

XX.

Plethysmographische Untersuchungen der Athembewegungen des Menschen.

(Aus dem Krankenhause der jüdischen Gemeinde zu Berlin,
Abtheilung des Herrn Sanitätsrathes Dr. Lazarus.)

Von Dr. E. Aron, Assistenzarzt.

(Hierzu Taf. IX.)

Während plethysmographische Untersuchungen der Athembewegungen an Thieren schon lange Zeit Gegenstand der Beobachtung von Seiten einiger Physiologen gewesen sind, ist meines Wissens von Niemand bisher der Versuch unternommen worden, diese Experimente auch auf den Menschen auszudehnen. Plethysmographische Untersuchungen der Athembewegungen haben bekanntlich den Zweck, die unter dem Einfluss der Athmung sich abspielende Volumveränderung des ganzen Körpers zu verfolgen. Diese wird bedingt einerseits durch die Veränderung des Thorax, andererseits auch durch die Aenderung des Abdomens unter dem Einflusse der Ein- und Ausathmung. Swammerdam und Borelli scheinen die ersten gewesen zu sein, welche überhaupt von der Existenz dieser Erscheinung Notiz genommen haben, ersterer am Hunde im Wasser. Graphisch diese Veränderung darzustellen, haben dieselben noch nicht versucht. Erst Marey, Hering, Knoll und Bernstein haben die graphische Darstellung dieses Vorgangs ausgeführt. Alle diese Untersucher haben nur an Thieren ihre Beobachtungen angestellt. Sie haben sich einen allseitig abgeschlossenen Raum construirt, in welchen das Versuchsthier in toto hineingebracht wurde, nachdem dasselbe tracheotomirt worden war. Von der Kanüle führte ein Gummischlauch zu einem Rohr, das in der Kastenwandung eingelassen war. Die zur Athmung erforderliche Luft wurde demnach aus der freien Atmosphäre bezogen. Dem abgeschlossenen Be-

hälter war ein zweites Rohr eingelassen, welches zu einer Marey'schen Kapsel führte. So war es ein leichtes die Volumveränderungen des Thierkörpers, wie sie mit der Athmung einhergehen, zur graphischen Darstellung zu bringen.

Ich hatte es mir zur Aufgabe gestellt, dieses Princip der Untersuchung auch für den Menschen zur Verwendung zu bringen, zunächst um überhaupt beim gesunden Menschen die hierbei sich ergebenden Verhältnisse zu studiren, dann auch um später bei etwaigen pathologischen Prozessen besonders des Respirationstractus eventuelle Abweichungen von der Norm zu erui- ren. Es ist des ferneren ein leichtes, diesen Apparat auch zu verwenden, um die Beeinflussung der Athmung durch innerliche Arzneimittel, bei der Zufuhr verschiedener Gasgemische, wie auch bei physikalischer Einwirkung (Luftverdichtung und Luftverdünnung) zu beobachten.

A. Beschreibung des Apparates.

Um diese Vornahme ausführen zu können, war es zunächst erforderlich, einen allseitig luftdicht abgeschlossenen, möglichst kleinen Kasten anfertigen zu lassen, in welchem sich ein Mensch ohne grössere Belästigung auch für längere Zeit aufhalten kann. Als Material verwendete ich Zinkblech von 0,66 mm Dicke. Ich vermied zu starkes Blech, um die Bearbeitung des Metalles nicht zu erschweren und vor allem, um die Handlichkeit des Apparates zu erleichtern. Nach Fertigstellung des Kastens ergab sich freilich, dass die Kraft der Volumschwankungen des Körpers bei der Athmung eine so bedeutende war, dass sich die Kastenwandungen bei der Respiration ein- und ausbuchteten, ein Umstand, welcher einen ungefähren Schluss auf die Macht dieses Phänomens zu ziehen zulässt. Dem Fehler wurde dadurch abgeholfen, dass an die Seitenwandungen unseres Kastens in bestimmten Abständen Halbrinnen aus Zinkblech angelöthet wurden, so dass nunmehr diese Fehlerquelle in Fortfall kam. In Zukunft würde es sich freilich empfehlen, von vornherein etwas stärkeres Zinkblech zu wählen. Dem Kasten liess ich ein kleines Glasfenster luftdicht einfügen, damit das Versuchsobject nicht unnöthiger Weise gezwungen wäre, sich im

Dunklen aufzuhalten. Um die möglichst ungestörte Athmung freier Luft zu ermöglichen, gab es zwei Wege: entweder blieb der ganze Kopf des Individuums ausserhalb des Kastens, und der Kasten wurde am Halse des Menschen gedichtet, oder das mitsammt seinem Kopfe eingeschlossene Individuum bezog seine Respirationsluft vermittelt eines dicken und kurzen Gummischlauches, der durch die Kastenwandung in die freie Atmosphäre mündete. Aus rein technischen Gründen wählte ich den letzten Weg. Ich liess daher an der Vorderwand des Apparates etwa in Mundhöhe ein kurzes, ziemlich dickes Rohr einlöthen, welches frei nach aussen mündete. An der Decke liess ich zwei ähnliche Rohre anbringen, welche je nach Bedarf mittelst eines Pfropfens verschlossen wurden. Der betreffende Mensch nahm ein kleines Mundstück aus weichem Gummi, welches zwischen Lippen und Zahnreihen zu liegen kam, in den Mund und konnte nun durch einen kurzen, dicken Gummischlauch, der auf jenes Rohr an der Vorderwand unseres Apparates passte, bequem respiriren. Die Nasenathmung wurde durch eine kleine Nasenklemme ausgeschaltet. Will man die In- und Expirationsluft trennen, so bedarf es eines Ventils, welches zwischen Mundstück und Athmungsloch im Kasten eingeschaltet wird, oder man kann sich auch hierzu, was für gewisse Zwecke geeignet sein dürfte, des Dreiwegehähns bedienen. Eine fernere, kleine Bohrung liess ich an der Vorderwand des Kastens anbringen, von welchem aus ein Gummischlauch zu einem Wassermanometer mit Schwimmer und Zeichenfeder führt. Selbstredend kann man sich auch einer Marey'schen Kapsel oder ähnlicher Instrumente zum Zwecke der graphischen Darstellung bedienen. Nun machte es sich störend geltend, dass, wenn sich ein Mensch längere Zeit in dem Kasten aufhalten sollte, sich einerseits die Luft in demselben stärker erwärmt, andererseits auch natürlicher Weise unangenehm feucht wird. Ganz beseitigen lässt sich freilich leider diese Unzukömmlichkeit nicht; ich versuchte dieselbe dadurch zu verringern, dass ich in der Decke einen grösseren Ausschnitt anbringen liess, um in der Zeit, in welcher nicht gezeichnet werden sollte, bei Oeffnung dieses frischer Luft Zutritt zu ermöglichen. Den leichten und bequemen Verschluss dieser Oeffnung erzielte ich durch eine Glasplatte, welche mit einem müssi-

gen Gewicht belastet wurde. Die Dichtung wurde unschwer durch einen Gummischlauch erreicht.

Athmet nun der betreffende Mensch Luft aus der freien Atmosphäre ein, so wird die in dem Kasten abgeschlossene Luft in Folge der Volumzunahme des menschlichen Körpers bei der Inspiration verdichtet. Dies wird sich naturgemäss an dem Manometer durch ein Steigen der Wassersäule im freien Schenkel kund geben. Die Zeichenfeder hebt sich dementsprechend über die zugehörige Abcisse. Bei der Expiration walten die entgegengesetzten Bedingungen ob, so dass unser Manometer und mit ihm die Zeichenfeder sich senken muss. Es ist auf diese Art und Weise ein leichtes, auf einem mittelst Kymographiontrommel vorüberbewegten Papierstreifen eine Curve zu erhalten, welche ein Bild von dem zeitlichen und quantitativen Effect der Volumveränderung des menschlichen Körpers unter dem Einflusse der Respiration giebt. Es ist wohl überflüssig zu erwähnen, dass man kein absolut getreues Bild des Effectes normaler Athmung mit unserem Apparate bekommen kann, da wir ja unser Individuum durch den Mund athmen lassen, während die Nasenathmung, welche unter den gewöhnlichen Verhältnissen für eine genügende Luftventilation sorgt, ausgeschaltet wird. Dazu kommt noch der Mangel, dass unser Versuchsobject durch einen wenn auch kurzen und dicken Schlauch seine Athemluft bezieht. Das sind Fehler, welche der Versuch mit sich bringt und gewiss nicht zu übersehen sind; vielleicht lassen sich dieselben verkleinern, wohl kaum aber ganz beseitigen. Die grösste Fehlerquelle, welche jedoch bei allen Untersuchungen über die Athmung des Menschen in's Gewicht fällt, besteht darin, dass die Respiration bis zu einem gewissen Grade von dem Willen des Individuums selbst abhängt und mehr oder weniger unbewusst modificirt wird. Demselben lässt sich nur dadurch einigermaassen begegnen, dass man eine grössere Reihe von Untersuchungen an demselben und auch an verschiedenen Individuen anstellt, und man aus den Untersuchungsergebnissen Mittelwerthe berechnet. Nicht unerwähnt will ich lassen, dass die Athmung auch dadurch beeinflusst werden kann, dass sich die Luft in dem Kasten selbst, in dem sich das Individuum aufhält, erwärmt und feuchter wird. Dies wird jedoch erst in's Gewicht

fallen können, wenn die Untersuchungen auf längere Zeit ausgedehnt werden müssen.

Die grösste Schwierigkeit, welche sich jedoch auch nach einigen Versuchen überwinden liess, bestand darin, eine geeignete Form zu finden, um das Hineinsteigen des Menschen in den Apparat und auch das Verlassen des Behälters zu ermöglichen. Ich habe den Kasten so einrichten lassen, dass seine ganze obere Hälfte abgenommen werden kann. Der betreffende Mensch steigt in den Fusstheil des Blechkastens hinein und nimmt auf dem Sitzbrett desselben Platz. Dann erst wird der ganze obere Aufsatz über das Individuum hinübergestülpt, was sich mit Leichtigkeit ausführen lässt. Es war nun erforderlich, eine gute Dichtung dieser beiden Theile des Apparates an ihren Berührungsflächen zu Stande zu bringen. Zu dem Zwecke wurde am oberen Rande der unteren Hälfte des Apparates ringsherum ein kleiner, 2 cm breiter Kasten angelöthet, der oben offen blieb, und in welchen der freie, untere Rand der oberen Hälfte unseres Behälters hineingesetzt wurde. Dieser, oben offene, kleine Kasten nahm in seiner ganzen Circumferenz einen dünnwandigen Gummischlauch von 2 cm Durchmesser auf. Da der obere Aufsatz relativ leicht, und die Kraft, welche durch die Volumveränderung des Körpers unter dem Einflusse der Athmung entfaltet wird, wie wir gesehen haben, bedeutend ist, war es noch nothwendig, beide Abtheilungen des Kastens fest und unbeweglich mit einander zu verbinden. Wurde dies unterlassen, so wurde bei der Athmung der ganze obere Theil einfach gehoben und gesenkt. Um dies zu verhindern, liessen wir sechs Klammern aus Eisenblech herstellen, welche einerseits unter den kleinen Kasten der unteren Hälfte des Apparates fassten, während ihre oberen Enden über die an unserem Apparate aussen angebrachten Blechröhren und zwar der oberen Hälfte angriffen. Diese Klammern sind unten rechtwinklig gebogen und oben abgerundet, den Verhältnissen des Kastens angepasst. Sie lassen sich mit leichter Mühe anlegen und wieder abnehmen und erfüllen in ausreichender Weise ihren Zweck. So erhielten wir eine für unsere Versuche ausreichende Dichtung des gesamten Apparates, ohne seine Handlichkeit besonders zu erschweren.

Statt des von uns für die Athmung verwendeten Mundstückes unter Ausschluss der Nasenathmung hätte man auch eine Maske für Mund und Nase verwenden können, doch bietet eine solche andere, zur Genüge bekannte, unerwünschte Fehlerquellen.

Die mit unserem Apparate erzielten Curven sind ausnahmslos von rechts nach links zu lesen.

Ich habe versucht, eine Aichung meines Apparates vorzunehmen. Dies wurde derart ausgeführt, dass, während eine Curve bei der Athmung mit dem Apparate gezeichnet wurde, statt wie gewöhnlich in die freie Atmosphäre verschiedentlich in ein gut equilibrirtes Spirometer expirirt wurde. An dem Spirometer konnte dann einerseits abgelesen werden, wie viel Luft von dem betreffenden Versuchsobject bei einer bestimmten Expiration ausgeathmet worden ist, und andererseits konnte auch die Höhe der dazugehörigen Manometercurve bestimmt werden. Beide Werthe müssen sich entsprechen. Diese Aichung wurde des öfteren wiederholt und als Mittel erhielten wir 0,155 cm der Wassercurve für 100 ccm expirirter Luft, 100 ccm Luft also gleich 0,31 Wasserdruck.

Nicht unerwähnt möchte ich lassen, dass ich statt des Wassermanometers auch das Spirometer als Zeichenapparat verwendet habe. Ich verband mit dem Kasten das Spirometer, auf dessen oberer Fläche ich eine Zeichenfeder befestigte, luftdicht. Wurde nun aus der freien Atmosphäre ein- und ausgeathmet, so vollführte das Spirometer entsprechend der Volumveränderung des Körpers je nach dem Stadium der Athmung Excursionen, indem bei der Inspiration bei der Volumvergrösserung des Körpers Luft aus dem Kasten in das Spirometer gedrängt wurde, während bei der Expiration wiederum Luft aus dem Spirometer in den Kasten zurückströmte. Die auf dem Spirometer befestigte Feder verzeichnete auf dem Papier eine recht hohe Curve (s. Taf. IX Fig. 5). Diese weicht von der des Wassermanometers nicht unwesentlich ab nicht allein hinsichtlich ihrer Grösse, sondern vor allem auch in Anbetracht ihrer Qualität. Ich glaube jedoch, der Curve des Wassermanometers den Vorzug geben zu müssen. Wird nemlich bei der Einathmung das Körpervolum ausgedehnt und

dadurch die Kastenluft comprimirt, so entweicht diese Luft durch einen nicht ganz kurzen und relativ dünnen Schlauch in das Spirometer. Zum Ausgleich des Druckes ist auf diese Weise eine nicht ganz unbedeutende Zeit erforderlich, so dass die Bewegung des Spirometers und damit auch die Spirometercurve viel langsamer verläuft, als die Athmung selbst in ihren verschiedenen Stadien. Das kommt ganz besonders schön zum Ausdruck, wenn man sich beide Curven (die des Spirometers und die des Wassermanometers) senkrecht unter einander (siehe Fig. 5) auf dem Papierstreifen aufzeichnen lässt. Auch der Umstand, dass die Spirometercurve so hoch wird, ist nicht gerade bequem. Eine Curve der tiefsten Athmung würde etwa 20 cm hoch werden. Dann ist auch bei dieser Art der Curvenzeichnung der Umstand recht störend, dass die Spirometercurve ihre Abcisse bei fast jedem Athemzuge ändert.

Immerhin habe ich geglaubt, ein Stückchen einer solchen Curvenaufnahme mit veröffentlichen zu sollen. Die obere Curve ist die des Spirometers, die untere die des Wassermanometers. Die Zeichenfedern standen senkrecht über einander, so dass sich beide Curven genau entsprechen.

B. Versuche am gesunden Menschen.

Zunächst musste es von Interesse sein, die kymographischen Curven gesunder Menschen zu studiren.

Wir erhielten bei unserem ersten Versuchsobject, einem Manne von 62 Jahren, der ausser den Anzeichen einer mässigen Arteriosklerose nichts Besonderes aufweist, eine Curve (Taf. IX. Fig. 1), welche sowohl bei der In- wie auch bei der Expiration die Abcisse schneidet. Der ansteigende Curvenschenkel entspricht der Inspiration, der absteigende der Expiration. Die Inspiration gebraucht augenscheinlich kürzere Zeit als die Expiration. Der Inspirationsschenkel steigt ziemlich gleichmässig und allmählich an, verläuft jedoch steiler als der Expirationsschenkel. An der Inspirationscurve ergeben sich im Allgemeinen nur wenige Unterbrechungen und Zacken. Zuweilen bemerkt man wohl eine leichte Einzackung, was einer absatzweisen Inspiration entsprechen würde. Die Inspirationscurve beginnt unterhalb der Abcisse, kreuzt dieselbe und geht oberhalb derselben in die Expirationscurve über. Bei der Ausdehnung des Thorax und Abdomens während der Inspiration wird die in dem Kasten abgeschlossene Luft nach und nach so weit verdichtet, dass dieselbe einen mässigen Ueberdruck bei der gewöhn-

lichen, oberflächlichen Athmung erhält. Dann geht die Inspiration in die Expiration nicht gerade plötzlich über, so dass der Gipfel der Curve mehr abgerundet erscheint; zuweilen erfolgt dieser Uebergang sogar so allmählich, dass der Gipfel ein kurzes Plateau darstellt. Die Expiration erfolgt im Allgemeinen in etwas anderer Weise als die Inspiration. Hier haben wir meist zwei recht wohl trennbare Abschnitte zu unterscheiden, den ersten steileren, während dessen die Ausathmung schneller von statten geht, und den zweiten mehr horizontalen, in welchem der Rest der Expiration langsamer und weniger kräftig erfolgt. Dieser letzte Theil nähert sich zuweilen sogar fast einer Horizontalen, so dass man mitunter von einer Athempause fast sprechen dürfte. Der Uebergang der Expiration in die folgende Inspiration geht im Ganzen und Grossen ziemlich unvermittelt vor sich, was sich an den Curven deutlich ausprägt, indem die Curven hier meist einen deutlichen, wenig abgerundeten Winkel bilden. Die Expirationscurve beginnt über der Abcisse, schneidet diese und fällt dann unter dieselbe. Bei der Ausathmung wird in Folge Einsinkens der Thorax- und Bauchwand die Luft in dem abgeschlossenen Raum verdünnt; sie sinkt von dem Ueberdruck continuirlich bis auf 0 und wird dann noch weiter verdünnt, so dass wir in unserem Apparate einen geringen, negativen Druck erhalten. Es ist selbstredend, dass die Curven nicht gleich hoch ausfallen. Auch der normale Mensch athmet nie längere Zeit hinter einander gleich tief. Um brauchbare Werthe zu bekommen, ist es daher erforderlich, eine Reihe von Messungen vorzunehmen, um daraus Mittelwerthe zu berechnen. Bei 52 Messungen am 12. October 1892 erhielt ich als Mittel für die Expiration $-0,52$ cm Wasser, für die Inspiration $+0,80$ cm Wasser. Dann habe ich das Individuum aufgefordert, möglichst tief zu athmen. Das Mittel aus 9 Einzelmessungen betrug für die Expiration $-1,89$ cm, für die Inspiration $+3,80$ cm Wasser. Die hierbei erzielte Expirationscurve entspricht dem Werthe der vitalen Capacität des betreffenden Individuums. Unser erstes Versuchsobject war ganz besonders geeignet für respiratorische Untersuchungen, da dasselbe durch reichliche Uebung es gelernt hatte, stets am Spirometer die gleiche vitale Capacität zu erhalten, und zwar 3200 ccm, also wirklich möglichst tief zu in- und zu expiriren versteht. Die bei tiefster Athmung erzielten Curven verlaufen selbstredend viel steiler als bei der gewöhnlichen, oberflächlichen Athmung, die Winkel zwischen In- und Expirationscurve werden ausgeprägter und spitzer. Die Curve im Ganzen fällt viel höher aus. Besonders beachtenswerth an der Expirationscurve ist es, dass nunmehr die Ausathmung nicht mehr zwei deutliche Abschnitte erkennen lässt, sondern mehr continuirlich verläuft.

Unser zweites Versuchsobject war ein gesunder, 33jähriger Apotheker, welcher sich diesen Untersuchungen freundlichst unterzog. Die Curven (Taf. IX. Fig. 2), welche wir von demselben erhielten, entsprachen selbstredend im Ganzen und Grossen den zuerst beschriebenen, zeigen jedoch andererseits einige Besonderheiten. An der Inspiration bemerkt man hier

häufiger als bei unserem ersten Individuum gröbere Einzackungen. Die Einathmung erfolgte also häufiger absatzweise, beziehungsweise nicht so gleichmässig, wie in Fall 1. Des ferneren dürfte zu beachten sein, dass die Curvengipfel recht oft breiter werden, mitunter sogar sich direct als kurze, horizontale Linie darstellen. Aehnliche Verhältnisse wie an der Inspirationscurve bemerken wir auch nicht ganz vereinzelt an der Curve der Ausathmung. Auch ist noch zu erwähnen, dass der letzte Abschnitt derselben sich ziemlich häufig in Form einer horizontalen Linie wiedergiebt. Im Ganzen und Grossen ist im Durchschnitt die Athemcurve eine höhere als in Fall 1. An den Curven der tiefsten Athmung ist besonders auffällig, dass sowohl nach der tiefsten Inspiration, wie auch nach der tiefsten Expiration die Curve mehr horizontal verläuft, dass also dies Individuum den bei der tiefsten Athmung erreichten Druck einige Zeit festzuhalten im Stande ist und unbewusst dies fast regelmässig ausführt. Diese Dinge mögen vielleicht mit den Altersunterschieden und der damit verbundenen grösseren oder geringeren Kraft der Athmemusculatur in Zusammenhang stehen. Die vitale Capacität dieses Individuums beträgt 3425 ccm. Derselbe hat eine Grösse von 167 cm und einen Brustumfang von 89 cm bei tiefster Inspiration, von 83 cm bei tiefster Expiration in der Höhe der Mamilla. Folgende Tabelle I giebt einige Durchschnittswerthe wieder, welche sich bei Messungen an verschiedenen Tagen ergeben haben.

Tabelle I.

	Zahl der Messun- gen	Tiefe der Resp.	Exsp.	Insp.	Zahl d. Resp. auf 15 cm	Zahl der Messun- gen	Tiefe der Resp.	Exsp.	Insp.
27. Oct.	16	1,71	-0,85	+0,86	12	7	6,02	-2,13	+3,89
29. -	16	2,18	-1,04	+1,14	13½	6	5,76	-2,91	+2,85
2. Nov.	12	1,87	-0,68	+1,09	13½	6	7,51	-3,28	+4,23
5. -	13	3,17	-1,77	+1,40	12½	6	9,35	-3,98	+5,37
7. -	15	4,42	-3,17	+1,25	11	6	9,64	-5,08	+4,56
14. -	12	3,45	-2,11	+1,34	10½	7	9,87	-4,31	+5,56
15. -	11	3,62	-1,75	+1,87	10	6	10,34	-4,48	+5,86
17. -	12	3,41	-2,00	+1,41	11½	6	10,96	-5,61	+5,35

Als drittes Versuchsobject gab ich mich selbst her. Ich bin 162 cm gross, 28 Jahre alt, habe eine vitale Capacität von 3450 ccm. Die Curven, welche von mir gezeichnet wurden (Taf. IX. Fig. 3), entsprachen im Allgemeinen denen unseres 2. Individuums in sehr hohem Grade und sind vielleicht dadurch etwas von diesen unterschieden, dass sie meist bei gewöhnlicher Athmung etwas niedriger ausfielen. Es mag das wohl darin seinen Grund haben, dass ich es besser verstanden habe, als jene anderen Personen, in der That oberflächlich zu athmen, wie es in der Norm geschieht. Die Werthe, welche sich aus den Curven als Mittelzahlen ergeben haben, erläutert die folgende Tabelle.

Tabelle II.

	Zahl der Messun- gen	Tiefe der Resp.	Exsp.	Insp.	Zahl d. Resp. auf 15 cm	Zahl der Messun- gen	Tiefe der Resp.	Exsp.	Insp.
26. Nov.	12	1,45	-0,63	+0,82	10½	4	7,65	-3,14	+4,51
	16	1,43	-0,55	+0,88	10¼	5	9,88	-4,06	+5,82
	21	1,39	-0,61	+0,78	11½	5	10,69	-4,56	+6,13
	20	1,33	-0,50	+0,83	10½	5	11,98	-6,05	+5,93
29. -	16	1,35	-0,61	+0,74	9¾	4	11,32	-6,08	+5,24
30. -	14	1,15	-0,44	+0,71	9	5	11,67	-5,62	+6,05
1. Dec.	15	1,51	-0,66	+0,85	10	5	11,79	-5,27	+6,52
5. -	22	1,73	-0,85	+0,88	9½	4	11,58	-5,88	+5,70

Dann musste es auch einiges Interesse bieten, die gleichen Untersuchungen an einem weiblichen Individuum vorzunehmen.

Ich wählte hierzu eine 20jährige, 153 cm grosse Patientin B., welche wegen einer Kopfroße in's Krankenhaus gekommen war, nachdem diese Krankheit bereits 14 Tage geheilt war. Ihre vitale Capacität betrug 2375 ccm. Die plethysmographischen Curven (Taf. IX. Fig. 4), welche von dieser Person am 3. December 1892 angefertigt wurden, zeichnen sich einerseits durch ihre relative Kleinheit aus, ein Umstand, der besagt, dass Patientin für gewöhnlich oberflächlich athmet, oberflächlicher, als sämtliche bisher untersuchte männliche Individuen. Dabei ist besonders auffallend die grosse Regelmässigkeit der Athmung sowohl hinsichtlich der Tiefe wie auch der Frequenz. Aus 28 Messungen erhielt ich als Mittel für die Expiration -0,34, für die Inspiration +0,71, aus 19 weiteren Messungen -0,47 und +0,58, aus 28 weiteren Messungen -0,33 und +0,72 cm Wasserdruck. Die Respirationcurve aller dieser Messungsreihen beträgt also auffallender Weise stets 1,05 cm Wasser. Die tiefste Respiration ergab als Mittel aus 7 Messungen -2,39 und +4,18, aus 6 ferneren Messungen -2,64 und +3,92 und aus 6 weiteren Messungen -1,81 und +3,24 cm Wasser. Im Uebrigen dürfte jedoch kaum ein principieller Unterschied in den Curven dieses weiblichen und der übrigen männlichen Individuen zu statuiren sein. Die Curve jener ist im Allgemeinen gleichbedeutend mit einem Miniaturbilde der Curven dieser.

C. Versuche in verdickter Luft.

Nachdem bei einer früheren Gelegenheit¹⁾ der Versuch unternommen worden war, den Nachweis zu führen, dass überhaupt und in welchem Sinne einerseits verdichtete und andererseits

¹⁾ Aron, Ueber die Einwirkung verdichteter und verdünnter Luft auf den intratrachealen Druck beim Menschen. Dieses Archiv Bd. 130. Heft 2. S. 297.

verdünnte Luft auf die Athmung des Menschen mechanisch einzuwirken im Stande ist, habe ich auf andere Weise diese Frage weiter zu verfolgen versucht. Da ich nicht in der Lage war, weitere, geeignete, tracheotomirte Menschen zu den Untersuchungen zu bekommen, wählte ich dieses Mal eine andere Methode, welche noch den Vorzug hat, dass sich dieselbe wohl an jedem Menschen jeder Zeit wiederholen lässt.

Ich bediente mich zu diesen Versuchen des früher beschriebenen Blechkastens, in welchem das betreffende Individuum während der gesamten Beobachtungszeit luftdicht eingeschlossen wird. Die Athemluft wird bei diesen Untersuchungen bekanntlich nicht aus dem Blechkasten bezogen, sondern wird von dem Versuchsobject aus der den Kasten umgebenden Luft, bei diesen Untersuchungen also aus der pneumatischen Glocke, in welche hinein der ganze Kasten mitsammt dem betreffenden Menschen gestellt wird, erhalten. Desgleichen gelangt die Expirationsluft auf gleichem Wege nach aussen. Als Versuchsobject habe ich mich selbst hergegeben¹⁾. Um einigermaassen constante und vergleichbare Resultate zu erzielen, ist es dringend erforderlich, dass das betreffende Individuum es in der That versteht, so weit dies überhaupt möglich ist, seine Athmung zu beherrschen, d. h. nach Möglichkeit willkürliche Beeinflussungen der Athmung auszuschliessen.

Nachdem der Apparat in die pneumatische Glocke gebracht worden war, nahm ich in demselben Platz und liess mich darin luftdicht einschliessen. Darauf wurde die erste Curve gezeichnet, während noch die Thür der pneumatischen Glocke offen stand, also bei Atmosphärendruck. Es lag mir daran, die Wirkungsweise des veränderten Luftdruckes sowohl auf die gewöhnliche, oberflächliche Respiration zu studiren, als auch auf die tiefste Athmung. Es wurde demnach bei jeder Curve eine grössere Reihe oberflächlicher Athemzüge graphisch dargestellt. Ich gab mir Mühe, im Allgemeinen nur so viel Luft ein- und auszuathmen, als unbedingt erforderlich war, um nicht dyspnoisch zu werden. Nur so scheint es mir möglich zu sein, eine einigermaassen brauchbare Constanz der Athemtiefe zu erhalten, welche Vergleiche mit einander zulässt. Ich will nicht bestreiten, dass der Willkür nicht jede Möglichkeit der Einwirkung abgeschnitten werden konnte, darf jedoch viel-

¹⁾ Herr Apotheker Bloch hatte die Liebenswürdigkeit, mich bei diesen recht zeitraubenden Versuchen freundlichst zu unterstützen, wofür ich demselben auch an dieser Stelle meinen besten Dank ausspreche,

leicht beanspruchen, dass ich in Folge einiger Uebung in respiratorischen Versuchen einigermaassen all zu grobe, unbeabsichtigte Fehlerquellen, welche von der unbewussten Einwirkung des Willens auf die Athmung herrühren, vermieden habe. Da ich aus den erhaltenen Curven Mittelzahlen berechnete, dürften jedenfalls etwaige, derartige Fehler möglichst klein ausgefallen sein. Zum Schluss jeder Curve wurde einige Mal möglichst tief in- und exspirirt, wodurch wir dann auch in der Lage waren, zu untersuchen, in welcher Weise und bis zu welchem Grade die tiefste Respiration bei verändertem Luftdruck modificirt wurde.

Nachdem also die erste Curve bei Atmosphärendruck angefertigt worden war, wurde die zweite Curve gewonnen, nachdem der Druck in der pneumatischen Glocke und auch in unserem Blechkasten in 10 Minuten auf $1\frac{1}{4}$ Atmosphären allmählich angestiegen war. Diese zweite Curve wurde gezeichnet, während der Druck constant gehalten wurde. In abermals 10 Minuten erreichten wir eine Luftcompression von $1\frac{1}{2}$ Atmosphärendruck und zeichneten nun die 3. Curve. Die 4. Curve nahmen wir nach Verlauf von 15 Minuten bei dem gleichen Drucke auf. Darauf wurde der Druck in der Glocke wiederum vermindert. Nach 10 Minuten betrug der Druck nur noch $1\frac{1}{4}$ Atmosphären, und der Athmung in dieser Phase entspricht die 5. Curve. Schliesslich erreichten wir in 10 ferneren Minuten wieder Atmosphärendruck und zeichneten nun unsere 6. Curve.

Ich will nicht verschweigen, dass in dieser Zeit von etwa 1 Stunde, während welcher ich in dem Kasten zu verweilen genöthigt war, die Luft in demselben besonders hinsichtlich der Temperatur und der Feuchtigkeit nicht unbedeutend verändert wurde. Ueber die Beeinflussung der Temperatur geben die Tabellen Auskunft. Die eingeathmete Luft wurde jedoch, worauf ich nochmals hinweisen möchte, hiervon in keiner Weise berührt, da dieselbe aus der Luft der pneumatischen Glocke bezogen wurde und nicht etwa aus der abgeschlossenen und nicht genügend ventilirten Kastenluft. Es ist nicht ganz von der Hand zu weisen, dass dadurch, dass die Luft in dem Kasten sich während der Beobachtungszeit um einige Grade erhöhte, eine geringe Beeinflussung der Athmung bedingt werden konnte, ganz vermeiden wird sich dieser Mangel des Apparates jedoch kaum lassen, dürfte jedoch nicht so bedeutend sein, dass dadurch die Resultate der Untersuchungen in höherem Maasse gestört wurden. Zudem darf ich wohl betonen, dass sich die Luft in unserem Kasten fast ausnahmslos continuirlich bis zum Schluss der Beobachtung erwärmte und feuchter wurde, während, wie wir sehen werden, die Werthe, welche wir für die

Athmung erhielten, nicht continuirlich bis zum Schluss sich in demselben Sinne änderten, sondern nur bis zu dem Zeitmomente, in welchem die höchste Drucksteigerung, beziehungsweise Druckverminderung erzielt wurde, um dann im entgegengesetzten Sinne eine Aenderung zu erfahren. In der Zwischenzeit, in welcher nicht gezeichnet wurde, wurden die Ventilationsöffnungen, welche an dem Kasten angebracht waren, geöffnet. Auch darauf muss ich wohl einiges Gewicht legen, dass bei den Versuchen Einwirkungen, welche als Perturbationerscheinungen hätten gedeutet werden können, wohl ganz in Wegfall kommen, da ich selbst mich so oft den Einflüssen comprimierter und verdünnter Luft ausgesetzt habe, dass bei mir füglich kaum noch davon die Rede sein dürfte.

Die Resultate, welche ich aus den Curven bei Einwirkung verdichteter Luft bei 3 Versuchsreihen am 29. und 30. November und 1. December 1892 erhalten habe, habe ich übersichtlich in folgenden 3 Tabellen wiedergegeben. Am meisten Werth lege ich auf die Zahlencolumnen, welche für die Grösse der Respiration als Ganzes erhalten wurden, etwas weniger auf die der Trennung der Respiration in Höhe der Inspiration und Expiration. Es kann hierbei nemlich ein Fehler stören, welcher schwer zu umgehen sein dürfte. Die im Kasten abgeschlossene Luft kann in Folge der Erwärmung durch das in demselben befindliche Individuum einen höheren Grad von Spannung erreichen, womit natürlich eine Veränderung der betreffenden Abcisse Hand in Hand geht. Auf die Respirationcurve in toto, unabhängig von der Abcisse, wird das jedoch kaum einen merklichen Einfluss auszuüben vermögen, besonders da die Zeit, welche für die jemalige Zeichnung erforderlich ist, eine nur kleine ist, so dass schon aus diesem Grunde die abgeschlossene Luft keinen höheren Grad von Tension wird erreichen können. Die Tabellen geben die Resultate für die gewöhnliche, oberflächliche Athmung wieder, ferner auch die der tiefsten Respiration und schliesslich noch die Temperaturen sowohl in der pneumatischen Glocke wie auch in dem Kasten selbst. Die erste Columnne zeigt die Anzahl der Messungen an, welche ausgeführt worden ist und den folgenden Zahlen zu Grunde liegt, die zweite die Tiefe der gesammten Respiration ohne Rücksicht auf die

dazugehörige Abcisse, die dritte den Werth der Expiration auf ihrer Höhe, die vierte den Werth der Inspiration auf der Höhe derselben, die fünfte die Anzahl der Athemzüge in der Zeit, in welcher der Papierstreifen 15 cm von der Kymographiontrommel abgerollt wird. Die Bedeutung der folgenden Columnen dürfte sich hiernach von selbst ergeben.

Das Ergebniss aller dreier Versuche stimmt im Ganzen und Grossen in sehr vollkommener Weise mit einander überein, in einem Maasse, wie man dies bei Untersuchungen über Vorgänge bei der Athmung überhaupt wohl nur beanspruchen kann, haben wir es doch mit einem physiologischen Act zu thun, der eben schwankende Werthe unter den ruhigsten und besten Verhältnissen aufweist.

Ich habe, wie auch sonst ausnahmslos sämmtliche frühere Beobachter constatiren können, dass die Athemfrequenz mit steigendem Drucke sinkt, um dann wieder mit Nachlass des Druckes sich zu vermehren.

Wenn ich nun zur Besprechung des 1. Versuches mit comprimierter Luft vom 29. November übergehen darf, so wird hiernach die plethysmographische Respirationcurve, d. h. die Volumsveränderung des Körpers unter dem Einflusse der Athmung bei Vermehrung des Druckes eine grössere; sie steigt von 1,35 auf 1,50 und 1,98 im Wasser an. Nachdem der Druck 15 Minuten auf $1\frac{1}{2}$ Atmosphären geblieben war, betrug die plethysmographische Respirationcurve (der Kürze wegen werde ich in Zukunft das Wort plethysmographisch einfach fort lassen, da ja doch nur davon hier die Rede sein wird) 2,04 cm. Mit fallendem Druck sank dieselbe dann auf 1,80 und 1,25. Sie war also nach Beendigung des Versuches mit verdichteter Luft etwas niedriger als bei Beginn desselben, ein Umstand, der freilich bei den folgenden beiden Versuchsreihen nicht gleichfalls zutraf. Wenn wir die Respirationcurve nun in ihre beiden Phasen zerlegen wollen, so ergibt sich, dass sowohl die In- wie auch die Expiration unter der Einwirkung der comprimierten Luft Veränderungen aufweist. Beide participiren an der Aenderung der Respirationcurve. Auf die Erklärung dieser Veränderung der Respiration unter dem Einfluss der Luftcompression brauche ich an dieser Stelle wohl nicht zurückkommen.

Es wird wohl im Allgemeinen jetzt die Ansicht v. Vivenot's, Panum's und Paul Bert's acceptirt, dass der Brustraum in comprimirter Luft zunimmt, indem das Zwerchfell in Folge der Compression der Darmgase unter der Einwirkung der Luftverdichtung höher steigt.

Ich gelange nun zur Besprechung der tiefsten Athmung. Im Beginne unseres Versuches betrug dieselbe als Mittel 11,32 cm Wasser. Sie wuchs auf 12,65 und 12,87. Nach 15 Minuten betrug dieselbe 12,62 und fiel dann mit nachlassendem Druck auf 12,04 und 10,95. Sie war also am Schluss der Beobachtungsreihe etwas kleiner als bei Beginn des Versuches, ein Verhältniss, welches sich beim 3. Versuche wiederholte, während das 2. Experiment eine geringe Steigerung der tiefsten Respiration aufweist. Diese Ergebnisse der Beobachtung der tiefsten Athmung bei unserer Versuchsanordnung finden eine Analogie in den Beobachtungen anderer (v. Vivenot, Schyrmunski, P. Bert, v. Liebig) über Aenderung der vitalen Capacität vermittelst des Spirometers in verdichteter Luft. Der absteigende Schenkel unserer Curve bei tiefster Athmung entspricht der vitalen Capacität der Lunge und stellt also dasselbe graphisch dar, was von anderer Seite gemessen worden ist. Wenn wir die Aichung unseres Kastens berücksichtigen, so wird es uns ein leichtes sein, zu berechnen, um wie viel ccm Luft sich der Organismus bei der Athmung unter den verschiedenen, äusseren Verhältnissen ausgedehnt hat. Darnach entsprachen 0,155 cm der Curve gleich 0,31 cm Wasserdruck 100 ccm Luft.

Wenn wir bei unseren drei Untersuchungsreihen in verdichteter Luft nicht immer genau den gleichen Effect hinsichtlich der Grösse der Einwirkung zu verzeichnen hatten, so wird uns das nicht weiter Wunder nehmen dürfen. Ich habe es freilich so einzurichten versucht, dass alle Versuche einigermassen zu der gleichen Tageszeit vorgenommen wurden. Die Tabellen geben hierüber genaueren Aufschluss. Diese Versuche wurden ausnahmslos gleich nach dem Mittagessen ausgeführt. Da wir jedoch wissen, in wie hohem Maasse gerade die comprimirte Luft auf die vorhandenen Darmgase einwirkt, so werden wir verschiedene Resultate hinsichtlich der Quantität erhalten müssen je nach dem, ob mehr oder weniger Darmgase vorhanden sind.

Tabelle I.

		Gewöhnliche Athmung.				Tiefste Athmung.				Temperatur in Glocke Apparat		
		Zahl d. Mes- sungen	Tiefe der Resp.	Exsp.	Insp.	Zahl der Resp. auf 15 cm	Zahl d. Mes- sungen	Tiefe der Resp.	Exsp.			Insp.
29. November 1892.												
1.	Atmosphärendruck.	16	1,35	-0,61	+0,74	9 $\frac{3}{4}$	4	11,32	-6,08	+5,24	18,8	21,2
2.	1 $\frac{1}{4}$ Atmosphären.	15	1,50	-0,72	+0,78	9 $\frac{3}{4}$	4	12,65	-5,00	+7,65	21,2	25
3.	1 $\frac{1}{2}$ Atmosphären.	11	1,98	-0,90	+1,08	10 $\frac{1}{4}$	4	12,87	-8,45	+4,42	21,6	25
4.	1 $\frac{3}{4}$ Atmosphären.	17	2,04	-0,90	+1,14	8 $\frac{3}{4}$	5	12,62	-6,42	+6,20	21,3	25,4
5.	1 $\frac{1}{2}$ Atmosphären.	14	1,80	-0,53	+1,27	9	4	12,04	-4,37	+7,67	20,6	26
6.	Atmosphärendruck.	17	1,25	-0,52	+0,73	8 $\frac{1}{2}$	4	10,95	-5,58	+5,37	19,4	24,4

Tabelle II.

30. November 1892.												
	1.	Atmosphärendruck.	14	1,15	-0,44	+0,71	9	5	11,67	-5,62	+6,05	19,6
	2.	1 $\frac{1}{4}$ Atmosphären.	14	1,58	-0,54	+1,04	9	4	13,48	-5,92	+7,56	20,8
	3.	1 $\frac{1}{2}$ Atmosphären.	18	1,87	-0,93	+0,93	8 $\frac{1}{2}$	4	13,10	-7,32	+5,78	22,8
	4.	1 $\frac{3}{4}$ Atmosphären.	11	1,91	-0,61	+1,30	8 $\frac{1}{2}$	4	13,91	-6,60	+7,31	21,8
	5.	1 $\frac{1}{2}$ Atmosphären.	16	1,69	-0,75	+0,94	9 $\frac{3}{4}$	4	13,45	-6,29	+7,16	21,2
	6.	Atmosphärendruck.	21	1,74	-0,77	+0,97	10 $\frac{1}{2}$	5	11,82	-5,96	+5,86	20
												20,2
												25
												27
												24,8
												26,8
												26

Tabelle III.

1. December 1892.											
	1. Atmosphärendruck.	15	1,51	-0,66	+0,85	10	5	11,79	-5,27	19	20,4
2.	1 $\frac{1}{4}$ Atmosphären.	25	1,86	-0,67	+1,19	11	4	12,95	-6,43	21,6	23,2
3.	1 $\frac{1}{2}$ Atmosphären.	17	2,14	-1,09	+1,05	7 $\frac{3}{4}$	5	12,81	-6,55	21,8	25,8
4.	1 $\frac{3}{4}$ Atmosphären.	25	1,93	-0,90	+1,03	9 $\frac{1}{2}$	6	13,20	-6,65	21,6	25,6
5.	1 $\frac{1}{2}$ Atmosphären.	23	1,96	-0,77	+1,19	10 $\frac{1}{2}$	5	13,09	-6,27	21,8	26,4
6.	Atmosphärendruck.	22	1,58	-0,57	+1,01	12 $\frac{1}{2}$	6	11,53	-5,51	20,6	24,6

Denn gerade von der Möglichkeit des höheren oder geringeren Grades der Compressibilität des Inhaltes der Bauchhöhle wird in ganz hervorragender Weise der Zwerchfellstand und die Respiration und somit auch die Volumänderung des ganzen Körpers bei der Athmung abhängig sein müssen.

Nachdem ich das Versuchsergebniss des ersten Experimentes mit comprimierter Luft so eingehend besprochen habe, darf ich wohl die anderen beiden, welche ja auch bereits gestreift wurden, unerörtert lassen und auf die beigegebenen Tabellen verweisen, deren Deutung wohl keine Schwierigkeiten bieten dürfte.

D. Versuche in verdünnter Luft.

Wenn auch das Studium der Einwirkung verdünnter Luft auf den menschlichen Organismus kein gleiches, wenigstens therapeutisches Interesse haben dürfte, so hat es doch jedenfalls wenigstens einigen wissenschaftlichen und wohl auch praktischen Werth, dieselbe zu erforschen. Ich stellte mit verdünnter Luft gleichfalls 3 Versuchsreihen an am 5., 6. und 9. December 1892 in derselben Weise, wie es oben für comprimerte Luft ausgeführt worden ist. Aus rein äusseren Gründen mussten diese Untersuchungen zu etwas späterer Tageszeit unternommen werden, als die mit verdichteter Luft. Ich liess die Luft in der Glocke in 10 Minuten auf $\frac{3}{4}$ Atmosphären verdünnen und in weiteren 5 Minuten auf $\frac{2}{3}$ Atmosphären. Weiter ging ich bei diesen Untersuchungen mit der Luftverdünnung nicht, da ich an mir festgestellt hatte, dass ich bei einer Luftverdünnung auf $\frac{1}{2}$ Atmosphäre nicht gerade ganz unbedeutende Unannehmlichkeiten in der pneumatischen Glocke verspürte, welche sich jedenfalls in dem Kasten noch steigern würden. Die Curvenzeichnung wurde zunächst bei Atmosphärendruck, dann bei $\frac{3}{4}$ Atmosphären, ferner bei $\frac{2}{3}$ Atmosphären vorgenommen. Die 4. Curve wurde bei $\frac{2}{3}$ Atmosphärendruck erzielt, nachdem dieser 15 Minuten eingewirkt hatte. Die 5. Curve ergab sich bei $\frac{3}{4}$ Atmosphären und die 6. bei Atmosphärendruck. Die folgenden 3 Tabellen geben Aufschluss über die Resultate, welche hierbei erzielt wurden und entsprechen den früher erklärten Tabellen. Ich kann mich daher wohl etwas kürzer fassen, da die Ergebnisse nunmehr mit Leich-

tigkeit verständlich sein dürften. Zunächst möchte ich bemerken, dass die Athemfrequenz conform mit der Luftverdünnung wuchs und dann wiederum bei steigendem Druck sank. Die Respirationstiefe wurde Hand in Hand mit der Verdünnung der Luft eine geringere und hob sich andererseits wieder bei ansteigendem Druck. In gleicher Weise, wie die gewöhnliche, oberflächliche Athmung beeinflusst wurde, wurde auch die tiefste Athmung tangirt. Die Curve der gewöhnlichen Athmung fiel am 5. December von 1,73 auf 1,27 und 1,22 cm Wasser und hob sich dann von 1,07 auf 1,23 und 1,78 cm. Auch hier sind offenbar beide Athmephassen theilhaft, sowohl die Werthe der Inspiration als auch der Expiration werden im Allgemeinen kleiner, um dann bei zunehmendem Drucke wieder zu wachsen. Das gleiche Verhalten finden wir in den Werthen der tiefsten Athmung ausgedrückt. Die tiefste Respiration betrug im Beginne 11,58 und fiel dann auf 10,19, auf 8,61 und 7,38 cm. Sie stiegen dann bei zunehmendem Drucke auf 10,26 und 11,93 cm Wasser an. Bei sämtlichen 3 Untersuchungsreihen ist bemerkenswerth, dass die Grösse der tiefsten Athmung bei wieder erreichtem Atmosphärendruck eine bedeutendere war als bei Beginn der Versuche, ein Verhältniss, welches wir im Allgemeinen mit Ausnahme des 3. Versuches auch bei den Werthen der gewöhnlichen Athmung ausgeprägt finden. An der Verkleinerung der Curven tiefster Respiration theilnehmen sich gleichfalls sowohl die In- wie auch die Expiration, um dann mit zunehmendem Drucke beide auch wieder anzusteigen.

Zum Schluss lasse ich noch die 3 Tabellen, welche sich aus den Versuchen ergeben haben, folgen:

Tabelle I.

	Gewöhnliche Athmung.				Tiefste Athmung.				Temperatur in	
	Zahl der Mes- sungen	Tiefe Resp.	Exsp.	Insp.	Zahl der Resp. auf 15cm	Zahl d. Mes- sungen	Tiefe der Resp.	Exsp.	Insp.	Glocke Apparat
5. December 1892.										
1. Atmosphärendruck.	4 Uhr 53 Min.	22	1,73	+0,85	+0,88	4	11,58	-5,88	+5,70	20,8
2. $\frac{1}{2}$ Atmosphären.	5 - 3 -	23	1,97	-0,66	+0,64	5	10,19	-4,57	+5,62	18,8
3. $\frac{3}{4}$ Atmosphären.	5 - 8 -	17	1,22	-0,67	+0,55	4	8,61	-3,37	+5,24	19,2
4. $\frac{3}{4}$ Atmosphären.	5 - 23 -	30	1,07	-0,45	+0,62	4	7,36	-3,31	+4,05	20
5. $\frac{1}{2}$ Atmosphären.	5 - 28 -	26	1,23	-0,64	+0,59	5	10,26	-4,79	+5,47	20,6
6. Atmosphärendruck.	5 - 38 -	24	1,78	-0,93	+0,85	4	11,93	-5,90	+6,03	21,4
					9 $\frac{1}{2}$ 12 $\frac{1}{2}$ 13 $\frac{3}{4}$ 12 $\frac{1}{4}$ 9 $\frac{7}{8}$					26,8

Tabelle II.

6. December 1892.										
1. Atmosphärendruck.	5 Uhr 10 Min.	18	1,54	-0,44	+1,10	5	10,88	-5,10	+5,78	20
2. $\frac{1}{2}$ Atmosphären.	5 - 20 -	26	1,90	-0,67	+0,53	6	9,68	-4,95	+4,73	18,4
3. $\frac{3}{4}$ Atmosphären.	5 - 25 -	25	1,06	-0,48	+0,63	5	9,02	-4,43	+4,59	19
4. $\frac{3}{4}$ Atmosphären.	5 - 40 -	23	1,06	-0,35	+0,71	4	9,01	-4,30	+4,71	19,6
5. $\frac{1}{2}$ Atmosphären.	5 - 45 -	13	1,13	-0,60	+0,53	5	9,87	-4,50	+5,37	19,6
6. Atmosphärendruck.	5 - 55 -	22	1,58	-0,78	+0,80	5	11,29	-5,57	+5,72	20,4
					12 $\frac{1}{4}$ 13 $\frac{3}{4}$ 17 12 10 8 $\frac{1}{2}$					27

Tabelle III.

9. December 1892.										
1. Atmosphärendruck.	5 Uhr 48 Min.	16	1,59	-0,73	+0,86	4	11,82	-6,10	+5,72	18,8
2. $\frac{1}{2}$ Atmosphären.	5 - 58 -	21	1,30	-0,61	+0,69	4	9,23	-3,89	+5,34	17,8
3. $\frac{3}{4}$ Atmosphären.	6 - 3 -	25	1,12	-0,19	+0,93	10	7,58	-3,69	+3,89	18
4. $\frac{3}{4}$ Atmosphären.	6 - 18 -	23	1,08	-0,57	+0,51	4	7,84	-4,03	+3,81	18,8
5. $\frac{1}{2}$ Atmosphären.	6 - 23 -	25	1,35	-0,89	+0,46	5	10,32	-5,68	+4,64	19,2
6. Atmosphärendruck.	6 - 33 -	23	1,51	-0,71	+0,80	5	11,86	-6,85	+5,01	19,8
					8 $\frac{1}{4}$ 9 $\frac{1}{4}$ 10 9 $\frac{3}{4}$ 9 $\frac{1}{2}$ 8 $\frac{7}{8}$					25,4

Herrn Sanitätsrath Dr. Lazarus spreche ich für das active Interesse, das derselbe dieser Arbeit entgegengebracht hat, meinen aufrichtigsten Dank aus.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel IX.

- Fig. 1. Plethysmographische Curve eines 62jährigen Mannes. 5 gewöhnliche, oberflächliche Respirationen und 2 tiefe Athmungen.
 Fig. 2. Curve eines 33jährigen Mannes. 4 Respirationen von gewöhnlicher Tiefe, 2 tiefste Athmungen.
 Fig. 3. Curve eines 28jährigen Mannes enthält 6 oberflächliche und 2 tiefste Respirationen.
 Fig. 4. Curve eines 20jährigen jungen Mädchens.
 Fig. 5. Die untere Curve wurde mittelst Wasser-Manometer, die obere mit Spirometer gleichzeitig gezeichnet.

XXI.

Ueber Russell'sche Fuchsinkörperchen und Goldman'sche Kugeln.

Von Dr. K. Touton,

Specialarzt für Hautkrankheiten in Wiesbaden.

(Hierzu Taf. X.)

Die folgenden Untersuchungsergebnisse gründen sich in erster Linie auf das Material, welches ich von dem im Anfange dieses Jahres veröffentlichten Falle von sogenannter allgemeiner Haut-sarcomatose¹ gewonnen hatte. Ueber einen Theil des mikroskopischen Befundes ist dort schon kurz berichtet, auch ist der Arbeit eine Farbentafel mit eigenthümlichen, als Russell'sche Körperchen² erkannten Gebilden beigegeben, auf welche ich im Folgenden öfter verweisen werde.

Weiter dienten zur Untersuchung ein von mir vor 6 Jahren extirpirtes, grosses, ulcerirtes Carcinom der unteren Hälfte der Ohrmuschel, welches in Flemming's Chromosmiumessigsäuregemisch lebenswarm fixirt und in Alc. abs. gehärtet wurde, fer-