

Ein portativer Athmungsapparat.

Von Professor I. Setschenow und Dr. M. Schaternikow,

Aus dem physiologischen Institute der K. Universität zu Moskau.

Im vorigen Jahre hat einer von uns ⁴⁾ einen Respirationsapparat für die Athmung des Menschen in unbeweglicher Stellung beschrieben, und nun haben wir über eine portative Form desselben zu berichten.

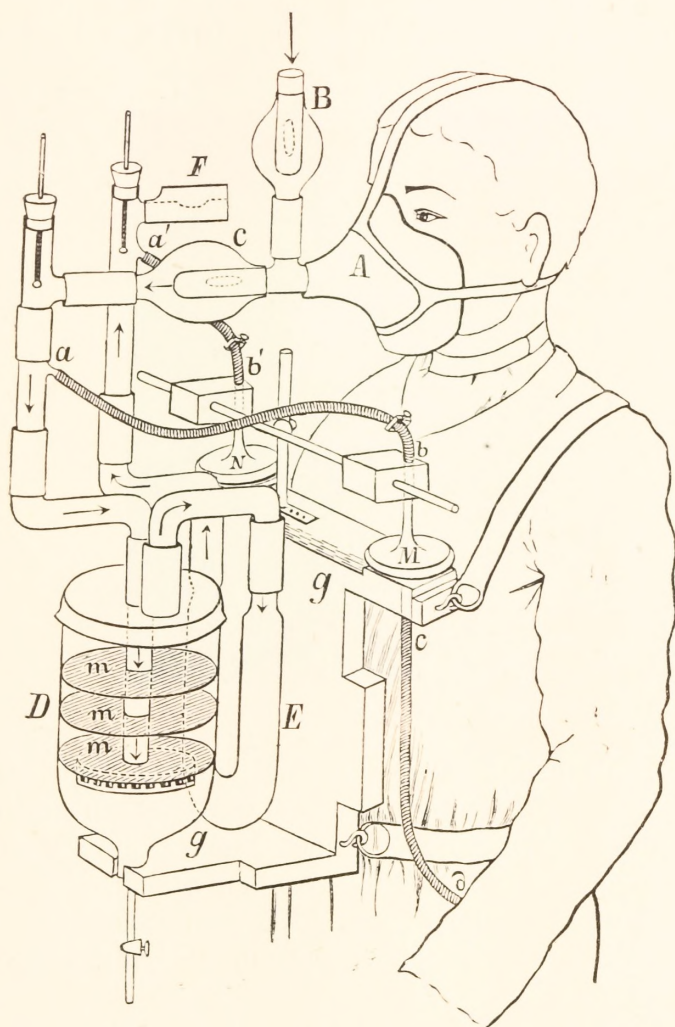


Fig. 1.

benetztes Rohr], um schliesslich durch die Endklappe *F* frei herauszutreten. Ebenso klar sind in der Figur die im Beginne des Versuches mit Quecksilber

Letztere unterscheidet sich von der früheren Form nur in folgenden drei Punkten;

1) fällt die Vorrichtung für die Befreiung der einzuathmenden Luft von Kohlensäure weg, da der Apparat für die Athmung im Freien bestimmt ist;

2) sind die aufeinander folgenden Glieder des Ausathmungstractus so gedrängt miteinander verbunden, dass sie an einem portativen Gestell Platz finden; und

3) ist die Vorrichtung für die gleichmässige Ableitung der Ausathmungsluft dies- und jenseits der Lauge eine andere geworden.

In der beistehenden Fig. 1 ist der ganze Weg der Ausathmungsluft durch die Pfeile angegeben. Nachdem sie in der Respirationsmaske (*A*), vermittelt der Zuntz'schen Klappen (*BC*), von der Einathmungsluft abgeschieden ist, passirt dieselbe erst die Natronlauge in dem Gefässe *D* mit 3 Sicherheitsnetzen *m m m*, und dann den Befeuchter *E* [ein *V*-förmiges mit Wasser

⁴⁾ Dr. Schaternikow, „Ein neues Verfahr. die v. Mensch. ansgeathm. u. s. w.“: Le Physiolog. russe, Vol. I, №№ 12—14, p. 194.

gefüllten Ableitungswege der Ausathmungsluft zu beiden Seiten der Lauge angegeben. Sie beginnen bei a und a' und münden in zwei stark von oben nach unten abgeflachten Flaschen M und N ein, worin sich die zu analysierende Luft ansammelt. Von diesen Wegen ist (Fig. 1) der linke, diesseits der Lauge liegende, in seinem ganzen Verlaufe [$abMcedeo$] von a bis zur Ausflussöffnung o (Fig. 2) sichtbar; während von dem zweiten nur das Stück $a'b'N$ vorn und $d'e'o'$ hinten zu sehen ist. Der Rückentheil des Apparates (HK) in der Fig. 2 ist die neue Vorrichtung für die gleichmässige Ableitung der Aus-

athmungsluft zu beiden Seiten der Lauge. Dieselbe hat zum Zweck die Ausflussöffnungen o und o' beider mit Hg gefüllter Ableitungswege [$abeo$ und $a'b'e'o'$] mit derselben gleichmässigen Geschwindigkeit sinken zu lassen, mit welcher das Quecksilberniveau in den Flaschen M und N herabsinkt. Zu dem Ende ist das cylindrische Gefäss H mit den darin einmündenden Ausflussröhren o und o' an eine von oben nach unten um vier Eckstangen verschiebbare, von vier Spiralfedern getragene Holzplatte L befestigt, welche natürlich desto tiefer sinkt, je mehr Quecksilber in H einfliesst. Dementsprechend sind in dem Apparate solche Spiralen angebracht, welche, nach dem vollständigen Entleeren der Flaschen M und N , sich um die Höhe der letzteren (3,3 Ctm.) zusammenziehen. Das Uebrige bewirkt die Regulirung des Quecksilberausfliessens durch die Klemmen f und f' . Dieses Ausfliessen ist allerdings kein ganz gleichmässiges, weil das Gefäss H beim Gehen des athmenden Menschen elastisch schwankt; bedenkt man jedoch, dass die Flaschen nur 3,3 Ctm. hoch sind und das Quecksilber aus denselben nur tropfenweise abfliesst, so können diese Schwankungen von keinem praktischen Belang sein.

Die Art und Weise wie der Apparat vom athmenden Menschen getragen wird, ist aus den beigegebenen Zeichnungen ohne weiteres ersichtlich. Derselbe wiegt sammt der Maske und des die Ableitungswege füllenden Quecksilbers 11 Kilo.

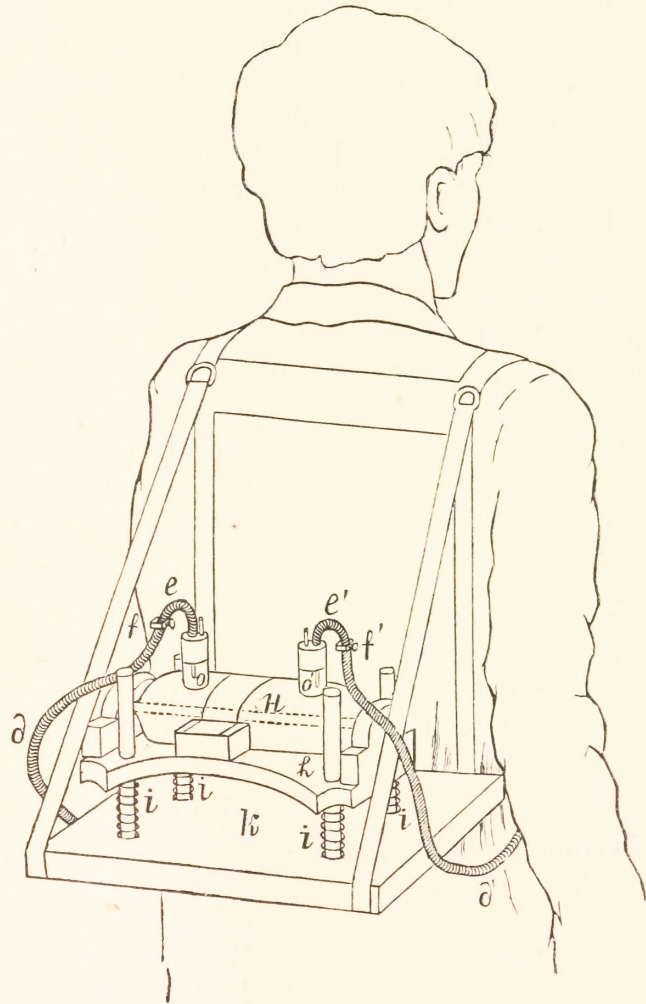


Fig. 2.

Probeversuche. Aus den früheren Versuchen mit der Athmung in halbliegender Stellung bei Zimmertemperaturen ¹⁾ war es uns bekannt, dass der für unsere Messungen unentbehrliche stationäre Zustand der Lufttemperaturen längs des Ausathmungstractus sich sehr rasch nach dem Beginne der Athmung einstellt, und zwar gleichviel, ob der Apparat vor der Abkühlung geschützt oder unbedeckt gelassen wird. Jetzt war aber dieses wiederum zu prüfen, da die ersten Versuche mit der portativen Form auf Mitte October (des vergangenen Jahres) fielen, wenn die äussere Luft bei uns schon ziemlich kühl ist, und da die Athmung beim Gehen eine andere ist als beim ruhigen Halbliegen der vorigen Versuche. Aus diesen Gründen waren wir bei den ersten Proben genöthigt den Versuchsmann erst so lange ruhig stehend (im Freien) athmen zu lassen, bis die Temperaturen der Ausathmungsluft an den Ableitungsstellen so gut wie constant geworden waren und erst hierauf den Gehversuch mit der Ableitung der Luft zu beginnen.

Es erwies sich glücklicherweise, dass, sobald der stationäre Temperaturzustand in dem Athmungsrohre (an den Ableitungsstellen *a* und *a'*) sich eingestellt hat, derselbe während des Gehens nur unbedeutende Schwankungen erleidet. Als Belege führen wir die Temperaturzahlen in drei derartigen Versuchen an. Letztere wurden an einem und demselben Manne bei drei verschiedenen Temperaturen und zwar ohne Schutzbedeckung des Apparates an gestellt. Beim Stehen wurden die Temperaturen jede 2—3 Minuten und beim Gehen jede 6'—7', je nach einem Umgange von 405 Met. in dem Universitätshofe abgelesen.

T A B. I.

<i>m</i> ^o	1		2		3	
Temp. d. äuss. Luft	5,5 ^o C.		4,9 ^o C.		2,4 ^o C.	
Dauer d. Stehens	6'		7'		9'	
Dauer d. Gehens	75'		73'		64'	
	in <i>a</i>	in <i>a'</i>	in <i>a</i>	in <i>a'</i>	in <i>a</i>	in <i>a'</i>
Temp. während d. Stehens	17,5	14,0	17,2	12,0	16,7	12,0
	18,7	12,1	18,3	11,3	18,1	11,1
	19,5	12,0	19,0	10,8	19,5	9,1
	19,25	12,0	19,2	10,3	20,0	8,5
	20,25	>	>	10,0	>	>
Temp. während d. Gehens	20,0	11,2	20,0	>	>	8,7
	20,5	11,5	>	10,2	20,25	
	20,25	12,0	>	10,25	20,0	9,0
	20,5	12,25	>	10,5	>	>
	20,25	12,75	>	11,0	>	>
	19,75	12,5	19,75	10,5	>	8,75
	19,5	12,0	20,0	>	19,5	>
	19,75	>	>	>	19,4	9,0
	19,5	>	>	11,0		

¹⁾ l. c.

Auf Grund dieser Ergebnisse haben wir die weiteren Versuche direct mit dem Gehen angefangen; und da dieselben bei Frosttemperaturen ausgestellt wurden, mussten alle Theile des Ausathmungsrohres sowie die ausstehenden Theile der beiden Thermometer vor der Kälte geschützt (mit Watte umwickelt) werden. Die Dauer von 2 Umgängen im Hofe war für die Einstellung des stationären Temperaturzustandes genügend, sodass die Ableitung der Luft etwa 12'—14' nach dem Beginne des Versuches begann. Als Beispiele mögen die Zahlen zweier Versuche bei zwei niedrigsten Temperaturen dienen.

—12° C.	in a:	19,0	17,5	16,5	16,5	16,5	16,0	15,5	15,5	15,5	15,25	15,5
	in a':	16,0	15,0	14,5	14,25	14,5	14,5	14,75	14,75	15,0	15,0	15,0
—17° C.	in a:	20,5	20,5	21,0	20,5	20,5	21,5	21,0	21,0	20,5	20,0	20,0
	in a':	17,5	16,0	16,0	16,5	15,5	15,25	15,0	15,5	15,25	15,5	15,5

Zu der übrigen Ergebnissen dieser Versuche übergehend, muss im voraus Folgendes notirt werden:

1) wurden dieselben an einem und demselben stark gebauten jungen Manne (Ofenheizer des Instituts), 3—4 St. nach seinem gewöhnlichen leichten Morgenfrühstück (aus Thee mit Weissbrod bestehend) angestellt;

2) bewegte sich der Mann stets mit der ihm eigenen ungezwungen-mittelmässigen Geschwindigkeit (etwa 4 Kilomet. per Stunde) und legte in allen Versuchen (mit Ausnahme des Vers. 3) eine und dieselbe Wegstrecke von 4455 Met. zurück [im Vers. 3 machte er nur 10, in allen übrigen 11 Umgänge im Hofe];

3) wurde der Mann bei den Frosttemperaturen soweit vor der Kälte geschützt, dass er sich nur angenehm warm fühlte; auch schien ihm, [nach seiner Aussage], wahrscheinlich wegen der Maske, die einzuathmende Luft sogar in den 2 letzten Versuchen bei -10° , -12° nicht kalt zu sein; endlich

4) muss die von dem Manne bei den Frosttemperaturen verrichtete Geharbeit etwas grösser als in den übrigen Versuchen geschätzt werden ⁴⁾, da er dabei durchschnittlich etwas rascher ging und eine um Paar Kilo grössere Last (wärmere Kleidungsstücke und die Schutzbedeckung des Apparates) zu tragen hatte.

Die Resultate sind in der nächstfolgenden Tab. II zusammengestellt. t bedeutet in derselben die Temperatur der äusseren Luft; V_1 das Volumen der eingeathmeten und V_2 dasjenige der ausgeathmeten Luft (beide in Lit.); mit CO_2 und O_2 sind die Volumina (ebenfalls in Lit.) der ausgeathmeten CO_2 und des verbrauchten O_2 bezeichnet. Alle Gasvolumina sind auf 0° und 760 mm. reducirt.

⁴⁾ Dieses gilt besonders für den Versuch 4, welcher während eines Schneefalles mit ziemlich starken Windstössen stattfand, wodurch das Gehen natürlich beschwerlicher als in den übrigen Versuchen war.

T A B E L II.

n°	t	Dauer d. Vers.	V_1	V_2	CO_2	O_2	$\% CO_2$	$\% O_2$	$\frac{CO_2}{O_2}$	Zahl d. Athenz. Volum. 1-er Einathm.
1	5,5° C.	6' Steh. + 75' Geh.	617,41	614,77	32,58	35,78	5,40	15,23	0,910	
2	4,9° C.	7' Steh. + 73' Geh.	603,69	601,35	33,55	36,39	5,58	14,99	0,922	
3	2,5° C.	9' Steh. + 64' Geh.	537,68	534,30	27,99	32,44	5,24	15,03	0,862	
4	-2,5° C.	73' Geh.	591,84	588,25	31,82	36,17	5,41	14,94	0,880	1473
5	-10° C.	69' Geh.	533,58	528,59	30,39	36,47	5,75	14,26	0,833	1254
6	-12° C.	68' Geh.	534,22	529,02	28,46	34,79	5,38	14,59	0,818	1260

Jetzt haben wir zu zeigen, in welchem Grade die erhaltenen Resultate zuverlässig sind.

Die Genauigkeit derselben hängt in unserem Verfahren von zwei Umständen ab: von der Gleichmässigkeit der Ableitung der zu analysirenden Luft und von der Genauigkeit, mit welcher die Grössen A , p und q in unserer Grundformel

$$V_2 = A \frac{100 - q}{p - q}$$

bestimmt werden.

Gegen unsere oben beschriebene Ableitungsweise der Ausathmungsluft lässt sich kaum etwas einwenden; denn hätten wir die Ausflussöffnungen (oo') der Ableitungswege sogar unbeweglich fixirt, so würde die Ungleichmässigkeit des Quecksilberabfliessens doch eine unbedeutende sein, weil alsdann die im Beginne der Ableitung (wenn die Flaschen M und N voll Quecksilber sind) 45 cm. betragende Abflusshöhe des Quecksilbers nur um 3 cm. am Schluss derselben (d. h. nach Entleerung der Flaschen) abnehmen würde.

Die von uns gebrauchte volumetrische Bestimmung von A ist einwurfsfrei.

Folglich haben wir nur den Einfluss der Ablesungsfehler bei den volumetrischen Bestimmungen von p und q (Procentzahlen von CO_2 in der Ausathmungsluft dies- und jenseits der Lauge) zu besprechen.

Für die Analyse, nach Bunsen, in der Luft bedienen wir uns sehr fein in $\frac{1}{2}$ mm. eingetheilter, oben kugelig erweiterter Absorptionsröhren von 14 mm. inn. Durchmesser und machen stets zwei Ablesungen sowohl vor als nach der Absorption von CO_2 . Hierbei fallen bekanntlich die Ablesungsfehler durchschnittlich auf die zweite Decimale der so erhaltenen Mittelzahlen; folglich galt es zu ermitteln, wie sich die Resultate ausnehmen werden, wenn man für die Berechnung von V_2 die mittleren Zahlenwerthe von p und q mit beiden Decimalen oder mit den ersten allein nimmt.

Zu dem Ende wählen wir aus den Versuchsprotokollen 3 Fälle aus (Vers. 2, 3 und 4), von welchen in den zwei ersten die wegzuwerfenden 2-ten Decimalen am grössten waren und in dem dritten (Vers. 4) die Ablesungsfehler ausnahmsweise auf die erste Decimale fielen.

Vers. 2. Je zwei Ablesungen gaben folgende Procentzahlen von CO_2

für p	für q
5,589	3,842
5,572	3,858

Für die Berechnung von V_2 wurden genommen:

5,58	3,85
5,5	3,8

Bei $A = 10,820$ Lit. bekommt man

mit 2 Decimalen $V_2 = 10,82 \frac{96,15}{1,73} = 601,35$ Lit.; und 33,55 Lit. CO_2

mit 1 Decimale $V_2 = 10,82 \frac{96,2}{1,70} = 612,28$ » » 33,67 » »

Vers. 3. Je zwei Ablesungen gaben folgende Procentzahlen von CO_2

für p	für q
5,202	3,472
5,277	3,486

Für die Berechnung von V_2 wurden genommen

für p	für q
5,24	3,48
5,2	3,4

Bei $A = 9,7426$ Lit. erhält man

mit 2 Decimalen $V_2 = 9,7426 \frac{96,52}{1,76} = 534,30$; und 27,99 Lit. CO_2

mit 1 Decimale $V_2 = 9,7426 \frac{96,6}{1,8} = 522,85$; » 27,19 » »

Die analytischen Data des Vers. 4 wollen wir ausführlicher mittheilen.

Je zwei Ablesungen der Gasmische ergaben

	für p	für q
vor der Abs. v. CO_2	90,600	102,690
	90,555	102,530
nach d. Abs. v. CO_2	85,683	98,583
	85,670	98,552

Für die Berechnung der Procentzahlen wurden genommen

	für p	für q
vor d. Abs. v. CO_2	90,577	102,610
nach d. Abs. v. CO_2	85,676	98,567

und mit Berücksichtigung der ersten Decimalen allein

vor d. Abs. v. CO_2	90,55	102,55
nach d. Abs. v. CO_2	85,60	98,50

Hieraus ergaben sich folgende Procentzahlen

für p	für q
5,41	3,94
5,46	3,95

Mittelst dieser Zahlen erhält man

$$\text{bei } A = 9,002 \text{ Lit. } V_2 = 9,002 \frac{96,06}{1,47} = 588,25 \text{ Lit.}; \text{ und } 31,82 \text{ Lit. } CO_2$$

$$V_2 = 9,002 \frac{96,05}{1,51} = 572,61 \text{ } \gg \gg 31,26 \text{ } \gg \gg$$

Somit werden nach unserem Verfahren die Zahlenwerthe für die ausgeathmeten Luft- und CO_2 -Mengen innerhalb 2—3 Procenten richtig angegeben; und zwar müssen die vermitteltst der Zahlen mit 2 Decimalen berechneten Grössen als richtigere betrachtet werden, da in unseren Analysen die zweiten Decimalen in wiederholten Beobachtungen durchschnittlich wenig voneinander abweichen.

Weitere Beweise für die Zuverlässigkeit der Methode ersehen wir in folgenden Umständen.

1) entsprechen paarweise in den Vers. 1 und 2, 5 und 6 nahe gleichen Versuchsbedigungen nahe gleiche Athemgrössen;

2) fallen die letzteren beim Gehen bedeutend höher als die entsprechenden Grössen beim Athmen in Ruhelage aus; endlich

3) entsprechen der grösseren Geharbeit höhere Athemgrössen.

Die zwei letzten Sätze bedürfen einiger Erläuterungen.

ad 2) Nebst den angeführten 6 Versuchen haben wir an demselben jungen Mann noch 2 Versuche bei völliger Ruhe angestellt. Die hierbei erhaltenen, auf 1 Stunde Respiration berechneten Volumina (in Lit.) der ausgeathmeten Luft- und Kohlensäuremengen stellen wir mit den entsprechenden Grössen der Vers. 4, 5 und 6 zusammen.

	V_2	CO_2	% CO_2
Ruhe	435,50	14,807	3,40
	431,37	14,71	3,41
Gehen	483,50	26,22	5,41
	459,65	26,43	5,75
	466,78	25,11	5,38

ad 3) Vermittelst der soeben angeführten Zahlen für die Athmung bei völliger Ruhe ist es möglich die in den Vers. 1, 2 und 3 beobachteten Athemgrössen in die dem Stehen und dem Gehen entsprechenden Theile zu zerlegen. Die letzte-

ren können alsdann mit den entsprechenden Grössen der Vers. 4, 5 und 6 zusammengestellt werden.

Hierbei nehmen wir absichtlich für die Athemgrössen beim Stehen, $V_2 = 430$ Lit., $CO_2 = 14$ Lit. pro. Stunde, d. h. Zahlen, welche kleiner als die beobachteten sind, um den Satz 3 desto schärfer zu beweisen.

Die auf diese Weise umgerechneten Athemgrössen sind in der nächstfolgenden Tabelle III zusammengestellt.

T A B. III.

n°	V_2	CO_2	$\% CO_2$
1	457,41	24,94	5,45
2	453,03	26,23	5,79
3	440,44	25,36	5,53
4	483,50	26,22	5,41
5	459,65	26,43	5,75
6	466,78	25,11	5,38

Die Chronophotographie im physiologischen Institut der K. Universität in Moskau.

Von L. Morochozewitz,

Professor der Physiologie an der K. Universität zu Moskau.

Die Chronophotographie hat in unserem Institut nicht nur ziemlich weitgehende Anwendung gefunden, sondern in einzelnen Fällen auch noch weitere Entwicklung und Vervollkommnung erfahren.

Dieser letztere Umstand sowie der von vielen sich für die Frage Interessirenden ausgesprochene Wunsch die Arbeiten des Instituts in der Chronophotographie in systematischer Anordnung zu sehen, haben uns bewogen sowohl die von uns vervollkommneten Methoden als auch die Resultate der Anwendung derselben bei dem Studium von Erscheinungen, die in gleichem Maasse den Physiker und den Physiologen interessiren, in Folgendem systematisch darzulegen.

I. Das Dunkelzimmer als photographische Kammer, Monsterkammer.

Um in der Chronophotographie, wie überhaupt in der wissenschaftliche Zwecke verfolgenden Photographie mit gutem Erfolge arbeiten zu können, bedarf es vor allem zweckdienlicher Räumlichkeiten und Apparate. In der That kann man in wissenschaftlichen Anstalten jeden Augenblick gewärtig sein Auf-