekommen, daß derartige Verwachsungen das Zwerchfell sogar zu erhöhter Tätigkeit zu veranlassen scheinen.

Tabelle 14.
Individuen mit Pleuraveränderungen.

S.-Nr.	A. u. G.	K.-L.	K.-G.	H.-G.	Z.-G.	Z.:K. %	Z.:H.
260	30j. W.	157	52	234	228	0,43	1:1,02
231	36j. W.	154	53	320	230	0,43	1:1,39
265	21j. W.	151	45	244	196	0,43	1:1,2
229	37j. M.	163	55	244	382	0,69	1:0,63
257	45j. M.	167	57	450	312	0,54	1:1,4
384	14j. M.	155	41	376	138	0,4	1:2,3
412	11j. M.	135	23	174	132	0,57	1:1,3
339	29j. M.	145	50	300	354	0,7	1:0,84

S.-Nr. 260. 30jähriges Weib. Obliteration des unteren Teils der Pleurahöhle.

S.-Nr. 231. 36jähriges Weib. Abgelaufene Endokarditis. Obliteration des Herzbeutels. Pleuritische Verwachsungen; etwas Exsudat.

S.-Nr. 265. 21jähriges Weib. Obliteration beider Pleurahöhlen. Milartuberkulose der Lunge.

S.-Nr. 229. 37jähriger Mann. Obliteration der linken Pleurahöhle. Schrumpfung der Verwachsungen. Herüberziehen des Herzens nach links.

S.-Nr. 257. 45jähriger Mann. Fibrinöse Perikarditis. Verklebung beider Herzbeutelblätter. Verwachsungen der linken Lunge.

S.-Nr. 384. 14jähriger Knabe. Chronische Endokarditis. Obliteration des Herzbeutels. Pleuritis serofibrinosa. Adhäsion der linken Lunge. Pleuritischer Erguß.

S.-Nr. 412. 11jähriger Knabe. Großes Empyem der linken Pleurahöhle, ca. 1000 ccm. Keine Verwachsungen. Zwerchfelltiefstand.

S.-Nr. 339. 29jähriger Mann. Schuß durch Brust und Lunge. Fraktur der linken Clavicula. Resorbierter linksseitiger Hämatothorax.

In allen angeführten Fällen ist das absolute Zwerchfellosgewicht etwas größer, als dem Durchschnitt entspricht. Am bedeutendsten ist die Hypertrophie in Nr. 229, wo starke Schrumpfung der Verwachsungen bestand, so daß das Herz ganz nach der linken Seite herübergezogen war.

Je größer also die Hindernisse waren, desto mehr strengte sich das Zwerchfell an, sie zu überwinden. Die Gewichtszunahme ist in all diesen Fällen zu deuten als eine Anpassung des Zwerchfells an vermehrte Arbeit, als Arbeitshypertrophie.

Durch die Verwachsungen hat der Spielraum der Lungen eine Verkleinerung erfahren, so daß die Lunge sich nicht in gleicher Weise ausdehnen kann wie unter physiologischen Verhältnissen. Nun ist die inspiratorische Erweiterung des Thorax am bedeutendsten bei tiefer Inspiration, so daß der schädliche Einfluß eines raumverengernden Moments bis zu einem gewissen Grade durch eine tiefe Inspiration ausgeglichen werden kann. Es wird in Fällen mit Verkleinerung des Lungenspielraums der Organismus also zweckmäßig zur Zwerchfellatmung greifen.

Andrerseits könnte man sich vorstellen, daß das Zwerchfell auch in seiner Eigenschaft als zirkulationsförderndes Organ hypertrophieren kann. Dies muß man erwarten in den Fällen, wo außer Pleuraverwachsungen auch noch Verwachsungen der beiden Perikardblätter bestanden.

Man weiß seit den Untersuchungen Wenckebachs, daß bei Stauungserscheinungen der Bauchorgane, die oft bei Perikardverwachsungen beobachtet werden, eine mangelhafte Zwerchfelltätigkeit hieran die Schuld trägt, nicht, wie man früher annahm, eine Verengerung der Cavamündung durch Schwarten. Es wird so das Zwerchfell die Erschwerung der Perikard- und Zwerchfellbewegungen durch Hypertrophie zu kompensieren suchen.

Die Ansicht von Wenckebach ist plausibel, aber ob sie die Beziehungen zwischen Herz und Zwerchfell ganz erschöpft, scheint fraglich. Man macht die Beobachtung, daß bei Nachlassen der Herzkraft die Atmung stärker wird, sowohl bei plötzlichem Anfall von Herzschwäche wie bei chronischer Insuffizienz wie auch bei Blutleere. Es arbeiten also jedenfalls das Zwerchfell und die andern Atemmuskeln stärker, wenn der Herzmuskel nachläßt. Demnach kommt es also auch auf reflektorischem Wege, nicht bloß auf rein mechanische Weise zu einer vermehrten Leistung des Zwerchfells bei verminderter Leistung des Herzens. Auch aus diesem Grunde könnte das Zwerchfell bei Erkrankungen des Myokards und des Perikards hypertrophieren.

Nr. 339 zeigt ein hohes Zwerchfellgewicht, ohne daß Pleuraverwachsungen bestanden, dennoch handelt es sich auch hier um eine Arbeitshypertrophie. Es lag vor eine Schußverletzung der linken Brust und Lunge mit Zerschmetterung der Clavicula. Ein linksseitiger Hämatothorax fand sich bei der Sektion fast vollständig resorbiert. Die Hypertrophie des Zwerchfells ist leicht zu erklären: bei der Verletzung der Brustwand war jede Kontraktion der thorakalen Atemmuskeln schmerzhaft, folglich trat das Zwerchfell vikariierend ein. Es ist wahrscheinlich, daß solche Umschaltungen des Atmungsmechanismus nicht so selten sind.

Nr. 384. Es bestand eine frische Pleuritis. Das Zwerchfellgewicht ist nicht erhöht. Bei dem akuten Prozeß veranlaßte die Schmerzhaftigkeit, möglichst oberflächlich zu atmen. Vielleicht erklärt sich aus der Frische der Erkrankung, daß das Zwerchfell noch unbeeinflusst geblieben ist.

Bei Nr. 412 bestand Zwerchfelltiefstand; eine Beeinflussung des Zwerchfellgewichts durch das große, aber noch frische Empyem war nicht nachweisbar.

Ein dauernder Zwerchfelltiefstand muß notgedrungen einen Einfluß haben auf

das Gewichtsverhältnis des Zwerchfells. So z. B. beim chronischen Emphysem. Man will bei chronischem Emphysem Hypertrophie des Zwerchfells gefunden haben. Rokitsansky betrachtet die Hypertrophie der Atemmuskeln als typischen Befund dabei. Eppinger hat Hypertrophie des Zwerchfells bei chronischem Emphysem beobachtet und erklärt diese damit, daß mit dem inspiratorischen Tiefstand des Zwerchfells eine Erhöhung der muskulären Tätigkeit verknüpft ist.

Leider gibt Eppinger nicht an, ob er an den bei Emphysem beobachteten Zwerchfellen die Hypertrophie durch Wägung festgestellt hat, ob er sie, nur durch den Augenschein dazu bewogen, schätzungsweise annahm oder ob er sie am Lebenden durch Palpation feststellen zu können glaubte. Das einzige Feststellungsverfahren, das sichere Resultate gibt, ist das mittels der Wage. Jedes andere Verfahren schließt Täuschungen nicht aus. So z. B. kann das Zwerchfell dicker erscheinen durch Umlagerung von Muskelbündeln, womit natürlich keine Zunahme an Masse verbunden ist. Man vergleiche Magen- und Harnblasenwandung, die bei der Zusammenziehung dicker erscheinen, oder das Herz, das in gut kontrahiertem Zustand ein scheinbar viel stärkeres Myokard hat.

Wenn nach den Angaben Eppingers das Zwerchfell bei chronischem Emphysem dicker, wohl nicht schwerer, erscheint, so beruht das entweder auf einer wirklichen Hypertrophie — diese müßte durch die Wage erst nachgewiesen werden —, oder aber es handelt sich um eine Tonusveränderung mit anderer Grundstellung des Zwerchfells, von der aus die Kontraktionen stattfinden.

Im Widerspruch zu Eppingers Beobachtung steht meine bei chronischem Emphysem gemachte Erfahrung: ich konnte durch Wägung feststellen, daß das Zwerchfellgewicht erniedrigt war.

Eine Erklärung hierfür ist schwer beizubringen. Die Annahme, daß das Zwerchfell durch die stark geblähte Lunge passiv nach abwärts gedrängt wird und so einer Inaktivitätsatrophie allmählich unterliegen muß, könnte höchstens für die kleine Zahl von Fällen zutreffen, wo in der Lunge eine Stauung von Luft durch Krampf von Bronchien besteht. Es wäre denkbar, daß bei sehr praller Füllung die Lunge vielleicht imstande wäre, den intraabdominellen Druck zu überwinden. Im allgemeinen ist die chronisch geblähte Lunge viel zu weich, um ein Herabdrücken des Zwerchfells zu bewirken.

Wollte man Klarheit in diese Verhältnisse bringen, so wäre es bei den vielen Arten von Emphysem mit nicht nur verschiedener Ätiologie, sondern auch verschiedener Wirkung auf das Zwerchfell nötig, eine Systematik zu schaffen und die einzelnen Fälle zu individualisieren.

Meine eigenen Fälle sind zu spärlich, doch habe ich wenigstens den Versuch einer Einteilung gemacht.

Ich verfüge nur über zwei Fälle, wo ein chronisches Emphysem ohne gleichzeitige Thoraxstarre bestand.

Nr. 389. 41jähriger Mann. Absolutes Zwerchfellgewicht 216 g, Verhältnisgewicht zum Körper 0,4%.

Nr. 228. 66jähriges Weib. Absolutes Zwerchfellgewicht 164 g, Verhältnisgewicht zum Körper 0,38%.

In beiden Fällen bleibt das Gewicht unter dem Mittelwert.

Häufiger entsteht das chronische Emphysem sekundär infolge starrer Dilatation des Thorax. Diese tritt entweder als senile oder präsenile Erscheinung auf oder ihre Ursache ist in einer kyphotischen Verkrümmung der Brustwirbelsäule zu suchen. Die folgenden Tabellen bringen Personen mit Thoraxstarre. Ich habe eingeteilt in rein senile Thoraxstarre (Tabelle 15), Starre bei jugendlichen Individuen (Tabelle 16) und Starre bei alten Leuten, die infolge von Kyphoskoliose schon in der Jugend die Thoraxstarre erworben haben mußten (Tabelle 17).

Tabelle 15.
Rein senile Thoraxstarre.

S.-Nr.	A. u. G.	K.-L.	K.-G.	H.-G.	Z.-G.	Z.:K. %	Z.:H.
402	74j. M.	170	50	320	180	0,36	1:1,7
333	64j. M.	151	40	248	136	0,34	1:1,8
391	72j. M.	150	38	230	150	0,39	1:1,4
326	60j. M.	157	46	394	166	0,36	1:2,37
310	61j. M.	162	52	292	206	0,39	1:1,4
399	65j. M.	162	50	372	184	0,36	1:2
441	66j. M.	172	59	356	194	0,32	1:1,8
307	50j. M.	157	42	240	174	0,41	1:1,39
337	56j. W.	141	37	236	142	0,38	1:1,6
315	57j. W.	153	40	278	134	0,33	1:2
359	46j. W.	—	—	234	149	—	—

Tabelle 15: Personen mit rein seniler Thoraxstarre.

S.-Nr. 402. 74jähriger Mann. Thoraxstarre. Zwerchfelltiefstand. Pleuraverwachsungen. Abmagerung. Klappenendokarditis. Chronische Stauungsleber.

S.-Nr. 333. 64jähriger Mann. Thoraxstarre. Chronisches Lungenemphysem. Abmagerung.

S.-Nr. 391. 72jähriger Mann. Thoraxstarre. Chronisches Lungenemphysem. Allgemeine senile Atrophie. Atrophie der Extremitäten einer Körperseite durch Enzephalitis im ersten Kindesalter. Keine Asymmetrie der Zwerchfellhälften.

S.-Nr. 326. 60jähriger Mann. Thoraxstarre. Lues. Konzentrische Hypertrophie des linken Herzens. Braune Atrophie und Stauung der Leber.

S.-Nr. 310. 61jähriger Mann. Thoraxstarre. Pleuritische Verwachsungen.

S.-Nr. 399. 65jähriger Mann. Thoraxstarre. Typhus. Abmagerung. Schlaffes Zwerchfell.

S.-Nr. 441. 66jähriger Mann. Verknöcherung der Rippenknorpel. Eingeklemmte Hernie. Beginnende Peritonitis.

S.-Nr. 307. 50jähriger Mann. Rektumkarzinom. Thoraxstarre. Senile Atrophien. Abmagerung.

S.-Nr. 337. 56jährige Frau. Karzinom des Darms. Thoraxstarre. Chronisches Lungenemphysem. Abmagerung.

S.-Nr. 315. 57jährige Frau. Thoraxstarre. Koniotische und tuberkulöse Lunge. Hypertrophie der rechten Kammer. Chronische Stauung der Leber.

S.-Nr. 359. 46jährige Frau. Thoraxstarre. Leichtes chronisches Emphysem. Leichte Stauungsleber.

Die in dieser Tabelle aufgeführten Zwerchfelle haben ein absolut und relativ erniedrigtes Gewicht. Dieser objektive Befund steht in Widerspruch mit theoretischen Überlegungen, nach denen man eher eine Hypertrophie erwarten sollte. Denn in allen Fällen, wo die thorakale Bewegung leidet, wird die Atmung stärker abdominal. In den vorliegenden Fällen muß diese Kompensation durch sekundäre Veränderungen eingeschränkt gewesen sein; als solche müssen wir betrachten das Alter und den Zwerchfeltiefstand, der die Exkursionsfähigkeit des Zwerchfells vermindert, eventuell ganz aufhebt. Allerdings könnten auch allein die durch die Verknöcherung der Rippenknorpel geschaffenen Veränderungen der anatomischen Verhältnisse eine befriedigende Erklärung für die Gewichtsabnahme des Zwerchfells bei Thoraxstarre geben. Das Zwerchfell hat nämlich die Eigentümlichkeit, muskulär zu inserieren, und zwar an Skeletteilen, die bei seiner Kontraktion federn müssen. Haben wir einen faßförmigen Thorax, mit erweiterter und vollständig versteifter unterer Thoraxapertur, dann wird das Zwerchfell schließlich in eine Lage kommen, wo es wie ein Tuch in einen starren Rahmen gespannt ist. Seine Kontraktion wird dann keine Bewegung mehr auslösen, weder an ihm selbst noch an seiner Umgebung. Dann ist es klar, daß ein Muskel atrophieren muß. Ob nicht ein und dasselbe Zwerchfell im Beginn der Erkrankung zunächst hypertrophiert, um dann bei vollendeter Thoraxstarre zu atrophieren, ist nicht unmöglich.

Schließlich ist noch zu erwägen, ob bei Starre nicht das Alter allein mit seiner Reduktion des Muskelgewichtes und der senilen Unfähigkeit der Muskeln, zu hypertrophieren, als einziger Faktor genügt, um eine Atrophie herbeizuführen. Also schließen sich diese Fälle an diejenigen der Tabelle 8 (Alter) an.

Tabelle 16.
Starre bei jugendlichen Individuen.

S.-Nr.	A. u. G.	K.-L.	K.-G.	H.-G.	Z.-G.	Z.:K. %	Z.:H.
344	48j. M.	172	74	760	272	0,36	1:2,8
302	39j. M.	162	61	346	260	0,426	1:1,3
262	49j. M.	151	63	320	272	0,428	1:1,17
258	48j. M.	167	67	484	346	0,5	1:1,32

Tabelle 16: Starre bei jugendlichen Individuen.

S.-Nr. 344. 48jähriger Mann. Thoraxstarre. Geringer Zwerchfeltiefstand. Hämorrhagische rechtsseitige Pleuritis. Verdrängung des Herzens nach links. Aortenaneurysma. Hypertrophie und Dilatation des Herzens. Chronische Stauungsleber.

(Fall 344 wurde schon in Tabelle 12 unter Klappenfehler angeführt.)

S.-Nr. 302. 39jähriger Mann. Thoraxstarre. Lungenemphysem. Geringe Hypertrophie und Dilatation beider Ventrikel. Blutreichtum der Leber.

S.-Nr. 262. 49jähriger Mann. Thoraxstarre. Leichte Pleuraverwachsungen. Geringer Zwerchfellohochstand. Adipositas. Fettherz. Stauungsfettleber.

(Nr. 262 wurde schon in Tabelle 13 unter Herzverfettung angeführt.)

S.-Nr. 258. 48jähriger Mann. Thoraxstarre. Faßförmiger Thorax. Emphysem. Arbeitshypertrophie des Herzens.

(Der Fall wurde schon in Tabelle 10 angeführt.)

Thoraxstarre bei jugendlichen Individuen macht, wie es auf den ersten Blick aussieht, andere Erscheinungen als die senile Starre. Das Zwerchfellgewicht überschreitet den Mittelwert.

Es liegt nahe, zu folgern: Bei jugendlichen Personen, wo die Starre primär auftritt, ist eine Gewichtszunahme des Zwerchfells zu erwarten, weil es vikariierend eintritt für die Thoraxmuskulatur. Aber in den wenigen mir zur Verfügung stehenden nicht ganz reinen Fällen ist die Entstehung der Hypertrophie nicht eindeutig. Es läßt sich auch eine andere Erklärung für sie finden.

In zwei Fällen, Nr. 258 und 302, bestand eine Arbeitshypertrophie des Herzens. Diese geht bei physiologischen und idiopathischen Formen mit einer Zunahme des Zwerchfellgewichts einher. Nr. 262 wurde schon in Tabelle 13 erwähnt. Die Gewichtszunahme des Zwerchfells könnte auf Fettdurchwachsung beruhen. Tatsächlich ist das Zwerchfell insuffizient, worauf vielleicht die chronische Stauung der Leber hinweist. Auch in Nr. 344 liegt keine echte muskuläre Hypertrophie vor (s. Tab. 12); auch hier bestanden schwere Zirkulationsstörungen.

Tabelle 17.

Altgewordene jugendliche Starre.

S.-Nr.	A. u. G.	K.-L.	K.-G.	H.-G.	Z.-G.	Z.:K. %	Z.:H.
385	68j. M.	164	53	476	220	0,415	1:2,1
432	59j. M.	168	47	318	200	0,425	1:1,5
314	74j. W.	147	45	450	116	0,257	1:3,8
362	60-70j. W.	150	54	282	180	0,33	1:1,5

Tabelle 17 enthält altgewordene jugendliche Starre.

S.-Nr. 385. 68jähriger Mann. Thoraxstarre. Kyphose der Brustwirbelsäule. Chronisches Emphysem. Zwerchfelltiefstand. Stauungsleber. (Schon angeführt in Tabelle 13.)

S.-Nr. 432. 59jähriger Mann. Kyphose der Brustwirbelsäule. Verknöcherung der 1. Rippe. Chronisches Emphysem.

S.-Nr. 314. 74jährige Frau. Kyphoskoliose der Brustwirbelsäule. Schlaffes Zwerchfell. Chronische Stauung der Leber. (Angeführt in Tabelle 12.)

S.-Nr. 362. Alte Frau. Kyphoskoliose der Brustwirbelsäule. Keine Starre. Leichter Zwerchfellochstand. Leichte Adipositas.

Bei Personen, die in der Jugend infolge von Kyphoskoliose einen starren Thorax erworben haben, könnte man annehmen, daß sie durch vorwiegend abdominelle Atmung ein hohes Zwerchfellgewicht haben. Erst sekundär sind die die Hypertrophie beeinträchtigenden Momente dazu gekommen, z. B. chronisches Emphysem. Aus den beiden Faktoren für Hypertrophie und für Atrophie müßte ein Mittelwert resultieren, der je nach dem Vorherrschen des einen oder des andern Faktors mehr nach der Seite der Atrophie oder der der Hypertrophie hinneigenwird. Letzteres trifft zu für Nr. 385 und 432. Das Zwerchfellgewicht ist hier verhältnismäßig hoch. Eindentig ist der Befund aber nicht. Bei Nr. 385 bestand Adipositas. Das verhältnismäßig hohe Zwerchfellgewicht kann durch Fetteinlagerung bewirkt sein. Bei Nr. 314 ist eine ausgesprochene Atrophie des Zwerchfells vorhanden. Bei Nr. 362 besteht eine Kyphoskoliose, aber keine Starre. Die Gewichtswerte sind normal.

Zusammenfassend lautet mein Urteil: Bei alten Leuten mit Thoraxstarre ist das Zwerchfellgewicht immer erniedrigt. Bei jugendlichen Personen muß es vorläufig unentschieden bleiben, ob das vikariierende Eintreten des Zwerchfells für die Brustmuskulatur seine Hypertrophie verursachte, oder ob sie bedingt war durch andere, gleichzeitig einwirkende Momente.

Es sind jetzt noch die Gewichtsverhältnisse des Zwerchfells bei tuberkulösen Lungenaffektionen zu besprechen. Es seien einige theoretische Bemerkungen vorausgeschickt.

Die Beschaffenheit der Muskulatur bei Lungentuberkulose, besonders die der Brustmuskulatur, hat schon immer die Aufmerksamkeit der Kliniker erregt (Fischer, Münch. Med. Wschr. Nr. 45, 1911).

Man hat bei Lungentuberkulose beobachtet, daß eine Volumenverminderung der Muskeln statthat. Es scheint sich dabei nicht um eine einfache Unterernährung zu handeln, sondern man denkt vielmehr an eine chronische Intoxikation des ganzen Organismus. Neben der allgemeinen Abmagerung fällt ganz besonders ein lokaler Muskelschwund auf; am auffälligsten ist er bei Larynx tuberkulose; auch bei einseitiger Lungentuberkulose, wo die Abmagerung der Brustmuskeln der kranken Seite bei weitem überwiegt. Häufig fallen die Interkostalmuskeln durch Abmagerung und Erschlaffung auf, und damit dürfte die Verbreiterung der Interkostalräume zusammenhängen.

Die Interkostales, die Hauptatemmuskeln, würden dadurch in ihrer Funktionstüchtigkeit herabgesetzt; die Atmung andererseits ist erschwert durch eventuelle Verkleinerung der respiratorischen Fläche. Die zu ihrer Ausübung nötige Muskelkraft müßte also geliefert werden durch vermehrte Tätigkeit des Zwerchfells; eine Folge derselben müßte Gewichtszunahme sein.

Die Verhältnisse sind übrigens ähnlich verwickelt wie bei der Beurteilung der Funktion der Atemmuskeln der Emphysematiker. Bei der Lungentuberkulose mischen sich Wirkungen auf den Gesamtkörper mit lokalen Wirkungen, welche von Lunge und Pleura aus die Atmung beeinflussen.

Tabelle 18.
Lungentuberkulose.

S.-Nr.	A. u. G.	K.-L.	K.-G.	H.-G.	Z.-G.	Z.:K. %	Z.:H.
382	17j. W.	155	37	292	164	0,443	1:1,18
325	17j. M.	166	48	240	202	0,42	1:1,18
308	41j. M.	162	36	218	168	0,46	1:1,29
424	20j. M.	158	47	—	250	0,53	—
277	30j. W.	154	42	330	174	0,41	1:1,9
264	18j. M.	158	37	192	160	0,43	1:1,5
449	30j. W.	168	46	288	166	0,37	1:1,7
418	27j. M.	162	48	202	140	0,29	1:1,44
244	18j. W.	150	41	196	124	0,3	1:1,59
315	57j. W.	153	40	278	134	0,33	1:2

Tabelle 18: Lungentuberkulose.

S.-Nr. 382. 17jähriges Weib. Ausgedehnte käsige Pneumonie. Kavernenbildung.

S.-Nr. 325. 17jähriger Mann. Chronische Tuberkulose beider Lungen. Kleine Kavernen der Lungenspitzen.

S.-Nr. 308. 41jähriger Mann. Chronische Lungentuberkulose mit Kavernenbildung und Bronchiektasien. Darmtuberkulose. Kehlkopftuberkulose. Thoraxstarre.

S.-Nr. 424. 20jähriger Mann. Ausgebreitete chronische Tuberkulose mit Kavernen aller Lungenspitzen. Lymphknotentuberkulose. Nebenhodentuberkulose. Sehr gute Muskulatur.

S.-Nr. 277. 30jähriges Weib. Chronische indurierende und ausgedehnte Konglomerat-tuberkulose. Beginnende Kavernenbildung. Darmtuberkulose.

S.-Nr. 264. 18jähriger Mann. Chronisch fortschreitende ulzerierende Lungentuberkulose. Kavernen aller Spitzen. Drüsientuberkulose. Darmtuberkulose. Chronische tuberkulöse Peritonitis. Tuberkulöse Meningitis.

S.-Nr. 449. 30jähriges Weib. Totale tuberkulöse Schrumpfung der linken Lunge. Links-seitiger Pyopneumothorax. Kavernen der rechten Oberlappenspitze. Chronische schwartige Pleuritis.

S.-Nr. 418. 27jähriger Mann. Indurierende und miliare Tuberkulose der Lunge mit Kavernenbildung. Knochen- und Gelenktuberkulose. Allgemeine Miliartuberkulose.

S.-Nr. 244. 18jähriges Weib. Tuberkulöse Karies der Wirbelsäule. Tuberkulöse Koxitis. Disseminierte Miliartuberkulose der Lunge.

S.-Nr. 315. 57jähriges Weib. Frischere miliare konfluierende Tuberkulose der Lunge. Koniose und Verwachsungen der Lunge. Thoraxstarre.

Tabelle 18 zeigt den Gewichtsbe fund des Zwerchfells bei Lungentuberkulose. Das absolute Zwerchfellgewicht bleibt überall unter dem Mittelwert, wenn auch nur wenig. In Nr. 277 und 424, wo eine für einen Phthisiker außergewöhnlich gute Muskulatur vorlag, ist es sogar etwas höher. Dieser Phthisiker starb an Appendizitis und Peritonitis. Das Verhältnissgewicht des Zwerchfells zum Körper ist bei einigen Fällen erhöht. Das Zwerchfell hat also an der allgemeinen Abmagerung gar nicht oder in geringem Grade teilgenommen. Man könnte demnach wohl von einer relativen Hypertrophie sprechen. Diese wird als Arbeitshypertrophie aufzufassen sein.

Für die Fälle, wo beides, absolutes und relatives Gewicht, erniedrigt sind, läßt sich teils eine Erklärung finden, zum Teil auch nicht.

Nr. 244 war eine durch und durch tuberkulöse Person. Vorherrschend war die Knochen- und Darmtuberkulose, relativ frisch eine miliare Aussaat über die Lunge.

Nr. 315 zeigt eine dichte, frischere, konfluierende, miliare Tuberkulose aller Lappen.

In beiden Fällen ist festzuhalten: es liegt keine primäre oder vorherrschende Lungentuberkulose vor, vor allem keine chronische; folglich waren die Interkostalmuskeln nicht in hervorragendem Maße atrophiert, und dem Zwerchfell blieb die Aufgabe erspart, vikariierend für sie einzutreten. Vielmehr hat die Abmagerung des Zwerchfells mit der Abmagerung der übrigen Muskeln Schritt gehalten.

Bei Nr. 449 und 418 paßt diese Erklärung nicht. Es muß einer späteren Nachprüfung an einem größeren Material vorbehalten bleiben, Klarheit in diese Verhältnisse zu bringen.

Das Zwerchfell bei wirklich hochgradigem Aszites zu beobachten, hatte ich nur einmal Gelegenheit.

S.-Nr. 394. 58jährige Frau mit primärem Leberkarzinom (ca. 15 l Aszitesflüssigkeit). Krebsmetastasen im Zwerchfell. Das Zwerchfell bildet eine dünne, schlaife Membran. Sein Gewicht = 125 g.

Der Befund bestätigt nur die längst bekannte Tatsache, daß eine dauernde Hochdrängung des Zwerchfells durch Überfüllung des Abdomens zu seiner Atrophie führen muß.

Die Folgeerscheinungen für das Zwerchfell bei Hochstand sind also ganz ähnliche wie die, die das Zwerchfell bei Tiefstand erfährt. In beiden Fällen leidet seine Beweglichkeit, und nur die Möglichkeit ausgiebiger und normaler Bewegungen gewährleistet dem Zwerchfell die Erhaltung seiner normalen Masse, während es andernfalls einer Inaktivitätsatrophie unterliegen muß.

Im Laufe der Untersuchungen ist auch darauf geachtet worden, ob es einseitige oder sonstige partielle Hypertrophien des Zwerchfells gibt. Für das Vorkommen von halbseitiger Zwerchfelhypertrophie habe ich keine Beispiele gefunden. Die rechte Zwerchfelhälfte ist physiologisch schwerer als die linke.

Mit partieller Hypertrophie werden von vielen Autoren die sogenannten Zwerchfelfurchen der Leber in Verbindung gebracht. Ich führe von den Leichen, bei denen ich Zwerchfelfurchen fand, das Gewicht der Zwerchfelle an. Es handelt sich um 7 Fälle:

- S.-Nr. 333. 64jähriger Mann. Z.-G. = 136 g. Thoraxstarre. Chronisches Emphysem.
- S.-Nr. 258. 58jähriger Mann. Z.-G. = 346 g. Thoraxstarre. Chronisches Emphysem.
- S.-Nr. 402. 74jähriger Mann. Z.-G. = 180 g. Thoraxstarre. Zwerchfell-Tiefstand.
- S.-Nr. 329. 67jähriges Weib. Z.-G. = 124 g. Leichte Verknöcherung der Rippenknorpel.
- S.-Nr. 322. 57jähriger Mann. Z.-G. = 148 g. Leichte Verknöcherung der Rippenknorpel. Emphysem.
- S.-Nr. 308. 41jähriger Mann. Z.-G. = 168 g. Verknöcherung der Rippenknorpel.
- S.-Nr. 432. 59jähriger Mann. Z.-G. = 200 g. Kyphoskoliose. Chronisches Lungenemphysem.

Aus den Zahlen geht hervor, daß hier im allgemeinen, wenn man Alter und Krankheit berücksichtigt, keine Gesamthypertrophie des Zwerchfells vorliegt (mit Ausnahme des Falles Nr. 258). Die Verstärkung einzelner als Balken vortretender Muskelbündel kann man aber auch nicht zugeben, da eine solche am freipräparierten Zwerchfell nicht mehr sichtbar ist. Mit andern Worten: ein solches Zwerchfell hat dasselbe Relief, wie sonst ein Zwerchfell. Falls man überhaupt annimmt, daß in den betreffenden Leberfurchen Zwerchfelfalten (nicht hypertrophische Schenkel!) liegen, so dürfte dies nur davon herrühren, daß die Leber durch die Form ihrer Umgebung seitlich zusammengeschoben ist, und ihre Oberfläche sich wirft. Es ist dabei leicht möglich, daß das Zwerchfell, ursprünglich einen größeren Raum einnehmend, sich den Faltungen der Leberoberfläche anlegt. Ich weise besonders hin auf die Fälle von Zwerchfelfurchen bei auffällig enger unterer Thoraxapertur, z. B. bei gleichzeitiger Schnürfurche.

Jedenfalls möchte ich der Meinung widersprechen, als ob die plastische Leber

von verstärkten Zwerchfellteilen gefurcht würde, wie es die Auffassung Zahns ist; ich habe bei dem Fehlen jeder sichtbaren partiellen Hypertrophie des Zwerchfells bei meinem Material keine Anhaltspunkte für die Zahnsche Theorie gefunden.

Entweder handelt es sich, wie ausgeführt, um raumbeengende Prozesse im obersten Teil des Bauchraumes, oder aber es trifft die Ansicht Liebermeisters zu, der die Zwerchfellfurchen als Expirationsfurchen deutet. Er führt sie zurück auf Faltung des Zwerchfells oder auf Druckwirkung der unteren Rippenränder auf die Leber bei erschwerter oder abnorm starker Expiration.

Zusammenfassung.

1. Das absolute Zwerchfellgewicht ist ziemlich schwankend, doch läßt sich für gesunde Männer und Frauen im Alter der Reife ein einigermaßen konstanter Mittelwert feststellen. Das Verhältnissgewicht des Zwerchfells zum Körper bzw. zur Gesamtmuskulatur ist bei Erwachsenen ziemlich konstant. Desgleichen das Verhältniss des Zwerchfellgewichts zum Herzgewicht.

2. Kinder werden mit einem im Verhältniss zum Körpergewicht schweren Zwerchfell geboren. Das Verhältnissgewicht nimmt im Laufe der Jahre konstant ab, das absolute Gewicht nimmt zu, bis im Alter der Reife die für diese Lebensperiode einigermaßen beständigen Gewichtswerte erreicht sind.

3. Bei Abmagerung jugendlicher, lebenskräftiger Personen nimmt zwar auch das Zwerchfell an der Abmagerung teil, aber nicht in demselben Maße wie die übrige Körpermuskulatur.

4. Es ließ sich nachweisen, daß bei den physiologischen und idiopathischen Formen der Herzhypertrophie auch das Zwerchfell eine Gewichtszunahme erfuhr.

5. In den Fällen, wo Pleuraverwachsungen oder Obliteration des Herzbeutels bestand, wurde das Zwerchfellgewicht erhöht gefunden, und zwar war die Gewichtszunahme am bedeutendsten in den Fällen, wo starke Schrumpfung und Verwachsungen vorlagen.

6. Fälle, in denen die reine Wirkung des Alters auf das Zwerchfell abzuschätzen wäre, sind so selten, daß vorläufig nur mit Wahrscheinlichkeit von einer senilen Atrophie desselben gesprochen werden darf. Diese dürfte aber ähnlich wie die des Herzens verhältnismäßig spät auftreten.

7. Bei Emphysem ohne und mit Thoraxstarre blieb das Zwerchfellgewicht mehr oder weniger unter dem Mittelwert.

8. Bei rein seniler Thoraxstarre bestand in allen Fällen eine Atrophie des Zwerchfelles. Ob bei jugendlichen Personen mit primärer Thoraxstarre das Zwerchfell infolge stärkerer funktioneller Inanspruchnahme anfangs hypertrophiert, konnte nicht mit ganzer Sicherheit festgestellt werden.

9. In den Fällen, wo Zwerchfellfurchen der Leber gefunden wurden, ließen sich keine partiellen Zwerchfellhypertrophien nachweisen.

Literatur.

1. Eisler, Muskeln des Stammes. Handbuch der Anatomie von Bardeleben Bd. II, Teil 1, 1912. — 2. Eppinger, Allgemeine und spezielle Pathologie des Zwerchfells. Supplemente zu H. Nothnagel, Spez. Path. u. Ther. 1911. — 3. Eppinger und Hofbauer, Kreislauf und Zwerchfell. Ztschr. f. klin. Med. 1911. — 4. Hasse, Die Atmung und der venöse Blutstrom. Arch. f. Anat. 1911. — 5. Holl, Leonardo da Vinci. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1915. — 6. Ledderhose, Studien über den Blutlauf in den Hautvenen unter physiologischen und pathologischen Bedingungen. Grenzgebiete der Med. u. Chir. XV. Bd., 1906. — 7. Minkowski, Die Pathologie der Atmung. Handbuch der allgemeinen Pathologie von Krehl und Marchand. 2. Bd., I. Abt., 1912. — 8. Müller, Wilhelm, Die Massenverhältnisse des menschlichen Herzens. 1883. — 9. Orsós, Die Pigmentverteilung der Pleura pulmonalis und ihre Bedeutung zum Atmungsmechanismus und zur generellen mechanischen Disposition der Lungenspitzen für die Tuberkulose. Verhdl. d. D. Path. Ges., Straßburg 1912, 15. Tagung. — 10. Theile, Gewichtsbestimmungen zur Entwicklung des Muskelsystems und des Skeletts beim Menschen. Verhdl. d. Kaiserl. Leopold. Karolin. deutschen Akademie der Naturforscher, 46. Bd., 1884. — 11. Tigerstedt, Lehrbuch der Physiologie, 1911.

IX.

Kurze Bemerkungen zu der Arbeit von L. Jores: „Über den pathologischen Umbau von Organen (Metallaxie) und seine Bedeutung für die Auffassung chronischer Krankheiten, insbesondere der chronischen Nierenleiden“ etc.

Von

Th. Fahr.

Bei der Lektüre obiger Arbeit (Virch. Arch. Bd. 221, Heft 1) besteht für den Leser, welcher mit der von mir mit Volhard zusammen herausgegebenen Monographie, speziell seinem anatomischen Teil nicht näher vertraut ist, Gefahr, falsche Vorstellungen meiner dort vertretenen Auffassungen, namentlich über die Kombinationsform, zu gewinnen.

Um dem vorzubeugen, erlaube ich mir hier, den betreffenden Abschnitten der Joresschen Arbeit die meinigen gegenüberzustellen.

Jores schreibt auf S. 15: „Die anatomisch-histologische Stütze für diese Auffassung — daß bei der Kombinationsform Entzündung und Arteridegeneration zusammenwirkt — hat Fahr zu erbringen versucht durch den Nachweis, daß in den fraglichen Fällen eine Desquamation von Kapselepitheil, ähnlich wie bei der Glomerulonephritis, vorkommt. Auch noch andere entzündliche Veränderungen macht Fahr namhaft, so Anhäufung von Leukozyten in den Schlingen, Verklebung der Kapselblätter, intrakapsuläre Zellwucherung und Vorkommen von Fibrinpföpfchen in den Schlingen. Unter diesen entzündlichen Veränderungen des Glomerulus ist die Epitheldesquamation die markanteste und häufigste Veränderung, aber selbst diese ist bei der kombinierten Form in ihrem Auftreten wechselnd, keineswegs so häufig und stark wie bei der Glomerulonephritis.“

Auf S. 16 werden dann des näheren degenerative Veränderungen, speziell Verfettungen, an den Glomeruli beschrieben, und auf S. 17 heißt es dann mit Bezug auf diese Degenerationen: „Die geschilderte Veränderung ist besonders deshalb interessant, weil die erkrankten Glomerulusschlingen auch ihres Epithels beraubt erscheinen. Man sieht die Epithelien häufig abgelöst, aber nur wenig aus ihrer Lage entfernt, den Schlingen entlang liegen, oder sie sammeln sich in kleineren oder