

Ueber

Athembewegungen des gesunden und kranken Menschen.

Inaugural-Abhandlung

der medicinischen Facultät der Universität Würzburg vorgelegt

von

FRANZ RIEGEL.

Mit Tafel VIII.

Geschichtliches.

Die Medicin hat im Laufe der Jahrhunderte eine ziemliche Reihe von Apparaten kennen gelernt, die dem Zwecke, den Umfang des Thorax zu messen, dienen sollten.

Wenn wir diese verschiedenen Apparate einer kurzen Kritik unterziehen, so ergibt sich vor Allem, dass dieselben je nach dem Zwecke, den sie zu erreichen suchen, in zwei Hauptgruppen sich theilen lassen. Die erste Gruppe sucht die Aufgabe zu lösen, die ruhende Form des Thorax zu messen, den ganzen Umfang des Thorax entweder als solchen oder vergleichungshalber dessen beide Halbmesser, die Entfernung gewisser Punkte von einander, um so aus der Veränderung des ganzen Thoraxumfanges, aus dem Vergleiche der normalen mit der erkrankten Thoraxhälfte gewisse Anhaltspunkte für die Diagnose und Therapie zu gewinnen. Diesem Zwecke entsprechen in einfachster Weise der Tasterzirkel und das Bandmaass. Zu den vollendeteren Apparaten dieser Art gehört schon der *Cyrtomètre* von *Woillex*¹⁾, der zugleich den Umfang der Brust und deren einzelne Durchmesser berücksichtigt. Er besteht aus einer 60 Ctm. langen Kette von Fischbeinstäben, die je 2 Ctm. lang sind und eine doppelte

¹⁾ Arch. gén. Mai 1857.

Friction besitzen, um die entsprechende Biegung beizubehalten. Alle Glieder haben strenge Gelenke, nur zwei sind sehr beweglich; die Kette wird in einem solchen Gelenke im Winkel gebogen und kann nach der Abnahme leicht wieder in die alte Form zurückgebracht werden. Ein ähnliches Instrument hat *Alison* im Jahre 1858¹⁾ construirt, das er Sthetogoniometer²⁾ nennt; es besteht aus zwei nach $\frac{1}{10}''$ graduirten Branchen von je 3'' Länge; mit diesen ist in der Mitte ein von 120° bis 220° graduirtes Kreissegment verbunden und auf diesem läuft im Charniergelenk ein Nonius, in 12 gleiche Theile getheilt und im Ganzen gleich 1° des angenommenen Kreises.

Während Bandmaass und Tasterzirkel im Allgemeinen den normalen Thoraxumfang, die Veränderungen des Thoraxumfanges im Ganzen, vergleichungsweise den beider Seiten wiedergeben, ohne aber zugleich das Wo und Wie der Abnormität genau zu beantworten, zeigen die beiden letzteren genau die Oertlichkeit und die Form der Abnormität an.

Ein ähnliches Instrument construirt im Jahre 1853 *Conradi*³⁾ zur Bestimmung der einzelnen Brustdurchmesser, von denen derselbe fünf annimmt, 3 quere und 2 gerade. Sein Instrument besteht aus einem in Centimeter getheilten Balken mit zwei verschiebbaren Armen und einem in seiner Mitte befindlichen Dorn. Dasselbe hat keine weitere Bedeutung erlangt.

Während aber die erste oben genannte Gruppe von Messungsapparaten den Umfang des Thorax, die Form desselben an verschiedenen Punkten mit grösserer oder geringerer Genauigkeit im Zustand der Ruhe wiedergibt, war der Gedanke nahe gelegen, in gleicher Weise die Bewegung des Thorax, die Veränderung seiner Form während der Respiration zu messen, ohne dass dabei die Respiration als solche im Mindesten beeinträchtigt würde.

Die Reihe von Messapparaten, die dieser Aufgabe gerecht zu werden suchten, bildet die zweite grosse Gruppe.

Sibson hat zuerst im Jahre 1850⁴⁾ ein Instrument construirt, das er Thoracometer nennt. Dasselbe besteht aus einer mit Seide überzogenen Metallplatte, welche unter den Rücken des zu Untersuchenden kommt und aus einem auf dieser rechtwinklig stehenden Balken, welcher in Zolle und

1) Arch. of Med. II. p. 60. 1858.

2) Arch. of Med. III. p. 161. 1858.

3) Arch. f. wissensch. Heilk. I. 1. 1853.

4) Med. Chir. Transact. XXXI.

$\frac{1}{10}$ Zolle getheilt ist; auf diesem Balken gleitet ein horizontaler Arm, welcher an seinem Ende eine im Durchmesser 1" haltende und in 100 Theile getheilte runde Scheibe trägt, deren Zeiger mittelst eines Zahnrades und einer in dieses eingreifenden gezähnten Stange bewegt wird. Wenn man auch im Allgemeinen mit diesem Instrumente in den Stand gesetzt ist, die Bewegung einzelner Punkte der Brust und deren Grösse zu messen, so sind doch der Mängel so viele, dass demselben keine allgemeinere Anwendung zu Theil wurde. *Wintrich* hat dieselbe Aufgabe zu lösen gesucht, indem er ein Bandmaass construirte, dessen beide Enden durch einen Kautschukstreifen zusammenbingen; dass man damit nur die Veränderung des Grössenumfanges des Thorax bei der Athmung, nicht aber genau die Richtung und den Punkt der Verschiebung bestimmen kann, braucht wohl nicht erwähnt zu werden. Die optische Methode, die darin besteht, dass man kleine Scalen auf einzelne Stellen der Brust aufklebt und durch Visiren in einer horizontalen Linie deren Verschiebung bestimmt, kann hier nicht weiter in Betracht kommen.

Gerhardt in Jena hat einen anderen Weg, den der sog. graphischen Methode eingeschlagen, deren Prinzip darauf fusst, dass man die Bewegung, resp. die Linie, die ein bestimmter Punkt des Thorax bei der Athmung beschreibt, auf eine an der Brustwand vorbeilaufende berusste Platte durch einen senkrecht auf den Thorax aufgesetzten feinen Stab in Form einer Curve aufzeichnen lässt. *Gerhardt* hat zu diesem Zwecke einen eigenen Apparat, den sog. Stethographen construiert, der aus Eisenstäben besteht, die in mehrfacher Richtung aneinander verschoben werden können. Ich habe denselben Weg auf andere Weise zu erreichen gesucht und will denselben hier in Kürze beschreiben.

Die Physiologie hat bekanntermassen schon seit längerer Zeit die Aufgabe gelöst, den Weg, den eine Arterie bei ihrer Systole und Diastole beschreibt und den genauen zeitlichen Verlauf der Pulse in Form einer Curve aufzuzeichnen und *Vierordt* hat zuerst hierzu einen Fühlhebel angewandt, den er Sphygmograph nennt. Derselbe ist ein zweiarziger Hebel, an dessen kleinerem Arme ein Plättchen befestigt ist, das auf eine leicht zugängliche Arterie aufgelegt werden kann. Man lässt den längeren Hebelarm den Puls auf dem Kymographion aufzeichnen. *Marey* hat das Sphygmometer von *Vierordt* in eine mehr compendiöse Form modificiert, ohne dass dabei der Genauigkeit des Instrumentes auch nur im Mindesten Eintrag geschehen wäre.

Vierordt und *Ludwig* waren, nachdem zahllose Versuche über die physiologischen Veränderungen des Thorax bei der Respiration, über dessen Veränderungen in krankhaften Zuständen, über die chemischen Vor-

gänge der Respiration, über die dabei stattfindende Muskelaction und derlei Versuche mehr in ausführlicher Weise gemacht worden waren, die Ersten, welche die genaue Bestimmung der Zeit- und Grössenverhältnisse der Athemzüge sich zur Aufgabe machten, und hiezu sich des graphischen Verfahrens wie bei der Messung der Pulse bedienten. Die Athembewegungen wurden von ihnen etwas unter dem Nabel in der Linea alba gemessen; sie beziehen sich also alle auf nur einen Punkt und geben eine genaue Analyse der zeitlichen und der Grössenverhältnisse der einzelnen Athmungen. In gleicher Weise hat Prof. *Ackermann* in Rostock mittelst des Sphygmographs Versuche an zwölf Männern angestellt und dieselben im Jahre 1865 als vorläufige Mittheilung veröffentlicht. Da er bald ausführlichere Untersuchungen zu veröffentlichen verspricht, so will ich dieselben hier nicht weiter berücksichtigen, um so mehr, als seine Resultate mit den sonst gefundenen keineswegs stimmen. Die Aufgabe, die ich mir nun gestellt, war folgende: die Bewegung, die ein bestimmter Punkt des Thorax bei der Athmung nach jeglicher Richtung macht, in Form einer Curve mittelst eines aufgelegten Hebels zu bestimmen, um so, wenn möglich, allgemeine Grundtypen der Thoraxbewegung aufzustellen und um dann auf diesem Wege zu sicheren Schlüssen über das, was pathologische Curven sind, zu kommen und so möglichst charakteristische graphische Curven für physiologische und auch für gewisse pathologische Verhältnisse zu erhalten.

Der Apparat, den ich zu meinen an Gesunden und Kranken angestellten Versuchen verwendet habe, ist folgendermassen construirt. Das Sphygmometer hat ein Uhrwerk, durch welches die Platte, auf der die Curve gezeichnet wird, mit stets gleichbleibender Geschwindigkeit vorwärts bewegt wird. Uhrwerk und Platte sollten auch hier in Anwendung kommen und es lag nun am nächsten, die Platte mit Uhrwerk mittelst einer in beliebiger Höhe einstellbaren Stellschraube irgendwie über der Brustwand festzustellen und einen feinen Stab mit einer vorn gekrümmten, leicht beweglichen Feder, der nach unten in eine auf den Thorax zu befestigende Platte sich verbreitet, auf die Brustwand aufzusetzen, so dass dieser die Excursion, die der Thorax bei der In- und Expiration macht, in Form einer Curve auf die vorbeilaufende Platte aufzeichne. Die Bedenken, die sich der Ausführung dieser so einfach scheinenden Idee entgegenstellten, waren folgende: Erstens beschreibt der Thorax bei seiner rhythmischen Bewegung durchaus keineswegs eine bloß nach einer Richtung hingehende Linie; vielmehr ist es eine längst erkannte Thatsache, dass der Thorax sich bei der Athmung nach drei Richtungen hin verschiebt, nach vorwärts, nach aufwärts und seitlich. Da alle diese drei Linien in

verschiedenen Ebenen liegen, so musste jede dieser drei Linien als solche allein in Form einer Curve gezeichnet werden, und es mussten also, um eine Linie allein zu zeichnen, die beiden anderen möglichst compensirt werden.

Da zweitens, wenn auch nicht das einzige, doch voraussichtlich ein für die verschiedenen Geschlechter, für die verschiedenen Theile des Thorax, für verschiedene pathologische Processe sehr charakteristisches Moment in dem Grössenverhältnisse der Curven gelegen sein musste, die normalen Grössenexcursionen bei der Respiration als solche aber sehr gering sind, so musste gleichzeitig die Vorsicht getroffen werden, die Curve, resp. die Linie, die der Thorax in Curvenform bei der Athmung auf der Platte beschreibt, in bestimmten berechenbaren Verhältnissen zu vergrössern.

Um diesen Uebelständen möglichst Rechnung zu tragen, habe ich den Apparat in folgender Weise modificirt. An der einen Seite des Apparates ist eine Axe angebracht, in welcher ein zweiarmiger Hebel leichtbeweglich eingefügt ist, dessen vorderer Arm in die zeichnende, ganz leicht schwingende Feder ausläuft, dessen hinterer und im Verhältniss zur Länge des vorderen Armes sich wie 1 : 2 verhaltender Arm in fünf gleiche Theile getheilt ist, so dass also die Verhältnisse folgende sind:

5 : 10

4 : 10

3 : 10

2 : 10

1 : 10

d. h. mit andern Worten, die wirkliche Curve kann je nach der Einstellung des Stabes um das 2-, 2,5-, 3,3-, 5- und 10fache vergrössert werden und es ist ein Leichtes, diese Grössenverhältnisse auf ihre wirkliche Grösse zu reduciren. In den hinteren, kürzeren, graduirten Hebelarm wird in beliebiger Einstellung der senkrecht auf den Thorax aufgesetzte und unten in eine Platte sich verbreitende Zeichner eingefügt. Durch die Construction des Hebelarms ist allerdings die so gewonnene Linie nicht mehr eine absolut gerade, sondern ein kleines Segment eines grossen Kreises; allein da das Kreissegment fast völlig gleich einer Geraden, so wurde dieser Umstand keiner weiteren Beachtung unterzogen. Um die Bewegung des Thorax nach vorwärts, d. h. im sternovertebralen Durchmesser zu zeichnen, genügt es, blos den Zeichner in der eben angedeuteten Weise am Hebelarm einzufügen; die Verschiebungen nach den beiden andern Richtungen werden hiebei vollständig compensirt. Um die seitliche und die nach aufwärts gehende Bewegung zu zeichnen, ist eine veränderte Stellung der Platte und ein zweiter Hebelarm am Zeichner nöthig, so dass, während

bei der sternovertebralen Curve Platte und Zeichner in derselben horizontalen Ebene liegen, bei den beiden letztgenannten Richtungen die Platte horizontal, der Zeichner dagegen senkrecht auf den Thorax stehen muss, wesshalb derselbe einen im rechten Winkel abgehenden Arm noch besitzen muss.

Bei der seitlichen Curve muss die Längsrichtung der Platte der Längsrichtung des Thorax entsprechen und die Platte horizontal stehen. Um die Bewegung nach aufwärts zu zeichnen, muss die Platte ebenfalls horizontal stehen, aber ihre Längsrichtung muss mit der des Thorax sich in einem rechten Winkel kreuzen und der Hebelarm muss ebenfalls senkrecht, wie immer auf den Thorax aufgesetzt werden.

Trotzdem nun die Möglichkeit scheinbar gegeben war, mit einem derart construirten Apparate die Verschiebung, die jeder einzelne Punkt des Thorax nach jeglicher Richtung bei der Athmung erleidet, in Form einer Curve zu zeichnen, genau die Grössenverhältnisse, die zeitlichen Verhältnisse der einzelnen In- und Expirationen zu bestimmen, so hat doch eine Reihe angestellter Versuche ergeben, dass, wenn auch die sternovertebrale Verschiebung sich auf solche Weise fehlerfrei bestimmen lässt, die Messung der Verschiebung nach den beiden andern Richtungen weitere Schwierigkeiten bietet, so dass ich für jetzt mich auf die sternovertebrale Richtung allein beschränke; bevor ich jedoch die Resultate selbst aufzähle, mögen zum besseren Verständnisse noch einige Vorbemerkungen folgen.

Allgemeines über die Respirationscurven.

Curven in einer Ebene sind graphische Darstellungen irgend einer Function zwischen zwei Variablen; die beiden Variablen, die functioniren, sind der sich verschiebende Thorax (y) und die vorbeilaufende Platte (x).

Bei den Respirationscurven repräsentirt die eine Variable (x) (die Platte) die Zeit, die andere (y) die Excursionsgrössen irgend eines Punktes des Thorax in einer bestimmten Ebene während einer Respiration, d. h. während einer In- und Expiration. Alle Respirationscurven haben das Gemeinschaftliche, dass sie continuirlich sind und innerhalb eines gegebenen Intervalles, d. h. während einer jeden Respirationsdauer steigen und fallen; diess lehrt schon ein oberflächlicher Blick. Bei der folgenden Darstellung entspricht der ansteigende Theil der Curve der Inspiration, der

absteigende der Expiration. Die Gränze zwischen beiden heisse „oberer Culminationspunkt.“

Dagegen die Gränze zwischen einer Expiration und der darauf folgenden Inspiration heisse „unterer Culminationspunkt.“ Demnach ist die Abscissendifferenz zweier unterer Culminationspunkte die Respirationsdauer. Die Abscissenachse des rechtwinklig angenommenen Coordinatensystems ist bei jeder Reihe von Respirationscurven eine durch den untersten Culminationspunkt parallel mit der unteren Kante der Platte gelegte Linie. Der obere Culminationspunkt bezeichnet die Grenze zwischen In- und Expiration. Nur für den Fall, dass mehre Culminationspunkte vorhanden wären, dass also eine der Abscissenachse parallele Linie die Grenze zwischen Inspiration und Expiration einerseits und Expiration und nachfolgender Inspiration andererseits bezeichnete, kann von einer Respirationspause gesprochen werden.

Der Ausdruck „Respirationspause“ erfährt noch eine weitere Einschränkung durch die Betrachtung, dass nur zwischen zwei auf einander folgenden Respirationen, nicht aber zwischen einer In- und Expiration Nullwerthe der einen Variablen (y) vorkommen können, dass also nur eine mit der Abscissenachse zusammenfallende Gerade eine wirkliche Respirationspause bedeutet. Eine den oberen Culminationspunkt ersetzende, der Abscissenachse parallele Linie gehört nothwendiger Weise der Inspiration an und bedeutet das Verharren der Inspiration auf einer gewissen Höhe. Es kann also von einer Pause zwischen In- und Expiration gar nicht die Rede sein, sondern unter den oben angenommenen, möglicher Weise vorkommenden Bedingungen tritt nur ein Verharren in der Inspiration während eines gewissen Zeitintervalles, ein längere Zeit anhaltendes actives Thätigsein und Stationärbleiben auf der erreichten Höhe ein, nie aber absolute Nullwerthe.

Hiermit ist also die Grenze zwischen In- und Expiration scharf bezeichnet.

Selbstverständlich darf eine am Ende einer Respiration vorkommende wirkliche Pause weder zur Expiration, noch zur darauf folgenden Inspiration gerechnet werden, da dieselbe einen absoluten Ruhepunkt, totale Passivität bezeichnet.

Während einer In- oder Expiration vorkommende Culminationspunkte sind a priori nicht undenkbar; bei gewissen Respirationsanomalieen wird sich Gelegenheit bieten, hierauf zurückzukommen.

Zur Erklärung der gebrauchten Nomenklatur diene folgendes:

Respirationsdauer ist die Abscissendifferenz zweier unteren Culminationspunkte.

Inspirationsdauer ist die Abscissendifferenz eines unteren und des darauf folgenden oberen Culminationspunktes.

Expirationsdauer ist die Abscissendifferenz eines oberen und des darauf folgenden unteren Culminationspunktes.

Respirationsgrösse ist die Summa der zusammengehörigen In- und Expirationsgrösse.

Inspirationsgrösse ist die Ordinatendifferenz eines unteren und des darauf folgenden oberen Culminationspunktes, d. i. der von dem betrachteten Punkte des Thorax während einer Inspiration in einer Ebene zurückgelegte Weg.

Expirationsgrösse ist die Ordinatendifferenz eines oberen und des darauf folgenden unteren Culminationspunktes, d. i. der von dem betrachteten Punkte des Thorax während einer Expiration in einer Ebene zurückgelegte Weg.

Mittlere Respirationsgeschwindigkeit ist das Verhältniss zwischen Respirationsgrösse und Respirationsdauer.

Mittlere Inspirationsgeschwindigkeit ist das Verhältniss zwischen Inspirationsgrösse und Inspirationsdauer.

Mittlere Expirationsgeschwindigkeit ist das Verhältniss zwischen Expirationsgrösse und Expirationsdauer.

Momentane Geschwindigkeit des betrachteten Thoraxpunktes ist die Tangente des von der Abscissenachse und Tangentiallinie des einem fraglichen Zeitmomente entsprechenden Curvenpunktes eingeschlossenen Winkels.

Die Bestimmung dieser Grösse ist für practische Zwecke zu umständlich und es genügt hiefür die Bemerkung, dass die momentane Geschwindigkeit des betrachteten Thoraxpunktes bei der Inspiration so lange zunimmt, als die betreffende Curve ihre Convexität gegen die Abscissenachse wendet, dass sie dagegen abnimmt, so lange die betreffende Curve ihre Concavität gegen die Abscissenachse wendet; dass ferner die momentane Geschwindigkeit des betrachteten Thoraxpunktes bei der Expiration so lange zunimmt, als die betreffende Curve ihre Concavität gegen die Abscissenachse wendet; dass sie aber abnimmt, so lange die betreffende Curve ihre Convexität gegen die Abscissenachse wendet.

Der den Uebergang von Concavität in Convexität der Curve anzeigende Punkt heisse „Wendepunkt der momentanen oder Wachsthumsgeschwindigkeit.“

Was die vermittelst des zweiarmigen Hebels hervorgebrachten Vergrösserungen der Respirationscurven anlangt, so will ich gleich hier anfügen, dass alle Curven bei gleicher Länge des Hebelarms gezeichnet sind,

nämlich im Verhältnisse von 3:10, dass die Vergrößerung der wirklichen Curve somit 3,3 beträgt.

Bei den Berechnungen sind, da es doch nur um vergleichende Zahlen sich handelt, und da es ein Leichtes ist, sie auf die natürliche Grösse zu reduciren, die genannten Vergrößerungen nirgends in Abrechnung gebracht worden. Da es zu weit führen würde, alle Berechnungen der oben angegebenen Zeit-, Gröszen- und Geschwindigkeitsverhältnisse aller gemessenen Curven hier wiederzugeben, so muss ich mich darauf beschränken, aus der Reihe aller Curven und Berechnungen wenige auszuwählen, um an diesen die allgemeinen Gesetze und Folgerungen, die sich aus ihrer Betrachtung ergeben, zu entwickeln. Wenn es vielleicht gewagt erscheinen könnte, aus den wenigen beiliegenden Berechnungen und den ihnen zu Grunde liegenden Curven allgemeingültige Sätze entwickeln zu wollen, so bemerke ich, dass alle hier sich findenden Gesetze auch bei allen andern sich wiederfinden.

Zuerst werden wir die physiologischen Verhältnisse bei beiden Geschlechtern betrachten und am Schlusse noch einige pathologische Fälle kurz besprechen, wengleich die Versuche bei pathologischen Fällen noch nicht zahlreich genug sind, um absolute Werthe und Gesetze für bestimmte pathologische Processe aufzustellen, so dass ich mich für jetzt noch auf die allgemeineren Verhältnisse beschränken muss.

Die Messungen beziehen sich bei nacherwähnten Berechnungen nur auf den sternovertebralen Durchmesser.

Alle Versuche sind bei horizontaler und für die Versuchsperson möglichst bequemer Rückenlage gemacht worden; dass trotz aller Vorsichtsmassregeln die Aufmerksamkeit des Kranken nicht vollständig stets ausser dem Spiele gewesen, ist vielleicht richtig; aber die Resultate sind darum doch in ihrer Exactheit nicht beschränkt worden und jedenfalls bessere, als hätte ich des Kranken Aufmerksamkeit durch Lesen und dergleichen abwenden wollen, schon desshalb, weil dasselbe Experiment bei allen mit hochgradiger Dyspnoe einhergehenden Respirationskrankheiten nicht ausführbar und dann der Vergleich, worauf ja doch das entscheidende Moment beruht, fehlte. Ich glaube, dass ich auf solche Weise alle Fehler möglichst compensirt habe; sicher ist die bezeichnete Methode, die Respiration zu messen und die einzelnen Curven nach den oben angegebenen Gesichtspunkten zu beleuchten, der mathematisch richtigste und vielleicht einzige Weg, gewisse Fragen der Physiologie der Athmung, die noch heut zu Tage in Schweben sind, zum Abschluss zu bringen und ich will daher, ferne aller Theorie, alle Sätze, die ich aufstellen werde, nur aus den genau

berechneten Zahlenverhältnissen unter gleichzeitiger Betrachtung der entsprechenden Curven entwickeln.

Zu bemerken ist noch, dass alle Zahlenverhältnisse nach Millimetern berechnet sind.

Weiblicher Respirationstypus.

Als Versuchsperson dient eine 20jährige, kräftige, mittelgrosse Person mit gut entwickeltem Thorax.

Tafel I gibt die entsprechenden Grössen- und Zeitverhältnisse der verschiedenen Punkte des Thorax.

Respirationsdauer.

Die Dauer der Respiration schwankt im gegebenen Falle zwischen 32 als Maximum und 18,5 als Minimum. Dass die Dauer der Respiration, die ich als Summa der Dauer der In- und Expiration oben bezeichnet habe, an allen Punkten bei ruhiger Athmung ziemlich die gleiche sein muss, ist klar. Die Schwankungen, d. h. die Frequenz der Athemzüge innerhalb eines gegebenen Zeitraumes ist von verschiedenen Autoren sehr verschieden angegeben worden und wenn es auch richtig ist, dass im normalen Zustande bei vollständiger Ruhe und Theilnahmlosigkeit die Athembewegungen mit vollkommenster Regelmässigkeit, gleicher Dauer vor sich gehen, so wird doch gewiss Niemand behaupten wollen, dass ein Schwanken innerhalb einer gewissen Breite pathologisch sei. Die Athembewegung ist als solche eine unwillkürliche, d. h. die Respiration geht unabhängig von unserem Willen in stets gleicher Weise vor sich, da die Thätigkeit des sie regulirenden Nervenapparates eine von unserem Willen, wie die Herzthätigkeit unabhängige ist; allein eben so sicher ist, dass der Wille und eine Menge anderer Einflüsse sie zu modificiren vermögen, wenn auch nicht aufzuheben. Schon die blosser Aufmerksamkeit auf den Respirationsact hat eine wesentliche Abänderung ihrer Dauer zur Folge, und derlei Momente gibt es unzählige, so dass ausser im Schafe, wo die Respiration gänzlich unabhängig vom Willen, von äusseren Einflüssen, es fast als Regel gelten muss, dass im normalen Zustande ein stetes Schwanken vorkommt und dass fast keine Respirationsdauer der andern völlig gleich ist. Ja theoretisch schon könnte man vielleicht sogar behaupten, dass gerade bei bestimmten Erkrankungen das fast völlige Gleichbleiben und eine sehr

geringe Breite der Schwankung der Respirationsdauer mit ein Characteristicum sein könne, da hier das Respirationshinderniss stets das gleiche und die Respiration viel mehr eingeschränkt und an gewisse Verhältnisse gebunden ist, als im physiologischen Zustande.

Sicher ist wenigstens das Eine, dass im physiologischen Zustande eine viel grössere Schwankung der Respirationsdauer möglich, als in pathologischen Zuständen und somit ist diese Schwankung eine, wenn auch unbedeutende, doch bemerkbare Seite der normalen Respiration. Wenn wir Beispiels halber die an einem Punkte innerhalb eines Versuches gezeichneten Curven oder die entsprechenden Zahlen vergleichen, so finden wir, dass bei drei oder mehr Respirationen auf derselben Platte fast nie eine ganz der andern gleicht, um so grössere Differenzen noch beim Vergleiche verschiedener Thoraxpunkte, die, wenn auch einer nach dem andern, doch nicht völlig unmittelbar neben einander auf derselben Platte gezeichnet wurden, zum Beweise, dass bei möglichst abgelenkter Aufmerksamkeit doch die Gesundheitsbreite eine ziemlich beträchtliche ist. So ergab eine zweite, gleichfalls kräftige, 22jährige weibliche Versuchsperson als Maximum der Respirationsdauer 55, als Minimum 35, eine dritte als Maximum 49, als Minimum 32 Mm. Eben so wenig lässt sich natürlich eine wesentliche Differenz auf beiden Thoraxhälften constatiren.

Inspirationsdauer

ist die Abscissendifferenz eines unteren und des darauf folgenden oberen Culminationspunktes. Um sie zu berechnen, musste eine vollständig mit der Abscissenachse parallele Linie durch je zwei zusammengehörige untere Culminationspunkte gelegt werden und vom entsprechenden oberen Culminationspunkte darauf eine Senkrechte. Die hierdurch bezeichnete Horizontale gibt die Inspirationsdauer. Sie schwankt ebenfalls in einer gewissen Breite und im gegebenen Falle zwischen 19 als Maximum und 7,5 als Minimum. Dass, wenn die Respirationsdauer eine wechselnde, die Inspirationsdauer gleichfalls eine wechselnde sein muss, ist klar.

Expirationsdauer

ist die Abscissendifferenz eines oberen und des darauf folgenden unteren Culminationspunktes. Die Berechnung ist natürlich in derselben Weise und die Dauer ergeht sich hier ebenfalls in einer gewissen Breite, im ge-

gebenen Falle zwischen 16 als Maximum und 7 als Minimum. Dass die Schwankungen bei verschiedenen Versuchen sich verschieden ergeben, geht aus dem bei der Respirationsdauer Gesagten zur Genüge hervor.

Vergleichen wir nun In- und Expirationsdauer, so finden wir hier wie dort Schwankungen innerhalb der oben angegebenen Zahlen. Es ist eine fast allgemein adoptirte Ansicht, dass die Dauer der Inspiration etwas kürzer sei, als die der Expiration, und man hat diess daraus zu erklären gesucht, dass der inspiratorische Muskelapparat weit kräftiger wirkt, als der expiratorische.

Diejenigen Physiologen, die dieser Ansicht entgegenstanden, nahmen an, dass die Elasticität der Lungenzellen die Dauer der Inspiration verzögere, so dass sie der der Expiration zum Mindesten gleich würde. Seit Vierordt's und Ludwig's Versuchen ist die Ansicht von der kürzeren Dauer der Inspiration wieder fast zur allgemeinen Geltung gekommen und zwar fanden dieselben das Verhältniss wie 10:12, selbst 12:26. Budge, der an sich selbst experimentirte, fand dagegen, dass die Inspiration etwas länger daure, als die Expiration.

Schnepf¹⁾ kam nach zahlreichen, unter gleichzeitiger spirometrischer Messung der Lungencapacität angestellten Versuchen zu der Ansicht, dass ein bestimmtes Verhältniss zwischen der Dauer der In- und Expiration nicht bestehe. Diese Frage lässt sich sicher nur aus einer grösseren Reihe von an verschiedenen Punkten des Thorax angestellten Versuchen beantworten und wenn wir hier die genau berechneten Zahlen vergleichen, so finden wir bald die In-, bald die Expirationsdauer grösser, zuweilen beide gleich.

Ich habe alle Curven, die ich berechnet habe, genau bezüglich dieser Frage geprüft und gefunden, dass, wie auch die beispielshalber beiliegende Berechnung zeigt, bald die Inspirationsdauer, bald die Expirationsdauer grösser ist, dass hie und da sich beide gleichen.

Somit kann es nicht als absolut richtiger Lehrsatz aufgestellt werden, dass die Inspirationsdauer kürzer, als die Expirationsdauer sei; am wenigsten lässt sich ein bestimmtes, absolut gültiges Zahlenverhältniss für beide Grössen aufstellen.

¹⁾ Capacité vitale du poumon, ses rapports physiologiques et pathologiques avec les maladies de la poitrine; par le docteur B. Schnepf. Paris 1858.

Respirationsgrösse

ist die Summe der zusammengehörigen In- und Expirationsgrösse; d. h. der von dem betrachteten Thoraxpunkte während einer In- und Expiration in einer Ebene zurückgelegte Weg. Die Berechnungsweise ergibt sich von selbst aus der Definition und schwankt die Respirationsgrösse im gegebenen Falle innerhalb 20 als Maximum und 7 als Minimum; in einem andern Versuche zwischen 34 als Maximum und 9,5 als Minimum. Während wir aber bei der Respirationsdauer gleichfalls bedeutende Schwankungen, aber ohne jede Gesetzmässigkeit gefunden haben, ergibt hier, wenn wir die verschiedenen Rippen bezüglich ihrer Respirationsgrösse vergleichen, schon eine oberflächliche Betrachtung der Zahlenverhältnisse eine Bestätigung des in der Physiologie schon längst erkannten, aber noch nicht genau berechneten Satzes, dass bei Weibern die oberen Rippen viel bedeutendere Excursionen machen, als die unterliegenden Parthieen; und zwar lassen sich folgende Sätze aus der Betrachtung dieser Curven ableiten:

Das Manubrium sterni zeigt bei normaler Respiration nie oder fast nie dieselbe Excursionsgrösse, wie die seitlichen Parthieen, also Clavicula und die oberen Rippen. Während das Manubrium sterni im gegebenen Falle eine mittlere Respirationsgrösse von 12 Mm. zeigt, zeigt die zweite Rippe eine solche von 14,5, die Clavicula eine solche von 15 Mm.; in einem andern Falle zeigt das Manubrium eine mittlere Respirationsgrösse von 15,5, die zweite Rippe eine solche von 27,5, in einem dritten Falle Manubrium 23, die zweite Rippe 32 als Durchschnittszahl.

Die Respirationsgrösse nimmt von den obren Rippen nach den tiefer liegenden hin ab, doch nimmt die Schwankung gegen die unteren Rippen zu eine geringere Differenz an.

Die rechte Thoraxhälfte zeigt häufig eine beträchtlichere Respirationsgrösse, als die linke; doch ist Gleichheit auf beiden Thoraxhälften keine sehr selten vorkommende Erscheinung, und ebenso findet sich häufig links an einem oder dem anderen Punkte eine grössere Excursion, so dass obiger Satz jedenfalls nicht als Gesetz angenommen werden darf.

So zeigte sich bei einer Versuchsperson an allen Punkten des Thorax bei allen Curven eine etwas grössere Zahl rechts, nur drei Mal war die links gemessene Curve um 2 Mm. grösser; bei einer andern Versuchsperson zeigte sich 10mal rechts die überwiegende Grösse, 4mal links; bei einer dritten 6mal rechts, 6mal links die überwiegende Zahl. Wenn auch hie und da einmal Ausnahmen von den eben aufgestellten Regeln sich finden

sollten, so würde das darum doch nicht diesen Eintrag thun, da, wie schon in der Einleitung bemerkt, die Gesundheitsbreite eine ziemlich weite ist und hie und da sich findende Ausnahmen auf Rechnung der normalen Schwankungen zu setzen sind. Ich habe desshalb absichtlich eine aus vielen Messungen beigefügt und als Grundlage gewählt, und nicht einen Mittelwerth aus allen berechnet, an welchem ich leichter die Gesetze hätte entwickeln können; aber die Sätze, welche sich aus dieser einen Berechnung abstrahiren lassen, alle lassen sich wiederfinden in allen anderen.

Inspirationsgrösse

ist der von dem betrachteten Thoraxpunkte während einer Inspiration in einer Ebene zurückgelegte Weg. Die Berechnung findet einfach durch Messung einer Senkrechten Statt, welche vom oberen Culminationspunkte auf die mit der Abscissenachse parallele durch den unteren Culminationspunkt gelegte Horizontale gelegt wird. Sie schwankt im gegebenen Falle innerhalb 10,5 als Maximum und 3,5 als Minimum und findet sich hier das bei der Respirationsgrösse erörterte Gesetz, dass die Inspirationsgrösse im Allgemeinen eine von oben nach unten abnehmende ist, wie auch das bezüglich des Sternums Gesagte sich hier wiederholt und die Inspirationsgrösse bald auf der rechten Thoraxhälfte grössere Zahlenverhältnisse ergibt, bald auf der linken Thoraxhälfte.

Expirationsgrösse

ist der von dem betrachteten Thoraxpunkte während einer Expiration in einer Ebene zurückgelegte Weg. Die Berechnung findet hier, wie bei der Inspiration, nur in umgekehrter Weise Statt. Auch hier haben die bei der Respirationsgrösse aufgestellten Sätze gleiche Geltung.

Der Vergleich der In- und Expirationsgrösse ergibt, dass beide sich ziemlich die Wagschale halten, dass sie, wenn auch in gewisser Breite schwankend, doch einander meist gleich oder nahezu gleich sind, wie ja schon die theoretische Betrachtung, was das Experiment gleichfalls bestätigt, ergeben muss, dass ein Ueberwiegen auf einer Seite ein sofortiges der andern Seite bedingt, dass ein Ueberwiegen einer Seite nie lange währen kann, dass beide bald wieder streben müssen, sich ins Gleichgewicht zu setzen. Beide würden in gleicher Weise etwas länger dauernd un-

möglich sein und wäre ein einigermaßen lange währendes Ueberwiegen einer Seite nur in der Agone denkbar.

Mittlere Respirationsgeschwindigkeit.

Gehen wir nun zur mittleren Respirationsgeschwindigkeit über, so haben wir dieselbe oben als das Verhältniss zwischen Respirationsgrösse und Respirationsdauer definiert und findet die Berechnung derselben durch Division der Grösse durch die Dauer Statt; der bessern Uebersicht halber sind die betreffenden Zahlen in Decimalen ausgedrückt. Dieselbe schwankt im beiliegenden Falle zwischen 0,791 als Maximum und 0,234 als Minimum.

Die Betrachtung der Mittelwerthe der einzelnen Rippen bezüglich ihrer Geschwindigkeit ergibt, dass dieselbe an den verschiedenen Thoraxpunkten eine sehr verschiedene ist und dass dieselben in einem ganz bestimmten Verhältnisse von oben nach unten abnehmen und dass das Manubrium sterni gleichfalls fast nie die Höhe erreicht, die die Clavicula und die oberen Brustparthieen zeigen.

Hie und da sich findende Ausnahmen erklären sich einfach durch die zuweilen durch die Aufmerksamkeit des Kranken veränderte Athembewegung und ergibt ein Vergleich mit der Respirationsgrösse und Dauer, dass diese Schwankungen der mittleren Geschwindigkeit sich auch immer da wiederfinden, wo eine solche bei den beiden andern sich schon bemerklich gemacht hatte; diese scheinbaren Ausnahmen zeigen sich bei den verschiedensten Messungen an den verschiedensten Punkten und ist somit gerade ihre Unregelmässigkeit ein Beweis für das Zufällige derselben. Die mittlere Respirationsgeschwindigkeit muss, wie dies auch aus der Berechnung ersichtlich, in demselben Verhältnisse, wie die Respirationsgrösse bei gleich oder nahezu gleichbleibender Dauer zunehmen, da es klar ist, dass bei gleichen Zeitverhältnissen mit der Vergrösserung des zurückgelegten Weges auch die Geschwindigkeit eine wachsende sein muss. Dass natürlich in Folge dessen häufig bald rechts eine grössere mittlere Respirationsgeschwindigkeit vorhanden sein muss, bald links, braucht nach dem Vorhergesagten nicht mehr erwähnt zu werden.

Mittlere Inspirationsgeschwindigkeit

ist das Verhältniss zwischen Inspirationsgrösse und Inspirationsdauer, und wird die Berechnung derselben analog der der mittleren Respirationsgeschwin-

digkeit vorgenommen. Auch hier muss sich natürlich wieder die von den oberen gegen die unteren Rippen hin abnehmende Geschwindigkeit finden und nimmt sie natürlich in demselben Verhältnisse ab.

Mittlere Expirationsgeschwindigkeit

ist analog zu definiren und zu berechnen. Die Inspirationsgeschwindigkeit ist bald etwas grösser, bald kleiner, bald gleich der mittleren Expirationsgeschwindigkeit. Diese Differenzen erklären sich einfach aus der verschiedenen Respirationsgrösse, da es von selbst einleuchtet, dass, wenn bei gleicher Dauer der In- und Expiration, die Inspirationsgrösse mehr beträgt, als die Expirationsgrösse, die mittlere Inspirationsgeschwindigkeit vermehrt sein muss, während unter denselben Bedingungen bei grösserer Expirationsgrösse die Expirationsgeschwindigkeit vermehrt sein muss. Umgekehrt wird bei gleicher In- und Expirationsgrösse, wenn die Inspirationsdauer eine grössere ist, als die Expirationsdauer, die mittlere Geschwindigkeit eine kleinere sein in der Inspiration als in der Expiration, und umgekehrt. Diese Sätze, welche sich theoretisch von selbst ergeben, finden sich wieder bestätigt in allen einzelnen Berechnungen.

Pausen zwischen beiden Respirationsmomenten.

Nachdem wir nun die Curven bezüglich ihrer Dauer- und Grössenverhältnisse und der hieraus resultirenden mittleren Geschwindigkeit betrachtet haben, drängt sich von selbst die Frage nach den Respirationspausen auf, von denen bekanntermassen viele Physiologen zwei anzunehmen geneigt sind, eine zwischen In- und zugehöriger Expiration und eine zweite zwischen je zwei Respirationen. Ohne vorerst die Frage genauer zu erörtern, glaube ich besser nochmals an die oben gegebene Definition von Pausen zu erinnern, da es ersichtlich ist, dass von einer eigentlichen Pause nach der Inspiration gar nicht gesprochen werden darf, da eine der Abscissenachse parallele Linie am oberen Culminationspunkte keine Pause, d. h. keinen absoluten Nullwerth bedeutet, sondern nur das Verharren der Inspiration auf der erreichten Höhe während mehrerer Zeitmomente.

Wundt läugnet die Pause nach der Inspiration vollständig, Vierordt und Ludwig fanden bei ihren Messungen eine solche, wenn auch sehr selten und nur von kürzester Dauer.

Wenn es gestattet sein soll, aus einer Summe von mehr als fünfzig Messungen aller Thoraxpunkte sich ein Urtheil in dieser Frage zu bilden, so kann ich nur sagen, dass bei allen meinen Versuchen nie bei normaler, ruhiger Athmung sich ein längeres Verharren in der Inspiration gezeigt hat; dass allerdings eine solche denkbar, dass sie willkürlich stets hervorzubringen, ist klar; aber diese Frage kommt hier nicht weiter in Betracht, da es sich nur darum handelt, ob bei normaler Respiration eine solche existirt und unter diesen Umständen glaube ich entschieden deren Existenz läugnen zu müssen. Diese Frage lässt sich zwar schon bei oberflächlicher Betrachtung der Curven leicht entscheiden; legt man aber durch den oberen Culminationspunkt eine mit der Abscissenachse parallele Linie, so überzeugt man sich mit mathematischer Gewissheit, dass die Inspiration, wenn sie ihren Culminationspunkt erreicht hat, nie länger auf demselben verharret, sondern ganz sanft in die Expiration übergeht.

Wenn auch die Frage nach der Ursache des Rhythmus der Athembewegungen trotz der verdienstlichen Forschungen von *Rosenthal*, *Mueller*, *Rach* u. A. noch nicht zum definitiven Abschluss gebracht ist und nur so viel fest steht, dass im Normalzustande die Thätigkeit des Respirationencentrums, des Noeud vital von *Flourens* darin besteht, nur die Inspirationsmuskeln in gleichen rhythmischen Intervallen zu erregen, während die Expiration passiv vor sich geht, so muss es doch schon a priori unwahrscheinlich erscheinen, dass die Inspirationsmuskeln, nachdem sie vom Anfang bis Ende der Inspiration in wenn auch an verschiedenen Punkten wechselnder, doch typischer Reihenfolge thätig gewesen sind, plötzlich gegen Ende der Inspiration, wenn sie den obren Culminationspunkt erreicht, in einen gleich bleibenden Zustand, eine Art tonischen Krampf gerathen sollten, während es doch viel näher liegt, dass sie, wenn sie das Maximum ihrer bei ruhiger Athmung stattfindenden Thätigkeit erreicht, erschlaffen und in den Zustand der Ruhe übergehen.

Was nun die zweite Frage, die nach der Pause zwischen je zwei sich folgenden Respirationen anlangt, so hat eine solche Annahme theoretisch allerdings die oben angeführten Gründe nicht gegen sich, und wird auch eine solche bekanntermassen von allen Physiologen angenommen. *Wundt* gibt dieselbe als $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{3}$ der Dauer der ganzen Athmung an, *Vierordt* und *Ludwig* fanden das Verhältniss der Pause zur Athmung wie 10 : 44 im Mittel. Gleichwohl haben sie dieselbe durchaus nicht als constant gefunden, indem z. B. die Versuchsperson Nr. V, welche nach ihrer eigenen Angabe sich vollständig normal und theilnahmlos verhielt, unter 160 Athemzügen bloß 9 Mal eine Pause zeigte. Beim Lesen haben sie dieselbe gleichfalls selten gefunden.

andere noch nicht den Zustand der Ruhe erreicht haben. Diese letztere Frage ist allerdings eine sehr complicirte, wenn man für alle Punkte dieselbe berechnen will; allein sie lässt sich schon theilweise bei Berücksichtigung der momentanen Geschwindigkeit beantworten, worauf wir also zum Schlusse noch einen Moment die Aufmerksamkeit richten müssen.

Momentane Geschwindigkeit.

Es ist bereits in der Einleitung bemerkt worden, dass die Berechnung derselben zu umständlich ist, und dass sich dieselbe am einfachsten aus der unmittelbaren Betrachtung der Curven ergibt. Als Regel muss feststehen, dass bei der Inspiration die momentane Geschwindigkeit des betrachteten Thoraxpunktes so lange zunimmt, als die betreffende Curve ihre Convexität gegen die Abscissenachse wendet, dass sie dagegen abnimmt, so lange die Curve ihre Concavität gegen die Abscissenachse wendet und dass der Uebergang von Convexität in Concavität der Curve den Wendepunkt der momentanen Geschwindigkeit andeutet. Bei der Expiration verhält es sich umgekehrt, indem die momentane Geschwindigkeit des betrachteten Thoraxpunktes so lange abnimmt, als die betreffende Curve ihre Convexität gegen die Abscissenachse wendet, und indem sie zunimmt, so lange dieselbe ihre Concavität gegen die Abscissenachse wendet. Es ist selbstverständlich, dass eine vollständig gerade ansteigende Linie bei der Inspiration das Maximum der momentanen Geschwindigkeit bedeutet, dass eine ganz senkrecht abfallende Linie bei der Expiration das Maximum gleichfalls bedeutet, dass die momentane Geschwindigkeit in dem Maasse zunimmt, als die Curve mit der Abscissenachse in einem rechten Winkel nahesteht. Eine nur oberflächliche Betrachtung einer grösseren Reihe von Curven ergibt schon, dass die momentane Geschwindigkeit durchaus nicht eine im Normalzustande sich stets gleichbleibende ist, dass aber ebenso wenig die Zu- und Abnahme eine plötzliche ist, wie wir dieses bei manchen pathologischen Fällen sehen, sondern dass die Uebergänge, die Zu- und Abnahme ganz allmählich in einander eingreifen und zwar ergibt sich bei allen Rippen im Allgemeinen das Gesetz, dass die momentane Geschwindigkeit des betrachteten Thoraxpunktes bei der Inspiration im allerersten Momente langsam ist, allmählich mehr und mehr zunimmt, dass sie dann, sobald sie ihr Maximum erreicht hat, was ungefähr nach dem ersten Drittheile geschieht, auf der erreichten Höhe ungefähr während des zweiten Drittheils beharrt, um gegen Ende der Inspiration mehr und mehr

abzunehmen und sanft in die Expiration überzugehen. Am grössten ist sie also im zweiten Drittheile, am kleinsten im allerersten und letzten Momente der Inspiration.

Bei der Expiration ist die momentane Geschwindigkeit des betreffenden Thoraxpunktes im ersten Beginne langsam, nimmt immer mehr zu, bis sie ungefähr am Ende des ersten Drittheils oder Viertheils das Maximum erreicht, auf dessen Höhe sie während des zweiten Drittheils oder noch etwas länger beharrt, und im letzten Drittheil nimmt sie allmählich mehr und mehr ab, um so den Uebergang zur nächstfolgenden Athmung zu bilden.

Wir sehen also im zweiten Drittheile eine gleichbleibende und zugleich die grösste momentane Geschwindigkeit, am Anfang und am Ende je einer In- und Expiration die kleinste momentane Geschwindigkeit, und so ganz sanften Uebergang von In- zur Expiration, von Expiration zur nächsten Athmung. Diese Sätze erleiden zwar an verschiedenen Thoraxpunkten gewisse geringe Modificationen, im Allgemeinen jedoch findet sich das gleiche Gesetz an allen normalen weiblichen Curven. Je frequenter die Athembewegungen sind, desto mehr zeigen auch die Curven eine gleichbleibende momentane Geschwindigkeit, während bei sehr langsamer und ruhiger Athmung die momentane Geschwindigkeit besonders während der Expiration häufigen Wechsel erkennen lässt. Eine ganz genaue Berechnung der momentanen Geschwindigkeit würde sicher von hohem Interesse sein, führt aber für den vorliegenden Zweck zu weit abseits.

Männlicher Respirationstypus.

Nachdem der weibliche Respirationstypus nach den verschiedenen möglichen Gesichtspunkten hin beleuchtet worden, erübrigt noch, in gleicher Weise den männlichen festzustellen. Um nicht aber vorhin bereits erörterte Sätze hier nochmals wiederholen zu müssen, wird es besser sein, nur die Ausnahmen von den oben aufgestellten Sätzen und die Differenzen näher zu besprechen, während eine Wiederholung derselben nur kurz erwähnt zu werden braucht.

Bekanntermassen hat man in der Physiologie schon längst Differenzen in der Respiationsweise der Männer und Frauen erkannt, und führte als das Charakteristische der weiblichen die überwiegende Thätigkeit, resp. Hebung der obren Brustparthieen und Rippen an, ein Satz, dessen Bestätigung wir auch im ersten Theile bereits aus den Curven und ihren Berechnungen geliefert haben.

Der männliche Respirationstypus soll sich durch überwiegende Thätigkeit des Zwerchfells auszeichnen, durch vorzugsweise Bewegung der Bauchwand, während die Rippen viel geringere, öfter kaum für das blosse Auge sichtbare Erhebungen zeigen. Andere Differenzen, wie die der vitalen Capacität, deren Verhältniss *Arnold* bei gleicher Körperlänge und Brustumfang zwischen Männern und Frauen wie 3000 Cm. : 2290 fand, können hier nicht weiter Gegenstand unserer Betrachtung sein. Es ist hier die Aufgabe, zu erforschen, wie weit jene allgemein gültigen Ansichten mit unsern Versuchen übereinstimmen und welche weiteren Resultate diese etwa geben.

Respirationsdauer.

Dieselbe schwankt innerhalb einer grossen Breite, so in einem Falle unserer Beobachtung zwischen 50 als Maximum und 30 als Minimum, in einem zweiten zwischen 44 und 27, in einem dritten zwischen 48 und 27. Die Differenzen bewegen sich ziemlich in demselben Niveau wie beim Weibe und findet auch hier die Behauptung, dass bei einer auf derselben Platte unmittelbar neben einander gezeichneten Reihe von Curven fast nie eine Athmung ganz der andern bezüglich ihrer Dauer gleicht; ihre Bestätigung.

In- und Expirationsdauer

schwanken gleichfalls innerhalb gewisser Grössen und muss die bereits beim Weibe besprochene Frage, ob der Satz richtig, dass die Inspirationsdauer in der Regel etwas kürzer, als die der Expiration, dahin beantwortet werden, dass auch beim Manne dieser Satz nicht als Gesetz aufgestellt werden darf, da wir sehen, dass bald die eine, bald die andere grösser, bald beide sich gleichen. So ergibt sich bei einem kräftigen Manne an den verschiedenen Rippen, dass die Inspirationsdauer 14mal kleiner, 4mal gleich, 6mal grösser war; bei einem zweiten war die Inspirationsdauer 10mal kleiner, nie gleich, 14mal grösser. Bei einem dritten war die Inspirationsdauer 9mal kleiner, 4mal gleich, 12mal grösser, als die Expirationsdauer. Wo so bedeutende Schwankungen sich zeigen, ist es sicher ungerechtfertigt, die obige Regel absolut festhalten zu wollen, und sicher müssen die Messungen der verschiedenen Thoraxpunkte hier ein entscheidenderes Resultat liefern, als wenn man alle Messungen nur

an einem einzigen Punkte macht, da es ganz gut denkbar ist, dass ein Punkt eine kurze Inspiration, dann ein längeres Verharren auf derselben (Pause) zeigt und eine grössere Expiration ihr folgt, ohne dass man darum berechtigt wäre, schlechtweg daraus eine kürzere Dauer der Inspiration zu folgern.

Respirationsgrösse.

Dieselbe schwankte in einem Falle innerhalb der sechs Rippen beiderseits zwischen 6 und 17,5; in einem andern zwischen 7,5 und 28.

Während die Vergleichung der verschiedenen Rippen beim Weibe uns den Satz aufstellen liess, dass dort die Grösse eine von oben nach unten abnehmende ist, finden wir hier das Gegentheil, eine von oben nach unten zunehmende Grösse. Während die Clavicula beiderseits 6 Mm. beträgt, zeigt die 2. Rippe im Mittel 8, die 3. 9,5, die 4. 12,5, die 5. 14, die 6. Rippe 16 Mm.; der Punkt, der die Mitte zwischen Processus ensiformis und Nabel einnimmt, eine solche von 40 Mm. Die Grösse ist demnach beim Manne eine von den oberen nach den untern Rippen zu in einem ziemlich gleich bleibenden Verhältnisse zunehmende, so dass wir fast constant von einer oberen zur nächstfolgenden eine Zunahme von 2 Mm. sehen. In ähnlicher Weise hat sich dies an allen anderen Curven wiedergefunden.

Das Manubrium sterni, das beim Weibe häufig geringere Excursion als die Clavicula und die oberen Rippen zeigte, ohne dass ich jedoch darauf besonderes Gewicht als einer absoluten Regel legen möchte, hat mir beim männlichen Respirationstypus dieses durchaus nicht constant erkennen lassen und erklärt sich vielleicht dieser Umstand daraus, dass bei diesem die Respirationsgrösse der oberen Thoraxparthieen an und für sich schon eine sehr geringe ist und dass die Thätigkeit der Intercostales hier eine so wenig ausgiebige ist, dass das Manubrium sterni, das nur passiv mitgehoben wird, gleiche Excursion mit diesen macht, während beim Weibe in Folge der grösseren Activität der seitlichen Parthieen die Passivität des Sternums mehr zur Geltung kommt. Der oft behauptete Satz, dass die Respirationsgrösse rechts mehr betrage, als links, oder mit anderen Worten, dass die rechte Thoraxhälfte sich mehr als die linke hebe, lässt sich, wie beim Weibe schon gezeigt wurde, dass derselbe durchaus nicht als Gesetz aufgestellt werden darf, keineswegs beim Manne als Regel festhalten; freilich hebt sich die rechte Thoraxhälfte zuweilen mehr als die linke, aber ebenso oft oder fast ebenso oft die linke und muss ein ziemlich gleiches Verhalten der Respiration

tionsgrösse beider Halbmesser als Regel aufgestellt werden, wovon Ausnahmen allerdings nicht selten, die aber sicher nur auf die im physiologischen Zustande stetig vorhandenen Schwankungen zu schieben sind. Dass die Thätigkeit des Zwerchfells als inspiratorische Kraft eine bei weitem überwiegende über das ganze System der Rippenheber beim Manne ist, ergibt sich sehr klar aus dem Vergleiche der beiden letzten Rippen mit der Oberbauchgegend, indem bei den ersteren die Hebung 16—17 Mm. beträgt, bei letzterer dagegen mehr als das Doppelte, 41—42 Mm.

In- und Expirationsgrösse

zeigen keine besonderen Differenzen, ausgenommen natürlich die constante Zunahme der In- und Expirationsgrösse von oben nach den untersten Rippen zu und die bei weitem alle Rippenheber übertreffende Activität des Zwerchfells. Eine überwiegende Thätigkeit der rechten Thoraxhälfte lässt sich keineswegs als Regel constatiren. Ebenso halten sich In- und Expirationsgrösse in ziemlicher Gleichgewichtslage.

Mittlere Respirationsgeschwindigkeit

zeigt wieder die constante Zunahme gegen unten und das Ueberwiegen des Zwerchfells.

Nie finden wir bei Männern an den untersten Rippen, d. h. 5. und 6. Rippe, die unter allen Rippen die grösste Excursion zeigen, dieselbe mittlere Respirationsgeschwindigkeit, welche wir bei den Weibern die oberen Thoraxparthieen einnehmen sehen, also diejenigen, welche bei diesen die grösste Hebung zeigen und es lässt sich schon hieraus vermuthen, dass eine weitere inspiratorische Kraft, welche dieses Minus übernimmt, existiren muss, und als solche haben wir das Zwerchfell kennen gelernt. Es lässt sich dieses überwiegende Zahlenverhältniss der mittleren Respirationsgeschwindigkeit des Zwerchfells selbstverständlich nur auf die Respirationgrösse reduciren, da die Dauer eine ziemlich gleichbleibende ist und muss daher, da selbst die am meisten sich hebenden Rippen beim Manne nie gleiche Höhe mit den entsprechenden weiblichen zeigen, ebensowenig die minder sich hebenden, das Zwerchfell eine viel grössere Rolle übernehmen. Um dieses an einem Beispiele zu erläutern, ist zu erwähnen, dass, während das Minimum der weiblichen mittleren Respirationsgeschwindigkeit einer Versuchsperson 0,289 betrug, das Maximum dagegen 0,925,

bei einer zweiten weiblichen Minimum 0,234, Maximum 0,809, bei einem Manne die mittlere Respirationsgeschwindigkeit der verschiedenen Rippen zwischen 0,148 als Minimum und 0,473 als Maximum schwankte, bei einem zweiten zwischen 0,2 und 0,522, während die Grösse des Zwerchfells das Doppelte des Maximums der Rippen noch übertraf. Es ist daher auch begreiflich, wie trotz der geringen Hebungen des Thorax spirometrische Messungen grössere vitale Capacität beim Manne ergeben, als beim Weibe.

Mittlere In- und Expirationsgeschwindigkeit

bieten keine Besonderheiten dar, die nicht bereits früher besprochen worden oder aus dem eben Gesagten sich von selbst ergäben.

Pausen zwischen beiden Respirationsmomenten.

Die Lehre von den Pausen bedarf einer wiederholten Besprechung beim Manne, da wir wesentliche Differenzen bezüglich der Respirationsgrösse und der mittleren Geschwindigkeit im Vergleiche zum weiblichen Athmen gefunden haben, und insbesondere gesehen haben, dass gerade die Rippen, zumeist die oberen, so geringe Excursionen machen, dass sie ohne einigermaßen beträchtliche Vergrösserung kaum die einzelnen in Betracht kommenden Verhältnisse genau wiedergeben.

Wir stellen daher wieder die Fragen auf, 1) ob es eine Pause, d. h. ein Beharren in mehren Zeitmomenten auf der Höhe der Inspiration gibt, 2) ob es Pausen gibt zwischen je zwei Respirationen. Da wir gesehen haben, dass beim Manne das Zwerchfell das Minus, welches die Rippen an Thätigkeit im Vergleiche zum Weibe ergeben, übernimmt, ja dasselbe noch übersteigt, so handelt es sich bei dieser Frage natürlich auch darum, wie das Zwerchfell daran sich theiligt, obschon wir folgerichtig, wenn wir von Pause schlechthin sprechen, absolute Ruhepunkte aller Kräfte, sowohl in- als expiratorischer, darunter begreifen müssen und dürfte man eigentlich, wenn nur ein einzelner Punkt in Activität sich noch befindet, während alle andern schon Ruhepunkte zeigen, d. h. Pause zeigen, nicht von Pause im Allgemeinen sprechen.

Was vorerst die Pause zwischen je einer In- und zugehörigen Expiration anlangt, so wird eine solche von manchen Seiten, allerdings als einen sehr kurzen Zeitmoment einnehmend, angenommen; von andern dagegen wird sie als sehr selten vorkommend betrachtet. Diese Frage, die

beim Weibe, wo wir es doch mit grösseren Zahlenverhältnissen zu thun hatten, schon zur definitiven Entscheidung eine genaue Berechnung durch Ziehen einer mit der Abscissenachse parallelen Linie durch den oberen Culminationspunkt nöthig machte, erfordert hier beim Manne, wo nur bei ziemlicher Vergrösserung die geringen Hebungen der obern Thoraxparthieen sichtbar werden, eine sehr genaue Controlle durch die mit der Abscissenachse durch den oberen Culminationspunkt gelegte parallele Horizontalinie. Eine Entscheidung dieser Frage wenigstens für die oberen Thoraxparthieen ist ohne genaue Kenntniss der Abscissenachse unmöglich. Meine Versuche haben bis jetzt mir, wenn ich auf solche Weise diese Frage zur Lösung zu bringen suchte, nirgends zwischen je einer In- und zugehörigen Expiration eine Pause erkennen lassen und habe ich stets die Inspiration, wenn sie den obern Culminationspunkt erreicht hatte, allmählich in die Expiration übergehen sehen, nirgends aber eine der Abscissenachse vollständig parallele Linie.

Dass diese Pause bei nur einigermaßen frequentem Athmen fehlt, ist ohnehin anerkannt und bedarf keines Beweises. Ebenso hat die Zwerchfellcurve, die, da dasselbe sehr bedeutende Excursionen macht, die Entscheidung dieser Frage schon einer oberflächlichen Betrachtung gestattet, mir eine solche durchaus nicht erkennen lassen, am wenigsten dieselbe als Regel aufstellen lassen. Die zweite Frage, die nach der Pause zwischen je zwei Respirationen, anlangend, so haben Vierordt und Ludwig, wie bereits erwähnt, dieselbe dahin beantwortet, dass ihr Verhältniss zur Dauer der Gesamttathmung sich wie 10 : 44 verhalte.

Andere Physiologen haben etwas andere Zahlenverhältnisse gefunden; allein da die einzigen in dieser Weise angestellten Versuche die von Ludwig und Vierordt und die späteren von Gerhardt sind, so musste ich diese specieller berücksichtigen. Wenn ich die verschiedenen Rippen bezüglich dieses Punktes vergleiche, so kann ich auch nicht ein Mal nur eine messbare Pause erkennen und fällt somit schon die Frage einer Pause hinweg. Wenn ich die Zwerchfellcurven betrachte, so finde ich allerdings unter allen ein Paar Mal eine kleine Pause, in der bei Weitem grossen Mehrzahl der Fälle keine, so dass ich, da die grösseren Zahlenverhältnisse doch schliesslich bei derartigen, so mannichfachen Einflüssen unterworfenen Untersuchungen das Entscheidende sein müssen, die Pause nicht als Regel aufstellen kann, vielmehr den Satz dahin bestimmen möchte, dass jede Expiration mit abnehmender Geschwindigkeit in die nächste ihr nicht zugehörige Inspiration ohne Pause übergeht.

Würde indessen weiteren Untersuchungen es gelingen, eine Pause am Zwerchfell als Regel festzustellen, so muss ich darum nichtsdestoweniger

an meiner obigen Behauptung festhalten, dass selbst dann man nicht berechtigt ist, von einer Pause zwischen je zwei Respirationen im Allgemeinen zu reden, sondern nur dann, wenn es bewiesen wäre, dass alle Punkte des Thorax, die bei der Athmung activ oder passiv thätig gewesen sind, in einem und demselben Zeitmomente vollständig negativ, absolut unthätig sich verhalten. Gerhardt, der gleichfalls eine Curve des Zwerchfells in seinem Lehrbuche abgebildet, lässt an dieser Curve gleichfalls eine Pause nicht erkennen, vorausgesetzt, dass, was anzunehmen man doch wohl berechtigt ist, der tiefste Punkt einer Athmung zugleich den unteren Culminationspunkt darstellt. Gleichwohl möchte ich weniger ebengenannte Zwerchfelcurve als absoluten Beweis meiner oben angeführten Behauptung beibringen, da die Curve sonstige Verhältnisse zeigt, wie die rücklaufende Bewegung, die ihre Richtigkeit in Frage stellen. Uebrigens ist noch zu erwähnen, dass Gerhardt bei seinen Untersuchungen zu dem Resultate gekommen, dass die Pause eine verschwindend kleine sei, was allerdings keine absolute Stütze meiner Behauptung, aber doch jedenfalls mehr meinen Resultaten entspricht, als den bisher allgemein angenommenen Ansichten.

Um den Uebergang von In- zur Expiration, und den von einer Respiration zur nächstfolgenden und die Art und Weise dieses Ueberganges genauer kennen zu lernen, haben wir noch nöthig, die momentane Geschwindigkeit kurz zu berücksichtigen.

Momentane Geschwindigkeit.

Die momentane Geschwindigkeit zu berechnen, würde zu weit führen und lässt sich aus der Betrachtung der Curven so viel entnehmen, dass dieselbe bei der Inspiration anfangs langsam und eine immer mehr und mehr zunehmende ist, dann, sobald sie ihr Maximum erreicht, längere Zeit, ungefähr während des zweiten Drittheils, gleich bleibt, dass sie also während dieser Zeit am energischsten ist, um gegen das letzte Ende der Inspiration immer mehr abzunehmen. Diese Aenderungen der momentanen Geschwindigkeit, also die sog. Wendepunkte derselben, ändern sich auch je nach den verschiedenen Theilen des Thorax, im Allgemeinen jedoch lässt sich der Satz festhalten, dass ungefähr im ersten Zeitdrittheil die momentane Geschwindigkeit eine allmählich immer mehr zunehmende ist, dass sie dann ungefähr durch das zweite Drittheil oder noch etwas längere Zeit hindurch eine gleichbleibende und zugleich die grösste ist,

und dass sie gegen Ende der Inspiration, ungefähr im letzten Drittheil oder Viertel immer mehr abnimmt und so allmählich den Uebergang zur Expiration bildet. Bei der Expiration ist sie ganz im Beginne unmittelbar nach der Inspiration einen kurzen Moment langsam, wird dann immer schneller und hat ungefähr, nachdem sie den vierten Theil des Weges zurückgelegt, ihr Maximum erreicht, dessen Höhe sie eine Zeit lang beibehält, um dann, nachdem sie ungefähr die Hälfte des Weges mit gleichbleibender relativ grösster Energie zurückgelegt, allmählich abzunehmen und gegen Ende der Expiration immer geringer zu werden und so allmählich in die nächste Inspiration überzugehen.

Die gegen Ende der Inspiration und anderentheils die gegen das Ende der Expiration immer mehr abnehmende und fast ins Unmerkliche übergehende momentane Geschwindigkeit macht es begreiflich, dass Manche da Pausen angenommen, wo Andere noch in- oder expiratorische Kräfte thätig gesehen haben und umgekehrt und wird es gerechtfertigt erscheinen lassen, wenn ich in der Einleitung grossen Werth auf eine Vorrichtung des Apparates gelegt habe, vermittelt deren man in den Stand gesetzt ist, jede Curve in beliebiger berechenbarer Vergrösserung zu zeichnen, da nur auf solche Weise solche geringe Zu- und Abnahme der momentanen Geschwindigkeit erkannt, und Fragen, wie die nach der Existenz von Pausen, zur endgültigen Lösung gebracht werden können.

Im Allgemeinen lässt sich also wohl behaupten, dass gegen Ende der Inspiration und gleichfalls gegen das Ende der Expiration die momentane Geschwindigkeit eine mehr und mehr abnehmende und die kleinste ist, und dass, je ruhiger und von äusseren Willenseinflüssen unabhängiger die Athmung von Statten geht, desto minimaler die Uebergänge von In- zur Expiration, von einer Athmung zur andern sind.

Was die Differenzen zwischen Männern und Weibern bezüglich der momentanen Geschwindigkeit anlangt, so sind solche allerdings besonders bezüglich der Wendepunkte vorhanden; im grossen Ganzen finden sich in beiden, dem männlichen und weiblichen Respirationstypus, dieselben Gesetzmässigkeiten wieder.

und dass sie gegen Ende der Inspiration, ungeführt im letzten Drittheil oder Viertel immer noch abnimmt und so allmählich den Lebergang zur Expiration bildet. Bei im Beginn im Besonderen unmittelbar nach der Inspiration einen kurzen Moment langsam, wird dann immer

Pathologisches.

Wenn auch die neuere physicalische Untersuchungsmethode der Brustorgane die Mensuration meistens völlig unberücksichtigt lässt, so würde es doch sicher zu weit gehen heissen, derselben jede diagnostische und practische Bedeutung absprechen zu wollen. Wenn auch die Palpation, Percussion und Auscultation insoferne viel werthvollere diagnostische Hilfsmittel sind, als sie ohne weiteren Instrumentenapparat dem einzelnen Praktiker stets zugänglich und für die Mehrzahl der Fälle auch ausreichend sind, während derartige Apparate dem Einzelnen schwerer zugänglich, nicht stets anwendbar und im Ganzen doch von mehr wissenschaftlichem als practischen Werthe sind, so möchte darum die Bedeutung dieser Untersuchungsmethode auch in diagnostischer und practischer Beziehung eine nicht ganz werthlose sein. Bis jetzt sind allerdings in der angedeuteten Weise noch sehr wenige Untersuchungen angestellt worden und es würde eine grosse Summe von Untersuchungen in den verschiedensten Perioden acuter und chronischer Respirationkrankheiten erforderlich sein, bis man dahin gelangen würde, gewisse Respirationstypen für bestimmte pathologische Processe aufstellen zu können. Gleichwohl ist man auch jetzt schon in den Stand gesetzt, durch die Mensuration gewisse Verhältnisse bei verschiedenen Respirationkrankheiten aufzuklären, über welche die andern physicalischen Methoden keinen Aufschluss zu geben im Stande sind. Meine Untersuchungen, die ich in dieser Weise an mit acuten und chronischen Respirationkrankheiten Behafteten angestellt habe, sind zu gering an Zahl, um obiges Ziel anstreben zu können und anderntheils sind die hier gefundenen Verhältnisse zu complicirt, als dass ich dieselben jetzt schon vollständig detailliren könnte und beschränke ich mich hier nur darauf, beispielshalber wenige pathologische Fälle kurz im Allgemeinen zu besprechen, um zu zeigen, dass derartige Untersuchungen, wenn auch mühsam, doch nicht ganz resultatlos sind.

I. Tuberculosis pulmonum.

Die betreffende Versuchsperson, weiblichen Geschlechts, ist 16 Jahre alt, von schwächlichem Körperbau und leidet seit mehreren Jahren ununterbrochen an Katarrh mit Auswurf, unter in letzter Zeit zunehmender Abmagerung. Die Untersuchung ergibt rechts von der Supraclaviculargegend

bis unter der dritten Rippe Dämpfung mit hohem Bronchialathmen, von da an abwärts starken Katarrh. Auf der ganzen linken Lunge zeigt sich weitverbreiteter Katarrh der gröberen und mittleren Bronchien. Alle übrigen Organe sind normal.

Die hiervon im sternovertebralen Durchmesser gemessenen Curven ergaben bei selbst flüchtiger Betrachtung folgende Abnormitäten:

- 1) Die Respirationsdauer, ebenso In- und Expirationsdauer bieten keine weiteren Differenzen, ausser etwa die eine, dass die Dauer im Allgemeinen etwas kürzer, als im Normalzustande erscheint, dass somit die Athmung beschleunigt ist.
- 2) Während auf der gesunden (linken) Seite In- und Expirationsdauer, jede ungefähr die Hälfte der ganzen Respirationsdauer bei wechselnder momentaner Geschwindigkeit einnimmt, und eine Respiration unmittelbar in die folgende, eine In- unmittelbar in die Expiration ohne Pause übergeht, ist auf der erkrankten (rechten) Seite an den afficirten obern Theilen das Verhältniss der Art, dass die In- und Expirationsdauer sich zwar das Gleichgewicht halten, dass aber nach jeder Expiration eine Pause folgt, welche zur Respirationsdauer sich verhält wie 3—5 : 18. Die einzelne Athmung als solche ist demnach von kürzerer Dauer, da Pausen zwischen je zwei Respirationen nicht zur vorhergehenden oder nachfolgenden Respiration gerechnet werden dürfen, sondern absolute Nullwerthe zwischen je zwei Respirationen bedeuten.
- 3) Die Clavicula, zweite und dritte Rippe, zeigen auf der rechten Seite bedeutend geringere Respirationsgrössen, als links. So zeigt die zweite Rippe rechts eine Respirationsgrösse von 7, die linke von 11 Mm.; die dritte Rippe rechts 11, die dritte Rippe links 17 Mm. im Mittel. In- und Expirationsgrösse ergeben dieselbe Abnormität.
- 4) Dass die mittlere Respirationsgeschwindigkeit in Folge dessen auf beiden Seiten eine verschiedene sein muss, ist klar.
- 5) Auch die Aufwärts- und die seitliche Bewegung zeigen (auf der kranken Seite bedeutend geringere Erhebungen, als auf der normalen.
- 6) Das Charakteristische des weiblichen Respirationstypus, die von oben nach unten hin abnehmende Respirationsgrösse ist in Folge dessen mehr weniger verschwunden.

Bei ganz genauer Forschung ergeben sich sicher noch weitere feinere Differenzen, auf die ich hier, da es sich nur um die allgemeinen Verhältnisse handelt, nicht näher eingehen kann. Doch ist schon hieraus so viel ersichtlich, dass gewisse Veränderungen, die den anderen Untersuchungsmethoden schlechterdings unzugänglich, auf solche Weise erkannt werden können. Ich habe speciell diesen Fall erwähnt, um zu zeigen, dass, wenn auch bei normaler Athmung Pausen nicht die Regel sind, es doch gewisse Respirationsanomalieen gibt, in denen solche vorkommen, während andere Theile noch an der Athmung activen oder passiven Antheil nehmen, ohne dass ich jedoch im Stande wäre, zugleich die Bedingungen anzugeben, unter denen solche constant vorkommen müssen.

II. Tuberculose.

Die betreffende Kranke ist 31 Jahre alt, hat vor mehreren Jahren eine leichte Haemoptoe überstanden, und leidet seitdem stets an Katarrh. Die physicalische Untersuchung ergibt Katarrh in beiden Lungenspitzen. Rechts in der Supraclaviculargegend und auf der Clavicula leichte Dämpfung und unbestimmte In- mit bronchialer Expiration. Linke Lungenspitze zeigt Katarrh. Der Zustand der Patientin hat während eines halbjährigen Aufenthaltes im Spital kein Weiterschreiten des localen Processes erfahren, im Gegentheil hat sich das Allgemeinbefinden derselben in letzter Zeit gebessert.

Die hier gefundenen Abnormitäten sind folgende:

- 1) Respirations-, In- und Expirationsdauer zeigen insofern nur bemerkenswerthe Differenzen, als ein Vergleich mit einer grösseren Reihe von Untersuchungen an normalen Individuen ergibt, dass die Dauer einer Respiration im Allgemeinen kürzer als im Normalzustande, die Athmung somit eine beschleunigtere ist. In- und Expiration zeigen keine besondere Differenz bezüglich der Zeitdauer, ausser etwa der einen, dass rechts die Expirationsdauer an der Clavicula und im ersten Intercostalraum länger erscheint, als die Inspirationsdauer und ebenso länger, als die linksseitige.
- 2) Die Respirationsgrösse ist an der rechten Clavicula um fast die Hälfte geringer, als an der linken; im ersten Intercostalraum ist sie rechts nur unbedeutend kleiner, als links.
- 3) Die Grössenabnahme von oben nach unten ist durchaus nicht in der Weise entwickelt, wie im Normalzustande, und zeigen die obere Rippen nur um wenig grössere Excursionen, als die

unteren, und betheiligen sich alle Rippen somit in nicht sehr differenter Weise an der Athmung, so dass der weibliche Respirationstypus mehr oder minder getrübt erscheint; rechts ist natürlich diese Differenz eine noch unbedeutendere; aber auch links zeigen sich nicht so deutlich diese bedeutenden Grössenabnahmen, wie im Normalzustande.

4) Am Manubrium sterni und Processus xiphoïdes sind diese Verhältnisse weniger entwickelt und zeigen diese mehr die normalen Verhältnisse, doch nicht vollständig.

5) In- und Expirationsgrösse bieten natürlich dieselben Verhältnisse.

6) Was die mittlere Respirationsgeschwindigkeit anlangt, so ist dieselbe im Normalzustande eine von oben nach unten abnehmende, weil unten die Respirationsgrösse eine abnehmende ist; hier dagegen finden sich deutliche Abnormitäten und zwar ist dieselbe links an der Clavicula ungefähr nochmals so gross, als an der rechten Clavicula; ferner ist dieselbe auf der ganzen rechten Thoraxhälfte insofern verändert, als die untersten Rippen fast dieselbe Geschwindigkeit zeigen, wie die oberen, wenigstens nicht diese bedeutenden Differenzen, wie sie im Normalzustande vorzukommen pflegen.

7) Die mittlere Respirationsgeschwindigkeit ist auf der ganzen rechten Thoraxhälfte an allen Punkten eine geringere, als an den correspondirenden der linken. Bezüglich der mittleren In- und Expirationsgeschwindigkeit ergeben sich dieselben Sätze.

8) Eigentliche Pausen lassen sich nicht auffinden.

9) Die momentane Geschwindigkeit verhält sich an allen Punkten ziemlich gleich, anfangs ist sie bei der Inspiration langsam, dann allmählich rascher zunehmend; sobald sie das Maximum ihrer Höhe erreicht, beharrt sie während eines grossen Zeitabschnittes in derselben, um gegen Ende der Inspiration rasch abzunehmen. Am Anfange der Expiration ist sie langsam, nimmt immer mehr zu, um, sobald sie ihre Höhe erreicht, eine Zeit lang dieselbe beizubehalten, und nimmt gegen Ende immer mehr und mehr ab. Nur an der rechten Clavicula zeigt sich insoferne eine Abänderung als bei der Expiration die momentane Geschwindigkeit früher als links abnimmt.

III. Emphysem.

Die Versuchsperson ist eine 40 Jahre alte Frau, Körper abgemagert, die Wirbelsäule zeigt eine ziemliche Scoliose und gleichzeitige Lordose des Brustabschnittes der Wirbelsäule mit entsprechender Kyphose des folgenden Wirbelabschnittes.

Ziemlich hochgradiges Emphysem, beiderseitiger Katarrh mit Hypertrophie des rechten Ventrikels.

Die hier gefundenen wesentlichen Abnormitäten lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

- 1) Die Inspiration ist fast ausnahmslos an allen Punkten von ziemlich kürzerer Dauer, als die Expiration, so dass sie oft um $\frac{1}{3}$ kürzer ist, als die Expiration.
- 2) Die oberen Thoraxparthien zeigen eine sehr beträchtliche Respirationsgrösse und während von der 1. bis zur 4. Rippe eine sehr geringe Abnahme Statt findet, findet sich an der 4. und 5. Rippe plötzlich ein bedeutendes Abnehmen der Respirationsgrösse. Rechts ist dieses Verhältniss mehr entwickelt, als links.
- 3) Die mittlere Respirationsgeschwindigkeit ist in Folge dessen an den oberen Rippen eine um das Doppelte bis Dreifache grössere, als an den unteren.
- 4) Die mittlere Expirationsgeschwindigkeit ist sehr oft eine kleinere, als die der Inspiration.
- 5) Die momentane Geschwindigkeit zeigt wesentlich andere Verhältnisse, als im Normalzustande. Bei der Inspiration ist sie noch ziemlich regelmässig, anfangs einen ganz kurzen Zeitmoment hindurch langsam, wird dann immer rascher, erhält sich aber nicht so lange, wie im Normalzustande auf der erreichten Höhe, um dann bald wieder immer mehr und mehr abzunehmen und so allmählich eine sehr geringe zu werden. Bei der Expiration ist die momentane Geschwindigkeit im ersten Zeitmoment eine relativ geringe, wird dann allmählich rascher, bleibt sehr kurz auf dem Maximum ihrer Geschwindigkeit, um schon sehr früh abzunehmen. Dieses ist jedoch nicht an allen Punkten in gleicher Weise entwickelt und muss als fernere in die Augen fallende

Erscheinung constatirt werden, dass die momentane Geschwindigkeit bei der Expiration innerhalb einer und derselben Ausathmung häufig plötzlich bedeutende Abänderungen, plötzliche Wendepunkte zeigt, während im Normalzustande eine allmähliche Zu- und Abnahme charakteristisch ist. An manchen Punkten, namentlich den höher oben liegenden nimmt sie schon, nachdem sie den vierten Theil des Weges zurückgelegt hat, ab, gegen das Ende der Expiration ist die Abnahme aber sehr unbedeutend, so dass sie eine ganz schwach gegen die Abscissenachse convexe Linie bildet oder auch sie bleibt bis zum Ende der Expiration sodann eine gleiche, aber relativ sehr geringe, so dass die Grenze zwischen Expiration und nächster Inspiration eine ziemlich scharfe, in einem deutlichen Winkel ausgesprochene ist, während die zwischen In- und zugehöriger Expiration eine allmählich übergehende Linie bilden muss wegen der gegen Ende der Inspiration immer mehr abnehmenden momentanen Geschwindigkeit. Am Manubrium sterni ist sie im Ganzen eine ziemlich gleichbleibende bei der Expiration, nur gegen Ende derselben, im letzten Vierteltheile, nimmt sie rasch zu, ist sie also am grössten und unmittelbar vor dem Ende der Expiration nimmt sie etwas ab.

- 6) Zwischen In- und zugehöriger Expiration findet sich keine Pause, auch ist es selbstverständlich, dass zwischen je zwei Respirationen sich keine solche finden kann.

IV. Emphysem.

Die betreffende weibliche Versuchsperson ist 58 Jahre alt, von kleiner, schwächerer Statur; die Untersuchung ergibt hochgradiges Emphysem beider Lungen mit Katarrh, Hypertrophie des rechten Ventrikels.

Die hier gefundenen Abnormitäten sind folgende:

- 1) Die Inspirationsdauer ist an allen Punkten des Thorax ausnahmslos kleiner, als die Expirationsdauer, oft um ein Drittel bis um die Hälfte kleiner.
- 2) Ein Vergleich der oberen und unteren Thoraxparthien ergibt eine bedeutende Differenz der Respirationsgrösse zwischen beiden

der Art, dass die Abnahme nicht von Rippe zu Rippe allmählich eine kleinere Zahl ergibt, sondern dass der Uebergang ein ziemlich plötzlicher und scharf markirter ist, und zwar tritt die Abnahme plötzlich an der vierten Rippe ein.

- 3) Die mittlere Respirationsgeschwindigkeit zeigt gleichfalls diese plötzliche Abnahme und zeigen die oberen Rippen eine nahezu dreifach grössere Geschwindigkeit, als die untersten.
- 4) Die mittlere Expirationsgeschwindigkeit ist an allen Punkten des Thorax eine kleinere, als die mittlere Inspirationsgeschwindigkeit.
- 5) Die momentane Geschwindigkeit ist ziemlich dem Normalen während der Inspiration entsprechend, indem sie im ersten Momente langsam, dann immer mehr zunimmt, bleibt dann an den verschiedenen Thoraxpunkten verschiedene Zeit hindurch auf dem erreichten Maximum, im Mittel ein Dritteltheil bis die Hälfte des ganzen Weges betragend, um gegen Ende immer mehr abzunehmen und allmählich in die Expiration überzugehen. Bei der Expiration ist sie einen ganz kurzen Zeitintervall langsam, nimmt dann mehr und mehr zu, bleibt sehr kurz auf dem Maximum der Höhe, und verliert sich dann plötzlich, in oft fast winkelig gebogener Krümmung abnehmend, nun wieder gleich bleibend, aber relativ gering, in das Ende der Expiration, wo sie unmittelbar vor dem Ende noch etwas abnimmt.

Dieser Wendepunkt der momentanen Geschwindigkeit tritt meist nach der Zurücklegung des ersten Dritteltheiles des ganzen Expirationsweges ein.

- 6) Je zwei Athmungen sind ziemlich scharf von einander markirt, da die Inspiration sogleich nach ihrem Beginne eine rasche Zunahme der momentanen Geschwindigkeit erleidet.

Ein Vergleich dieses mit dem vorhergehenden Falle ergibt ein Wiederfinden derselben Abnormitäten, so dass der Schluss wohl gerechtfertigt sein möchte, dass die hier gefundenen Abweichungen vom Normalen nicht etwas Zufälliges, sondern dem Emphysem als charakteristisch Zukommendes seien.

V. Acute Infiltration des rechten oberen Lungenlappens.

Patientin ist 24 Jahre alt, mittelgross, von mässig kräftigem Körperbau. Rechts oben bis zur 2. Rippe Dämpfung und Bronchialathmen. Nach abwärts Katarrh. Links Katarrh.

Die hier gefundenen Abnormitäten sind folgende:

- 1) Die Respirationsdauer ist eine kürzere, die Athmung also beschleunigt.
- 2) Eine wesentliche Abnahme der Respirationsgrösse ist nicht zu constatiren beim Vergleiche der erkrankten Thoraxparthie mit der entsprechenden gesunden; nur am ersten Intercostalraum ist dieselbe rechts kleiner, als links, aber auch kleiner, als die der rechten Clavicula; die zweite Rippe zeigt dagegen eine entsprechende Zunahme, so dass sie um ein Ziemliches grösser, als die der 2. linken Rippe.

Die Verhältnisse sind also folgende:

	Rechts	Links
Clavicula	19,5	19,5
1. Intercostalraum	18	23
2. Rippe	27	17,5

- 3) Die mittlere Inspirationsgeschwindigkeit zeigt das eben geschilderte Verhalten in gleicher Weise wieder. Ob dasselbe jedoch nicht etwa bloss zufällig sei, dies zu entscheiden ist Sache einer grösseren Reihe von Untersuchungen.
- 4) Im Allgemeinen zeigt die Respirationsgrösse der oberen Parthieen im Verhältnisse zu den unteren nicht die entsprechende Zunahme.
- 5) Die momentane Geschwindigkeit zeigt bei der Inspiration ziemlich das normale Verhalten, bei der Expiration zeigt sie an den erkrankten Theilen Differenzen, indem sie mehrere plötzliche Wendepunkte zeigt, so dass sie eine gezackte Linie darstellt, und in der zweiten Hälfte des Weges mit grösster Geschwindigkeit

sehr rasch abfällt und eine kaum merkliche Abnahme im allerletzten Momente zeigt.

Dass eine grössere Reihe von Untersuchungen dazu gehört, um entscheiden zu können, welche Verhältnisse als constant und charakteristisch zu betrachten sind, ist nicht nöthig zu erwähnen; doch geben schon diese wenigen Beispiele, welche ich leicht noch hätte vermehren können, Anhaltspunkte genug, um sagen zu können, dass fast jede Respirationkrankheit einen oder den anderen charakteristischen Zug an sich trage.

So ergab z. B. die Messung eines mit einem nicht bedeutenden linksseitigen pleuritischen Exsudate behafteten jungen Mannes von 22 Jahren, dass der ganze männliche Respirationstypus als solcher vollständig verloren war, indem die oberen Parthien bedeutend grössere Excursionen zeigten, als die unteren; während z. B. der erste Intercostalraum links eine Respiationsgrösse von 24 Mm. zeigte, hatte die sechste Rippe eine solche von bloss 6 Mm. Auch auf der rechten Thoraxhälfte war der Rhythmus ein ganz veränderter, doch zeigte die sechste Rippe daselbst noch eine Respiationsgrösse von 12 Mm.

In den jüngsten Tagen bot sich mir die Gelegenheit dar, einen frischen Pyopneumothorax zu messen, bei welchem die Paracentese gemacht wurde, und bei welchem ich also vor und nach der Paracentese Messungen machen konnte.

Ohne den Fall hier genauer erörtern zu wollen, erwähne ich nur zur Stütze der vielleicht sonst sanguinisch erscheinenden Hoffnungen, dass es mittelst des Apparates gelang, scharf die Grenze der Luftansammlung von dem Exsudate zu trennen, dass die nach der Paracentese vorgenommenen Messungen nicht nur an der Stelle des früheren Exsudates, sondern auch an anderen Thoraxparthien wesentlich andere Verhältnisse boten, als vor derselben, und zwar in der Art, dass sie nunmehr schon mehr Anklänge an die normalen Verhältnisse darboten, während sie vorher ganz wesentliche Differenzen in der ganzen Respiationsweise vom Normalen dargeboten hatten.

Auch hier hatten sich regelmässig an einzelnen Punkten Pausen gefunden.

Weit entfernt, meinen Untersuchungen irgend welche besondere Bedeutung für die Pathologie beilegen zu wollen, da zu derlei Untersuchungen ein grosses Material aller möglichen Formen von Respirationsanomalieen gehört, ein solches innerhalb der gegebenen Frist mir nicht zu Gebote stand, glaube ich wenigstens das Eine gezeigt zu haben, dass in solcher Weise und mit vielleicht noch vollkommeneren Apparaten angestellte Untersuchungen keine so ganz verwerfliche Ausbeute liefern.

Temp.	Zeit	Temp.	Zeit	Temp.	Zeit	Temp.	Zeit	Temp.	Zeit
36.0	0.0	37.0	1.0	38.0	2.0	39.0	3.0	40.0	4.0
36.5	0.5	37.5	1.5	38.5	2.5	39.5	3.5	40.5	4.5
37.0	1.0	38.0	2.0	39.0	3.0	40.0	4.0	41.0	5.0
37.5	1.5	38.5	2.5	39.5	3.5	40.5	4.5	41.5	5.5
38.0	2.0	39.0	3.0	40.0	4.0	41.0	5.0	42.0	6.0
38.5	2.5	39.5	3.5	40.5	4.5	41.5	5.5	42.5	6.5
39.0	3.0	40.0	4.0	41.0	5.0	42.0	6.0	43.0	7.0
39.5	3.5	40.5	4.5	41.5	5.5	42.5	6.5	43.5	7.5
40.0	4.0	41.0	5.0	42.0	6.0	43.0	7.0	44.0	8.0
40.5	4.5	41.5	5.5	42.5	6.5	43.5	7.5	44.5	8.5
41.0	5.0	42.0	6.0	43.0	7.0	44.0	8.0	45.0	9.0
41.5	5.5	42.5	6.5	43.5	7.5	44.5	8.5	45.5	9.5
42.0	6.0	43.0	7.0	44.0	8.0	45.0	9.0	46.0	10.0
42.5	6.5	43.5	7.5	44.5	8.5	45.5	9.5	46.5	10.5
43.0	7.0	44.0	8.0	45.0	9.0	46.0	10.0	47.0	11.0
43.5	7.5	44.5	8.5	45.5	9.5	46.5	10.5	47.5	11.5
44.0	8.0	45.0	9.0	46.0	10.0	47.0	11.0	48.0	12.0
44.5	8.5	45.5	9.5	46.5	10.5	47.5	11.5	48.5	12.5
45.0	9.0	46.0	10.0	47.0	11.0	48.0	12.0	49.0	13.0
45.5	9.5	46.5	10.5	47.5	11.5	48.5	12.5	49.5	13.5
46.0	10.0	47.0	11.0	48.0	12.0	49.0	13.0	50.0	14.0
46.5	10.5	47.5	11.5	48.5	12.5	49.5	13.5	50.5	14.5
47.0	11.0	48.0	12.0	49.0	13.0	50.0	14.0	51.0	15.0
47.5	11.5	48.5	12.5	49.5	13.5	50.5	14.5	51.5	15.5
48.0	12.0	49.0	13.0	50.0	14.0	51.0	15.0	52.0	16.0
48.5	12.5	49.5	13.5	50.5	14.5	51.5	15.5	52.5	16.5
49.0	13.0	50.0	14.0	51.0	15.0	52.0	16.0	53.0	17.0
49.5	13.5	50.5	14.5	51.5	15.5	52.5	16.5	53.5	17.5
50.0	14.0	51.0	15.0	52.0	16.0	53.0	17.0	54.0	18.0
50.5	14.5	51.5	15.5	52.5	16.5	53.5	17.5	54.5	18.5
51.0	15.0	52.0	16.0	53.0	17.0	54.0	18.0	55.0	19.0
51.5	15.5	52.5	16.5	53.5	17.5	54.5	18.5	55.5	19.5
52.0	16.0	53.0	17.0	54.0	18.0	55.0	19.0	56.0	20.0
52.5	16.5	53.5	17.5	54.5	18.5	55.5	19.5	56.5	20.5
53.0	17.0	54.0	18.0	55.0	19.0	56.0	20.0	57.0	21.0
53.5	17.5	54.5	18.5	55.5	19.5	56.5	20.5	57.5	21.5
54.0	18.0	55.0	19.0	56.0	20.0	57.0	21.0	58.0	22.0
54.5	18.5	55.5	19.5	56.5	20.5	57.5	21.5	58.5	22.5
55.0	19.0	56.0	20.0	57.0	21.0	58.0	22.0	59.0	23.0
55.5	19.5	56.5	20.5	57.5	21.5	58.5	22.5	59.5	23.5
56.0	20.0	57.0	21.0	58.0	22.0	59.0	23.0	60.0	24.0
56.5	20.5	57.5	21.5	58.5	22.5	59.5	23.5	60.5	24.5
57.0	21.0	58.0	22.0	59.0	23.0	60.0	24.0	61.0	25.0
57.5	21.5	58.5	22.5	59.5	23.5	60.5	24.5	61.5	25.5
58.0	22.0	59.0	23.0	60.0	24.0	61.0	25.0	62.0	26.0
58.5	22.5	59.5	23.5	60.5	24.5	61.5	25.5	62.5	26.5
59.0	23.0	60.0	24.0	61.0	25.0	62.0	26.0	63.0	27.0
59.5	23.5	60.5	24.5	61.5	25.5	62.5	26.5	63.5	27.5
60.0	24.0	61.0	25.0	62.0	26.0	63.0	27.0	64.0	28.0
60.5	24.5	61.5	25.5	62.5	26.5	63.5	27.5	64.5	28.5
61.0	25.0	62.0	26.0	63.0	27.0	64.0	28.0	65.0	29.0
61.5	25.5	62.5	26.5	63.5	27.5	64.5	28.5	65.5	29.5
62.0	26.0	63.0	27.0	64.0	28.0	65.0	29.0	66.0	30.0
62.5	26.5	63.5	27.5	64.5	28.5	65.5	29.5	66.5	30.5
63.0	27.0	64.0	28.0	65.0	29.0	66.0	30.0	67.0	31.0
63.5	27.5	64.5	28.5	65.5	29.5	66.5	30.5	67.5	31.5
64.0	28.0	65.0	29.0	66.0	30.0	67.0	31.0	68.0	32.0
64.5	28.5	65.5	29.5	66.5	30.5	67.5	31.5	68.5	32.5
65.0	29.0	66.0	30.0	67.0	31.0	68.0	32.0	69.0	33.0
65.5	29.5	66.5	30.5	67.5	31.5	68.5	32.5	69.5	33.5
66.0	30.0	67.0	31.0	68.0	32.0	69.0	33.0	70.0	34.0
66.5	30.5	67.5	31.5	68.5	32.5	69.5	33.5	70.5	34.5
67.0	31.0	68.0	32.0	69.0	33.0	70.0	34.0	71.0	35.0
67.5	31.5	68.5	32.5	69.5	33.5	70.5	34.5	71.5	35.5
68.0	32.0	69.0	33.0	70.0	34.0	71.0	35.0	72.0	36.0
68.5	32.5	69.5	33.5	70.5	34.5	71.5	35.5	72.5	36.5
69.0	33.0	70.0	34.0	71.0	35.0	72.0	36.0	73.0	37.0
69.5	33.5	70.5	34.5	71.5	35.5	72.5	36.5	73.5	37.5
70.0	34.0	71.0	35.0	72.0	36.0	73.0	37.0	74.0	38.0
70.5	34.5	71.5	35.5	72.5	36.5	73.5	37.5	74.5	38.5
71.0	35.0	72.0	36.0	73.0	37.0	74.0	38.0	75.0	39.0
71.5	35.5	72.5	36.5	73.5	37.5	74.5	38.5	75.5	39.5
72.0	36.0	73.0	37.0	74.0	38.0	75.0	39.0	76.0	40.0
72.5	36.5	73.5	37.5	74.5	38.5	75.5	39.5	76.5	40.5
73.0	37.0	74.0	38.0	75.0	39.0	76.0	40.0	77.0	41.0
73.5	37.5	74.5	38.5	75.5	39.5	76.5	40.5	77.5	41.5
74.0	38.0	75.0	39.0	76.0	40.0	77.0	41.0	78.0	42.0
74.5	38.5	75.5	39.5	76.5	40.5	77.5	41.5	78.5	42.5
75.0	39.0	76.0	40.0	77.0	41.0	78.0	42.0	79.0	43.0
75.5	39.5	76.5	40.5	77.5	41.5	78.5	42.5	79.5	43.5
76.0	40.0	77.0	41.0	78.0	42.0	79.0	43.0	80.0	44.0
76.5	40.5	77.5	41.5	78.5	42.5	79.5	43.5	80.5	44.5
77.0	41.0	78.0	42.0	79.0	43.0	80.0	44.0	81.0	45.0
77.5	41.5	78.5	42.5	79.5	43.5	80.5	44.5	81.5	45.5
78.0	42.0	79.0	43.0	80.0	44.0	81.0	45.0	82.0	46.0
78.5	42.5	79.5	43.5	80.5	44.5	81.5	45.5	82.5	46.5
79.0	43.0	80.0	44.0	81.0	45.0	82.0	46.0	83.0	47.0
79.5	43.5	80.5	44.5	81.5	45.5	82.5	46.5	83.5	47.5
80.0	44.0	81.0	45.0	82.0	46.0	83.0	47.0	84.0	48.0
80.5	44.5	81.5	45.5	82.5	46.5	83.5	47.5	84.5	48.5
81.0	45.0	82.0	46.0	83.0	47.0	84.0	48.0	85.0	49.0
81.5	45.5	82.5	46.5	83.5	47.5	84.5	48.5	85.5	49.5
82.0	46.0	83.0	47.0	84.0	48.0	85.0	49.0	86.0	50.0
82.5	46.5	83.5	47.5	84.5	48.5	85.5	49.5	86.5	50.5
83.0	47.0	84.0	48.0	85.0	49.0	86.0	50.0	87.0	51.0
83.5	47.5	84.5	48.5	85.5	49.5	86.5	50.5	87.5	51.5
84.0	48.0	85.0	49.0	86.0	50.0	87.0	51.0	88.0	52.0
84.5	48.5	85.5	49.5	86.5	50.5	87.5	51.5	88.5	52.5
85.0	49.0	86.0	50.0	87.0	51.0	88.0	52.0	89.0	53.0
85.5	49.5	86.5	50.5	87.5	51.5	88.5	52.5	89.5	53.5
86.0	50.0	87.0	51.0	88.0	52.0	89.0	53.0	90.0	54.0
86.5	50.5	87.5	51.5	88.5	52.5	89.5	53.5	90.5	54.5
87.0	51.0	88.0	52.0	89.0	53.0	90.0	54.0	91.0	55.0
87.5	51.5	88.5	52.5	89.5	53.5	90.5	54.5	91.5	55.5
88.0	52.0	89.0	53.0	90.0	54.0	91.0	55.0	92.0	56.0
88.5	52.5	89.5	53.5	90.5	54.5	91.5	55.5	92.5	56.5
89.0	53.0	90.0	54.0	91.0	55.0	92.0	56.0	93.0	57.0
89.5	53.5	90.5	54.5	91.5	55.5	92.5	56.5	93.5	57.5
90.0	54.0	91.0	55.0	92.0	56.0	93.0	57.0	94.0	58.0
90.5	54.5	91.5	55.5	92.5	56.5	93.5	57.5	94.5	58.5
91.0	55.0	92.0	56.0	93.0	57.0	94.0	58.0	95.0	59.0
91.5	55.5	92.5	56.5	93.5	57.5	94.5	58.5	95.5	59.5
92.0	56.0	93.0	57.0	94.0	58.0	95.0	59.0	96.0	60.0
92.5	56.5	93.5	57.5	94.5	58.5</				

Tafel Nro. I.

Punkt des Thorax, an welchem der Zeichner aufgesetzt wurde.	Respirationsdauer.	Inspirationsdauer.	Expirationsdauer.	Respirationsgrösse.	Inspirationsgrösse.	Expirationgrösse.	Mittl. Respirationsgeschwindigkeit.	Mittl. Inspirationsgeschwindigkeit.	Mittl. Expirationsgeschwindigkeit.
Manubrium sterni	28,5	13	15,5	13,5	6,5	7	0,474	0,5	0,452
	27	16	11	14	7	7	0,518	0,437	0,636
	23,5	13	10,5	10,5	5,5	5	0,447	0,423	0,476
	19	12	7	10	6	4	0,526	0,5	0,571
Clavicula links	19	7,5	11,5	15	7,5	7,5	0,789	1,0	0,652
	26	14	12	12	7	5	0,461	0,5	0,417
	23,5	12,5	11	12	5	7	0,511	0,4	0,636
	27	15	12	16	9	7	0,592	0,6	0,583
2. Rippe links	29	19	10	20	10	10	0,69	0,526	1,0
	27	13	14	12,5	7	5,5	0,463	0,538	0,393
	24	15	9	9,5	5	4,5	0,396	0,333	0,5
3. Rippe links	28	12,5	15,5	9,5	4	5,5	0,339	0,32	0,355
	26	13	13	8,5	4,5	4	0,327	0,346	0,308
	21,5	11,5	10	7	4	3	0,326	0,348	0,3
	23,5	13	10,5	8,5	3,5	5	0,362	0,269	0,476
4. Rippe links	26	13,5	12,5	10	5	5	0,385	0,37	0,4
	24	12,5	11,5	10	5,5	4,5	0,417	0,44	0,391
	26	11	15	10,5	5	5,5	0,404	0,454	0,367
	21,5	10	11,5	10	4,5	5,5	0,465	0,45	0,478

Der Punkt, in welchem der Zeichner aufgesetzt wurde, ist die Mitte zwischen

Weibliche Versuchsperson.

Punkt des Thorax, an welchem der Zeichner aufgesetzt wurde.	Respirationsdauer.	Inspirationsdauer.	Expirationsdauer.	Respirationsgrösse.	Inspirationsgrösse.	Expirationsgrösse.	Mittl. Respirationsgeschwindigkeit.	Mittl. Inspirationsgeschwindigkeit.	Mittl. Expirationsgeschwindigkeit.
Processus ensiformis	32	17	15	7,5	4,5	3	0,234	0,265	0,2
	28	12	16	7	4	3	0,25	0,333	0,187
	30	14	16	12	5	7	0,4	0,357	0,437
Clavicula rechts	21	12,5	8,5	17	8	9	0,809	0,64	1,059
	25	15	10	18,2	9,2	9	0,728	0,613	0,9
	25	14	11	18,5	10,5	8	0,74	0,75	0,727
	21,5	14	7,5	17	8	9	0,791	0,571	1,2
2. Rippe rechts	22	11,5	10,5	15,5	8	7,5	0,704	0,696	0,714
	30	18	12	17	9	8	0,567	0,5	0,667
	24	13	11	15	7	8	0,625	0,539	0,727
	25,5	15	10,5	10,5	6	4,5	0,412	0,4	0,45
3. Rippe rechts	26	17	9	14,5	7,5	7	0,558	0,441	0,778
	24,5	13,5	11	10	5,5	4,5	0,408	0,407	0,409
	25,5	14	11,5	10,5	5	5,5	0,412	0,357	0,478
	18,5	10	8,5	11	5	6	0,595	0,5	0,706
4. Rippe rechts	25	11	14	10	5	5	0,4	0,454	0,357
	25	12	13	12	6	6	0,48	0,5	0,461
	25	12,5	12,5	13,5	7	6,5	0,54	0,56	0,52

Parasternallinie und Mamillarlinie.

127,0	862,0	182,0	8	81	11	12	24		
242,0	882,0	612,0	6	37,5	11	12	11		
30,1	876,0	109,0	12	12	11	11			
871,1	512,0	129,1	02	12	11	11			
288,0	191,0	626,0	11	01	01	11			

Punkt des Thorax, an welchem der Zeichner aufgesetzt wurde.	Respirationsdauer.	Inspirationsdauer.	Expirationsdauer.	Respirationsgrösse.	Inspirationsgrösse.	Expirationsgrosse.	Mittl. Respirationsgeschwindigkeit.	Mittl. Inspirationsgeschwindigkeit.	Mittl. Expirationsgeschwindigkeit.
Rechts Clavicula	27	12	15	6,5	3,5	3	0,241	0,292	0,2
	31	15	16	6,5	3	3,5	0,209	0,2	0,218
	27	14	13	6	3	3	0,222	0,214	0,231
2. Rippe rechts	46	22	24	8	4	4	0,174	0,182	0,167
	45	21	24	8	4	4	0,178	0,19	0,167
3. Rippe rechts	31	15	16	9	4	5	0,29	0,267	0,312
	40	21	19	10	5,5	4,5	0,25	0,261	0,237
4. Rippe rechts	45	23	22	12,5	6,5	6	0,278	0,282	0,273
	33	18	15	11	5	6	0,333	0,278	0,4
5. Rippe rechts	42	23	19	15	8	7	0,357	0,348	0,368
	37	19	18	11	5	6	0,297	0,263	0,333
6. Rippe rechts	42	31	11	16	8	8	0,381	0,258	0,727
	37	23	14	17,5	8,5	9	0,473	0,369	0,643
Mitte zwischen Processus xiphoïdes und Nabel.	44	24	20	42	21	21	0,954	0,875	1,05
	40	23	17	41	21	20	1,024	0,913	1,176
	40	21	19	33	16	17	0,825	0,761	0,894

Männliche Versuchsperson.

Punkt des Thorax, an welchem der Zeichner aufgesetzt wurde.	Respirationsdauer.	Inspirationsdauer.	Expirationsdauer.	Respirationsgrösse.	Inspirationsgrösse.	Expirationsgrösse.	Mittl. Respirationsgeschwindigkeit.	Mittl. Inspirationsgeschwindigkeit.	Mittl. Expirationsgeschwindigkeit.
Links Clavicula	44	22	22	6,5	3,5	3	0,148	0,159	0,136
	38	19	19	6	3	3	0,158	0,158	0,158
2. Rippe links	43	20	23	9	4,5	4,5	0,209	0,225	0,196
	34	16	18	8	4	4	0,235	0,25	0,222
3. Rippe links	48	24	24	9	4,5	4,5	0,187	0,187	0,187
	48	23	25	9,5	5	4,5	0,198	0,217	0,18
4. Rippe links	45	24	21	13,5	7	6,5	0,3	0,292	0,309
	45	21	24	12,5	6	6,5	0,278	0,285	0,271
5. Rippe links	40	21	19	14	7	7	0,35	0,333	0,368
	36	18	18	14	7	7	0,389	0,389	0,389
6. Rippe links	45	23	22	14,5	6,5	8	0,322	0,283	0,364
	36	20	16	16,5	9	7,5	0,458	0,45	0,468

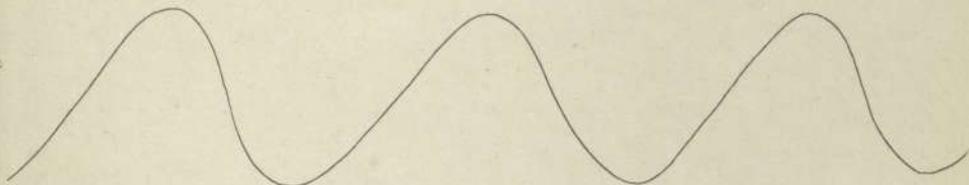
I.

Curve der clavicula einer w. Versuchsperson.

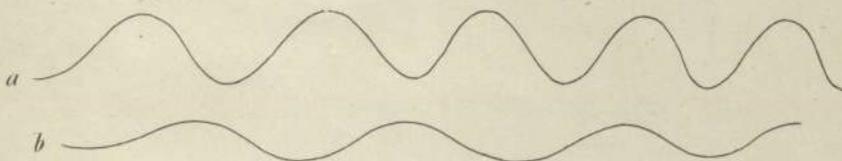
II.

Curve der clavicula einer m. Versuchsperson

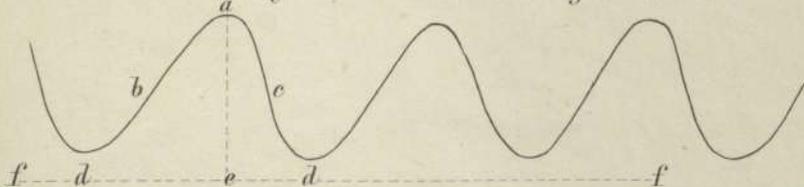
III.

Zwerchfelcurve eines Mannes.

IV

Curve des 2^{ten} Rippenknorpels einer Tuberculösen. a) der gesunden, b) der kranken Seite.

V.

Zur Erklärung der Nomenklatur diene folgende Curve:*a. Oberer Culminationspunkt - Grenze zwischen In- und Expiration.**b. Inspiration**c. Expiration**d. Unterer Culminationspunkt.**dd - Respirationsdauer**de - Inspirationsdauer**ed - Expirationsdauer**Eine mit ff parallele Linie am obern oder untern Culminationspunkte würde eine Pause bedeuten.*