

**Beiträge  
zur Physiologie und Pathologie der Nasen- und Mundatmung.**

Von

**Dr. Gustav Wotzilka,**  
Ohrn-, Nasen- und Halsarzt in Aussig.

Mit 8 Textabbildungen.

*(Eingegangen am 12. Januar 1922.)*

Die physiologische Bedeutung der Nase als Luftweg bei der Atmung wurde bis vor kurzem in der Erwärmung, Anfeuchtung und Reinigung der Atemluft gefunden. Die jüngsten Untersuchungen von Kaiser und Schutter aber haben ergeben, daß die Nase dem Munde, wenigstens dem nicht weit geöffneten Munde in dieser Beziehung nicht sehr überlegen ist. Man wird also in den genannten Funktionen nicht mehr die Hauptaufgabe der Nase als Luftweg sehen können. Dafür ist eine andere Funktion der Nase in den Mittelpunkt der Betrachtungen gerückt worden, nämlich ihre Fähigkeit, die in der Zeiteinheit ein- und ausgetatmete Luftmenge und damit die Druckverhältnisse der Atmung zu beeinflussen und je nach Beschaffenheit der Außenluft und den Bedürfnissen des Organismus zu regeln. Das vermag sie, wie Mink gezeigt hat, infolge ihres anatomischen Baues, des Spieles der Nasenflügel und der Füllung und Entleerung der Schwellkörper der Nasenmuscheln.

Als man noch den Luftweg durch die Nase nach anatomischen Gesichtspunkten finden wollte, nahm man für In- und Expiration den unteren Teil der Nase als Weg an, weil er der kürzeste war und den geringsten Widerstand bot. Als dann Paulsen, Zwaardemaker und andere experimentell zeigten, daß der Inspirationsstrom in einem Bogen durch die Nase zieht, der von der äußeren Nasenöffnung längs des Nasenrückens nach oben geht, vor dem vorderen Ende der mittleren Muschel nach hinten umbiegt und zwischen der mittleren Muschel und Septum (an der Leiche auch durch den mittleren Nasengang) mit leichter Senkung abwärts zur Choane gelangt, da war man sich über den Grund, warum der Atemstrom gerade diesen Weg einschläge, absolut nicht klar. Erst durch die Versuche Minks, der Zigarrenrauch durch ein den Dimensionen und dem Bau der Nase nachgebildetes Modell mit gläsernen Wänden zog bzw. blies, wurde bewiesen, daß

sowohl der In- als der Exspirationsstrom, welch' letzterer längs der unteren Muschel streicht, nach physikalischen Gesetzen so verlaufen muß. Es muß nun auffallen, daß der Inspirationsstrom nicht den Weg des geringsten Widerstandes (am Nasenboden) nimmt, sondern einen Weg einschlägt, bei welchem der kleinere Querschnitt, die größere Reibung und stärkere Bahnkrümmung den Widerstand ganz bedeutend vermehren. Es ist naheliegend, darin einen bestimmten Zweck zu suchen. Röhrer hat die Strömungswiderstände für die einzelnen Teile der oberen Luftwege berechnet und folgende Tabelle zusammengestellt:

	Prozent des Gesamtwiderstandes
Gesamte Luftwege	100,00%
Obere Luftwege	54,00%
Nase	47,30%
Pharynx	4,76%
Glottis	1,20%
Trachea	0,74%
Bronchiolobuläres System	46,00%

„Bei der relativ geringen Volumgeschwindigkeit der gewöhnlichen Atmung verursacht der Rohrströmungswiderstand der Nasengänge den Hauptteil des Druckgefälles in den oberen Luftwegen.“

Vergleichen wir den Mund mit der Nase als Atemweg, so finden wir, daß bei ersterem der Querschnitt des durchströmten Rohres viel größer, infolgedessen auch die Reibung an den Wänden geringer, und daß die Krümmung des Atemweges viel kleiner ist als in der Nase.

Im wesentlichen ist also der Widerstand, den der Atemstrom zu überwinden hat, in der Nase bedeutend größer als im Munde.

Nun ist aber weder die Weite der Nase noch die des Mundes konstant. Die Weite der Mundöffnung unterliegt aber dem Willen des Individuums, daher ist der Mund gewöhnlich soweit geöffnet, daß er der Atmung einen möglichst geringen Widerstand bietet; beim Schlafe aber sinkt der Kiefer infolge seiner Schwere herab, die Zunge fällt nach hinten, und es entsteht die bekannte Stenosenatmung der Schnarcher.

Ganz anders wird die Weite der Nase reguliert. Wie schon eingangs erwähnt, kann die Nase die Weite ihrer äußeren Öffnung durch das Spiel der Nasenflügel, die Weite ihres inneren Lumens durch den Füllungszustand der Muschelschwellkörper verändern. Ausführlich über die Physiologie der Nasenflügel zu sprechen, würde hier zu weit führen; es sei diesbezüglich auf die ausgezeichnete Darstellung Minks verwiesen (l. c.) Hier sei nur das Wichtigste darüber gesagt. Bei jeder Inspiration wird die Nasenklappe (Cartilago nasi lateralis) durch den innen angreifenden negativen und den außen wirkenden positiven Druck gegen das Septum zu bewegt, wodurch das Vestibulum nasi verschmäler wird. Diese Bewegung wächst mit der Tiefe der In-

spiration, sie ist zwar klein, kommt aber sicher zur Geltung, weil das Vestibulum nur wenige Millimeter weit ist. Als Antagonisten regulieren diese Bewegung die Nasenflügelmuskeln, welche (nach Mink) vom Inspirationszentrum in einem angepaßten Tonus gehalten werden. Durch diese Selbststeuerung der Nasenöffnung wird die in der Zeit-einheit einströmende Luftmenge im Verhältnis zur Tiefe der Inspiration bestimmt.

Als physiologischer Zweck der Muschelschwellkörper wurde früher die Erwärmung der Atemluft angesehen. Dazu scheinen sie aber nicht besonders geeignet zu sein, wenn man bedenkt, daß sie ja gestautes bzw. langsam fließendes venöses Blut enthalten. Dagegen erscheint es viel verständlicher, daß sie durch den Grad ihres Füllungszustandes bzw. des von diesem abhängigen Volumens die Weite des Nasenlumens und dadurch die dynamischen Druckverhältnisse der Atmung wesentlich beeinflussen. Mink hat experimentell gezeigt, daß der negative inspiratorische Druck im oberen Vestibulumanteil 3—4 mm Wasser, hinter der mittleren Muschel 6—8 mm Wasser beträgt, der Druckunterschied also 3—4 mm beträgt. Nach Anämisierung des Schwellgewebes der inspiratorischen Zone (mittels Cocain-Adrenalin) war der Druckunterschied im Versuche Minks verschwunden, ein Beweis dafür, daß er durch das Volumen des Schwellgewebes erzeugt wurde. Wir sind also berechtigt, in den Schwellkörpern der Nase Rheostaten für ihre Luftdurchgängigkeit und damit für die Strömungsgeschwindigkeit der Atemluft in der Nase zu sehen.

Wodurch nun wird der Füllungszustand des kavernösen Gewebes reguliert? Diese Frage kann derzeit nicht völlig beantwortet werden. Sicher ist, daß vor allem der venöse Blutdruck dafür von wesentlichem Einfluß ist. Wir können uns davon überzeugen, wenn wir eine Biersche Staubinde um den Hals anlegen oder pressen lassen, dann sehen wir eine deutliche Anschwellung der Nasenmuskeln.

Aus den Versuchen Aschenbrandts und anderer geht hervor, daß Reizung des Ganglion sphenopalatinum Anschwellung, Lähmung desselben Abschwellen des kavernösen Gewebes hervorruft. Am Kadaver ist das kavernöse Gewebe immer ganz zusammengezogen. Da es aber ausgeschlossen ist, daß dieser Zustand an der Leiche durch eine Reizung der Wandmuskulatur herbeigeführt ist, andererseits durch Cocain-Adrenalin am Lebenden derselbe Zustand erreicht werden kann, so ist Minks Annahme völlig berechtigt, daß der Autotonus der glatten Wandmuskulatur durch Sympathicuswirkung geschwächt wird, daß Sympathicusreizung also eine Abnahme, Sympathicuslähmung eine Zunahme des Autotonus verursachen. Mink nimmt an, „daß die Reizung der Nasenschleimhaut und insbesondere die des Septums auf dem Wege vom Nasopalatinus, Nasenknoten und Sympathicus den Schwel-

lungszustand des kavernösen Gewebes beeinflussen kann.“ Als Reizquellen kommen Feuchtigkeitsgehalt, Temperatur, chemische Qualität der Atmungsluft in Betracht. Daß die Nasenschwellkörper auch psychischen Einflüssen unterliegen, ist jedem Nasenarzt bekannt.

Nach den bisherigen Untersuchungsergebnissen kann man sich vorstellen, daß der gewöhnliche Füllungszustand der Schwellkörper von dem venösen Druck und dem unter ständigen Sympathicuseinfluß stehenden Autotonus der Wandmuskulatur erhalten wird, und daß das jeweilige Anschwellen durch Reizung des Ganglion sphenopalatinum auf dem Wege der Schleimhautnerven, besonders des Nasopalatinus, zustande kommt. Da aber der venöse Druck, wie wir später noch sehen werden, von der Atmungstiefe und diese wiederum von der Weite des Nasenlumens beeinflußt wird, so können wir die Schwellkörper der Nase als Regulatur der Atmungstiefe ansehen.

Nachdem nun die Physiologie der Nasenatmung, soweit sie die Nase als Atemweg betrifft, kurz skizziert wurde, soll im folgenden untersucht werden, wie Nase und Mund als Atemweg auf die Atmung, genauer auf die Bewegungsgröße und -form der Brustwandungen und der Lunge einwirken.

Bezeichnen wir die in der Zeiteinheit eingeatmete Luftmenge mit  $m$ , die Ausdehnung des Thoraxraumes mit  $i$ , die Spannung der Lunge, d. h. das Bestreben ihrer Elastizität, ihr Volumen zu verringern, mit  $E$  und den Widerstand der Luftmenge mit  $w$ , und setzen wir nun diese

Größen in Verhältnis zueinander, so ergibt sich die Formel  $m = \frac{i}{E + w}$ , d. h. die in der Zeiteinheit eingeatmete Luftmenge ist direkt proportional der Größe der Inspirationsbewegung der Thoraxwand und umgekehrt proportional dem Widerstand in den Luftwegen und der Spannung der Lunge. Die Spannung der Lunge wächst mit ihrer Ausdehnung und erreicht ihr Optimum bei physiologischer Organgröße (Hofbauer). Von den Widerständen in den oberen Luftwegen machen die der Nase — wie schon oben erwähnt — 47%, also beinahe die Hälfte aus. Wird nun statt der Nase der Mund als Atemweg benutzt, so ist der Widerstand viel geringer. Soll die gleiche Luftmenge in der gleichen Zeit einmal durch die Nase und einmal durch den Mund eingeatmet werden, so muß, wie aus obiger Gleichung hervorgeht, zu ersterem eine größere Inspirationsbewegung gemacht werden. Bei gleichmäßiger Atmung muß also durch die Nase tiefer eingeatmet werden als durch den Mund. Je größer der Widerstand in der Nase, desto weniger Luft kann in der Zeiteinheit in die Lunge einströmen, daher muß der negative Druck im Pleuraraume zunehmen. Die Inspirationsbewegung des Thorax wird hauptsächlich durch die Kontraktion der *musculi intercostales* und des *Zwerchfells*

hervorgerufen. Die exspiratorische Bewegung des Thorax wird dagegen größtenteils durch die „elastischen Kräfte des Bandapparates und der knorpeligen Bestandteile des Brustkorbes“, welche die inspiratorische Dehnung aufstapelt, und durch die Schwerkraft bewerkstelligt, „welche die bei der Atmung gehobenen Rippen in die Ausgangsstellung zurückbringt“; überdies werden elastische Kräfte in der vorderen Bauchwand ausgelöst durch die Verschiebung des Bauchinhaltes nach unten und vorn, welche das Niedertreten des Diaphragmas bedingt (Hofbauer). Exspiratorisch wirkende Muskeln sind die der Bauchwand, der M. serratus post. inf. und das laterale Bündel des M. latissimus dorsi (Wenkebach). Aber sie sind bei ruhiger Atmung kaum in Tätigkeit. Nennen wir die exspiratorische Thoraxbewegung  $e$ , so lautet die Formel für die Exspiration  $m = \frac{E + e}{w}$ . Die Exspiration kommt also durch die Spannung

(= Elastizität) der Lunge und durch die oben genannten elastischen Kräfte der Thoraxwand zustande, welche beide durch die Inspiration gewissermaßen mit potentieller Energie geladen werden, die bei der Exspiration in kinetische umgesetzt wird. Je größer also die Inspirationsbewegung, desto mehr elastische Kraft ist für die Ausatmung vorbereitet. Die elastischen Kräfte der Lunge und des Thorax (bzw. deren Spannung) haben, wie jeder elastische Körper, ihr Optimum und ihre Grenze. Überdies ist dem zu überwindenden Atemwiderstand durch die Kraftgröße der Inspirationsmuskeln und durch deren Ermüdbarkeit eine Grenze gesetzt. Die Vertiefung der Atmung durch die Einschaltung der Nase in den Luftweg hat also auch ihr physiologisches Optimum und ihre Grenze, bei welcher entweder Mundatmung eintreten muß oder die Atmung unzureichend wird.

Um klinisch die Einwirkung der Nasen- und Mundatmung auf die Atembewegungen zu beobachten, genügt eine bloße Betrachtung des atmenden Thorax nicht, weil der Unterschied der Bewegungen bei den beiden Atmungsarten meist zu gering ist, um mit freiem Auge erkannt zu werden. Ich bediente mich des Gutzmannschen Pneumographen. Je eine Gummiflasche befestigte ich mittels Gürtels über dem Brustbein in Höhe der 3. bis 4. Rippe und über dem Magen. Diese Flaschen werden durch Schläuche mit Mareyschen Schreibkapseln verbunden, welche die Volumänderungen der Flaschen auf einem Kymographion verzeichnen. Es werden also (in der oberen Kurve a) die Bewegungen des Thorax (der Rippen) und (in der unteren b) die der Bauchwand (des Zwerchfelles) verzeichnet. Diese Untersuchungsmethode vermittelt uns ein anschauliches Bild der Atmung. Durch sie wird uns aber auch offenbar, wie schwer es für den Arzt ist, die Atmung eines Patienten in der Form zu Gesicht zu bekommen, wie sie gewöhnlich bei ihm vorhanden ist. Bei den Untersuchungen mit dem Pneumo-

graphen zeigte sich, daß die Atmung psychisch ungemein beeinflußt, ja schon durch die auf sie gerichtete Aufmerksamkeit geändert wird, natürlich noch vielmehr durch Nervosität, Ängstlichkeit und das Bestreben des Untersuchten, es möglichst gut zu machen. Ich habe mich deshalb bemüht, die Aufmerksamkeit der Patienten von der Untersuchung abzulenken, und erst, wenn mir dies gelungen schien, die Kurven aufgenommen.

Ich untersuchte die Unterschiede der Atembewegungen bei Mund- und Nasenatmung und normaler und behinderter Nasenatmung, wobei ich mein besonderes Augenmerk richtete 1. auf das Verhältnis zwischen Brust- und Bauchatmung, 2. auf die Größe der Atembewegungen, 3. auf die Form derselben. Zunächst stellte sich heraus, daß größte individuelle Verschiedenheiten hinsichtlich der ersten zwei Qualitäten bestehen. Im allgemeinen atmeten die Frauen mehr costal als die Männer, aber auch bei ihnen waren in fast allen Fällen die Zwerchfellbewegungen größer als die des Thorax. Das Verhältnis zwischen den Höhen der Bauch- und Brustkurve bei Mundatmung schwankt zwischen  $1 \cdot 5 : 1$  und  $5 : 1$ , bei Frauen beträgt es im Durchschnitt  $2 : 1$ , bei Männern  $3 : 1$ .

Bei der Nasenatmung nehmen Brust- und Zwerchfellkurve an Höhe gegenüber der Mundatmung zu (Kurve 1). Die meisten Untersuchten, die normaler Weise durch die Nase zu atmen gewöhnt waren, behielten, zur Mundatmung aufgefordert, ihren gewöhnlichen Atemtypus bei; es war bei diesen kein Unterschied in der Kurvenhöhe zwischen Mund- und Nasenatmung. Bei habituellen Mundatmern aber zeigte sich regelmäßig eine Zunahme der Atmungstiefe bei Nasenatmung. Das Verhältnis von Brust- und Zwerchfellatmung ändert sich mit zunehmender Verengerung der Nase (Kurve 2 und 3). Die Zwerchfellbewegungen werden im Verhältnis zu den Thoraxbewegungen immer größer, diese immer kleiner, bis schließlich bei stärkster Verengerung der Nase der Brustkorb in inspiratorischer Stellung verharrt, kleinste Bewegungen macht und das Zwerchfell fast ausschließlich die Atmung besorgt (Kurve 3 n). Bei Rückenlage nehmen die Atembewegungen gegenüber denen in aufrechter Stellung überhaupt ab, die des Thorax aber viel mehr als die des Zwerchfells; daher treten die geschilderten Veränderungen der Kurve bei Nasenverengerung in Rückenlage noch deutlicher hervor (Kurven 3 und 4). Die Ausatmungskurve des Zwerchfells fällt zunächst ziemlich steil ab und geht dann in einer Linie von geringerer Neigung weiter; bei verengter Nase wird dies immer ausgeprägter, ja es kommt sogar manchmal zu einem kurzen Anstieg der Kurve knapp vor dem Ende der Ausatmung. Wenn wir uns daran erinnern, was von der Art der die Ausatmung besorgenden Kräfte gesagt wurde, so ist es leicht erklärlch.

Aus den bisherigen Untersuchungsergebnissen geht hervor, daß die Atmung durch die normale Nase tiefer ist als durch den Mund, und daß mit zunehmender Verengung der Nase im Allgemeinen die Zwerchfellbewegungen größer, die Thoraxbewegungen kleiner werden; besonders ändert sich in diesem Sinne das Verhältnis von Brust- und Bauchatmung. Wir haben gesehen, welchen Einfluß das Spiel der Nasenflügel und der Füllungszustand der Nasenschwellkörper auf die Weite der Nasenöffnung und des Nasenlumens haben. Im Zusammenhang mit der soeben geschilderten Beeinflussung der Atmungsbewegungen durch die Weite der Nase erhellt jetzt, welche Bedeutung die Nase für die Atmung hat, wie durch sie die Tiefe derselben geregelt wird. Die Druckunterschiede in der Nase und die Größenunterschiede der Atmungsbewegungen sind bei normalen physiologischen Verhältnissen allerdings klein; wenn wir aber bedenken, daß es sich um an und für sich kleinen Größen handelt, und daß diese Unterschiede sich bei jedem Atemzuge geltend machen, also durchschnittlich zwanzigmal in der Minute, so kann man wohl annehmen, daß selbst diese kleinen Unterschiede durch ihre Summierung zur Wirkung kommen.

Bisher wurde nur von Nasenverengerung schlechtweg gesprochen. In Wirklichkeit sind bei Erwachsenen einseitige Nasenverengerungen häufiger als doppelseitige. Es fragt sich nun, wie eine einseitige Nasenverengerung auf die Atmung wirkt. Betrachten wir den physiologischen Weg des Atemstromes, so zeigt es sich, daß er in seiner Gänze noch nicht mit Sicherheit bekannt ist. Mink wies experimentell nach, daß die Atemströme von beiden Nasenseiten geteilt am Dach und der Hinterwand des Rachens lateral verlaufen, unterhalb der Rosenmüller-schen Gruben die hintere Rachenwand verlassen, beiderseits der Uvula nach vorn biegen, entlang den Gaumenmandeln und dem Zungengrund streichen, und er nimmt an, daß sie immer getrennt „beiderseits von der Pars supra-hyoidea epiglottidis sich um die Plicae pharyngoepiglotticae und die Ligamenta aryepiglottica hinbiegen, um ins Vestibulum laryngis zu treten“. Rohrer hat das Bronchialsystem mit Glasröhren usw. nachgeahmt und hat auf diese Weise experimentell gefunden, „daß in verzweigten Rohrsystemen (Bronchialsystem) inspiratorisch und expiratorisch die Rohrströmung (zumindest bis  $vg = 3,6$  m) eine Parallelströmung ist“. Nach diesen Untersuchungsergebnissen erschien es mir nicht unwahrscheinlich, daß der Atmungsstrom jeder Nasenseite, zumindest zum überwiegenden Teil, getrennt vom anderen in die gleichseitige Lunge führt. Die oben geschilderten Versuche hatten ergeben, daß mit zunehmender Verengerung der Nase die Zwerchfellbewegungen sich vergrößerten. Da eine einseitige Zwerchfellbewegung mit dem Pneumographen nicht gezeigt werden kann, so beobachtete ich am Röntgenschirm die Zwerchfellbewegungen bei einseitiger Nasenver-

engerung<sup>1)</sup>). Es zeigte sich nun, daß im Momente der Verengerung (es wurde zu diesem Zwecke die innere Nasenöffnung durch leichtes Andrücken des Fingers an den Nasenflügel verengt, die andere Nasenseite blieb unberührt) das Zwerchfell der verengten Seite einige unregelmäßige, wellenförmige Bewegungen machte, dann seine Bewegungen vergrößerte und höher trat; wurde die Nasenöffnung ganz verschlossen, so wurden die gleichseitigen Zwerchfellbewegungen kleiner. Die andere Seite atmete unverändert weiter. Dies scheint mir ein Beweis zu sein, daß tatsächlich jede Nasenseite die Atmung der gleichen Lungenseite beeinflußt, zumindest mehr beeinflußt als die der anderen Lungenseite.

Das Verhalten des negativen Druckes im Pleuraraume habe ich auch untersucht. Zu diesem Zwecke habe ich vor Anlegen des künstlichen Pneumothorax den freien Manometerschenkel mittels eines Schlauches mit der Schreibkapsel verbunden und so die Druckschwankungen im Pleuraraume in einer Kurve dargestellt. Die Untersuchungen wurden bei Erstanlegungen des Pneumothorax gemacht, bei Fällen, die keine wesentlichen Pleuraverwachsungen aufwiesen. Es zeigte sich, daß die Kurvhöhe der negativen Druckschwankungen (im Pleuraraume) caudalwärts zunimmt, daß sie mit der Größe der Atembewegungen, besonders des Zwerchfelles (Kurve 8) wechselt und daß sie bei Nasenatmung größer ist als bei Mundatmung. (Kurve 7 b.) Als Bestätigung der oben geschilderten Röntgenbefunde bei einseitig erschwerter Nasenatmung erwies sich auch bei diesen Versuchen, daß der Einfluß der einseitigen Nasenverengerung auf die gleichseitige Lunge größer ist als auf die andere. Die entsprechende Kurve (7 d) zeigt zunächst ein sehr großes Druckgefälle, das dann allmählich abnimmt (dies ist erklärt durch die großen Zwerchfellbewegungen, denen die Lunge anfangs nicht nachkommen kann, da durch die enge Nase die Luft nicht rasch genug einströmen kann; allmählich wird aber die Lunge immer mehr ausgedehnt, da ja die Luftentleerung ebenso behindert ist, durch die elastischen Ausatmungskräfte der Widerstand aber schwerer überwunden wird).

Betrachten wir nun das über die Physiologie der Nase Gesagte im Zusammenhang mit den dargelegten Untersuchungsergebnissen, so ergeben sich nachstehende Folgerungen: Die Weite der Nase hat entscheidenden Einfluß auf Tiefe und Form der Atmung; der Wechsel der Nasenweite, der durch mechanische und reflektorische Vor-

<sup>1)</sup> Diese sowie die Pneumothoraxuntersuchungen habe ich in der Lungenheilanstalt „Weinmannstiftung“ in Aussig-Spiegelsberg vorgenommen. Dem Primarius dieser Anstalt, Herrn Dr. Ernst Guth, danke ich auch an dieser Stelle verbindlichst für sein Entgegenkommen.

gänge beherrscht wird, hat also große Bedeutung für die Atmung. Wir können sogar annehmen, daß die Atmung in den Schwellkörpern der Nase gewissermaßen eine Selbststeuerung besitzt. Wie schon erwähnt, schwanken die Nasenschwellkörper mit der Größe des venösen Blutdruckes an und ab. Andererseits wurde gezeigt, daß entsprechend der verschiedenen Weite der Nase die Atmungstiefe und mit dieser das negative Druckgefälle im Pleuraraume zu- und abnimmt. Von letzterem wieder ist die Ansaugung des venösen Blutes zum rechten Herzen abhängig und von dieser wieder der venöse Blutdruck. Man kann dies an sich selbst ausprobieren: Durch Pressen oder durch venöse Stauung am Halse wird die Nase enger, was man beim Atmen deutlich wahrnimmt; wenn man dann einige Male tief durch die Nase atmet, so wird sie wieder weit. Die reflektorische Zustandsänderung der Nasenschwellkörper durch die Qualität der Atemluft stellt wiederum in letztere Linie eine Einwirkung auf die Atmung dar, und Minks Annahme, daß damit die Wirkung des Klimas (auf die Atmung, zumindest teilweise) erklärt werden könne, ist nicht von der Hand zu weisen.

Der Mundatmung gegenüber bedeutet die Nasenatmung eine Vertiefung der Atmung, d. h. eine Vergrößerung der Atembewegungen der Brust (Rippen) und des Zwerchfelles, oder mit anderen Worten eine intensivere Tätigkeit der Atmungsmuskulatur. Wie das auf den wachsenden Organismus wirkt, hat Hofbauer dargelegt. Je stärker der Tonus der Inspirationsmuskulatur, desto erfolgreicher paralysiert er die Wirkung der Schwerkraft, welche von der Geburt an den Neigungswinkel der Rippen zur Horizontalen vergrößert und dadurch die Form des Brustkorbes immer mehr dem „asthenischen Habitus“ nähert. Außerdem stellt der Muskeltonus einen mächtigen ständig wirksamen Wachstumsreiz und eine formative Kraft für den Thorax dar. Je flacher die Atmung (Mundatmung), desto mehr kommt die Schwerkraft zur Geltung, desto flacher wird der Thorax, je tiefer die Atmung (Nasenatmung), desto gewölbter und der Funktion angepaßter der Bau des Thorax.

Die Atmungsbewegungen des Thorax und des Zwerchfelles beherrschen aber auch die Bewegungen der Lunge und deren Blut- und Lymphbewegung. Nach Tendeloo „ruft eine örtlich auf die Lunge an einer beschränkten Stelle einwirkende ausdehnende oder zusammendrückende Kraft nur örtlich beschränkte, kaum in die Umgebung fortgepflanzte Dimensionsänderung hervor.“ Es werden also nur die zunächst benachbarten Lungenteile bei Bewegungen der Thoraxwand mitbewegt. Je größer diese Bewegung, desto größer die der Lunge, und desto weiter pflanzt sie sich in der Lunge fort. Die Wirkung auf die Blut- und Lymphzirkulation in der Lunge wird durch folgende Sätze Tendeloo's

beleuchtet: „Die Kapazität des intrapulmonalen Gefäßgebietes nimmt bei der natürlichen Einatmung zu, bei der Ausatmung ab.“ — „Im allgemeinen wird die Saug- und Druckwirkung mit ihrem Einfluß auf die Schwankungen des Blutgehaltes um so stärker sein, je größer die respiratorischen Volumenschwankungen eines Lungenteiles sind.“ — „Die Bewegungsenergie des Lymphstromes während der Atmung in einem Lungenläppchen ist seinem mittleren Lymphgehalt und seinen respiratorischen Volumenschwankungen proportional.“ Der physiologische Nutzen der Nasenatmung gegenüber der Mundatmung ist nun ohne weiteres klar, er besteht in quantitativer und qualitativer Verbesserung des Wachstumsreizes für den juvenilen Thorax, Atemvertiefung und dadurch Vergrößerung der Lungenbewegungen und Förderung des Blut- und Lymphstromes der Lunge. Dies ist besonders wichtig für die oberen Lungenteile; denn die caudalen werden durch das Zwerchfell bei flacher (Mund-) Atmung auch genügend bewegt, während dabei der obere Brustteil (wie aus den Kurven hervorgeht) recht wenig bewegt wird, besonders in Rückenlage.

Die geschilderten Verhältnisse treffen bei normaler, physiologischer Nasenweite zu; wie ändern sie sich bei pathologischer Verengerung oder Erweiterung des Nasenlumens?

Die Übergänge vom Normalen zum Pathologischen sind fließend. Von Kurven von gleichmäßiger Höhenzunahme der Brust- und Zwerchfellkurve bis zu den extremsten Fällen (Kurve 2 und 4), wo die Brustkurve ganz flach ist und die Zwerchfellkurve jähnen Anstieg und verlängerten oft mehrgliedrigen Abstieg zeigt, gibt es bei enger Nase alle Übergänge (Kurve 2, a—d).

Vergleicht man den rhinoskopischen Befund mit den Atemkurven, so findet man hie und da eine scheinbare Unstimmigkeit, nämlich bei rhinoskopisch gar nicht so eng anmutenden Nasen Kurven, die den physiologischen gegenüber stärkere Abweichungen aufweisen, als bei manchen klinisch eng erscheinenden Nasen, bei welchen zuweilen ganz normale Kurven geschrieben werden. Ein Blick auf die oben angegebene Atmungsformel klärt dies auf. Für eine schwache Muskulatur kann eine normal weite Nase schon einen zu großen Widerstand bedeuten, während eine besonders kräftige Muskulatur auch den einer engen Nase leicht überwindet. Ein Argument für die Richtigkeit dieser Annahme ist die Tatsache, daß Leute mit Septumdeviationen (nicht traumatischer Natur), die ihnen nie Beschwerden gemacht haben, zwischen dem 40. und 50. Lebensjahr allmählich nicht mehr dauernd oder bei geringen Anstrengungen durch die Nase atmen können, ohne daß außer der alten Septumdeviation eine Verengerung der Nase aus anderer Ursache (Muschel-, Schleimhautschwellung) zu konstatieren wäre; es sind dies

immer schwächliche Leute, deren Muskulatur den erhöhten Widerstand in der Nase nicht mehr überwinden kann. Umgekehrt kann eine sehr weite Nase Abflachung der Atmung zur Folge haben, wie die Kurve 5 zeigt. Sie stammt von einer Krankenpflegerin, die sich wegen behinderter Nasenatmung während des Krieges in Polen eine submucöse Septumresektion machen ließ. Die Operation ist sehr gut gemacht, das Septum eine schnurgerade Wand, aber die Nase ist jetzt sehr weit, und die Kurven zeigen eine deutliche Abflachung der Nasen- gegenüber der Mundatmung.

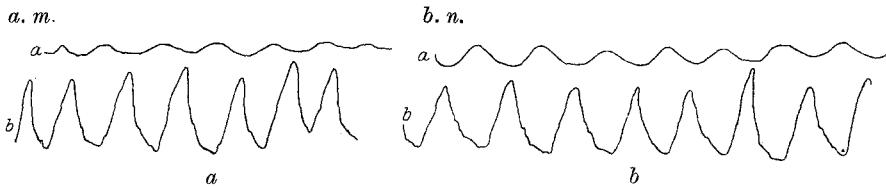
Deuten wir die bei pathologischer Enge und Weite der Nase erhaltenen Atemkurven physiologisch aus, so können wir folgendes sagen:

Mäßige Verengerung der Nase ruft bei kräftiger Muskulatur lediglich vergrößerte Atembewegungen des Thorax und Zwerchfells hervor. Ist oder wird die Atemmuskulatur aber schwach, so ändert sich der Atemtypus immer mehr in dem Sinne, wie er bei sehr enger Nase ist. Bei hochgradiger Nasenstenose macht der Thorax nur geringe Atembewegungen, die mühsame Atmung wird fast nur durch das Zwerchfell besorgt. In praxi atmet natürlich jeder Mensch, der eine so enge Nase hat, nur durch den Mund. Aber auch die Mundatmung kann zur Stenosenatmung werden; wenn nämlich in tiefem Schlaf die Zunge nach hinten fällt. Man ist wohl zu der Annahme berechtigt, daß der Atemtypus bei dieser Stenose dem bei Nasenstenose sehr ähnlich ist, d. h. daß die Atembewegungen des Thorax, die bei Rückenlage an und für sich schon kleiner sind als bei aufrechter Stellung, sehr klein werden und die Atmung hauptsächlich vom Zwerchfell besorgt wird. Bei Mundatmern ist also, wie schon früher dargelegt, im wachen Zustand infolge der flachen Atmung der obere Teil der Lunge wenig bewegt, im Schlaf bei der oft eintretenden Stenosenatmung aus dem eben angeführten Grunde aber auch. Wir können daher sagen, daß Mundatmung im allgemeinen zu einer flachen Atmung und besonders zu einer geringeren Bewegung der oberen Lungenteile mit ihren schon geschilderten Folgen für Blut- und Lymphzirkulation führt. Dies scheint mir ihre Hauptschädlichkeit und ihr größter Nachteil gegenüber normaler Nasenatmung zu sein.

---

#### Literaturverzeichnis.

Hofbauer, Atmungspathologie und Therapie. Mink, Physiologie der oberen Luftwege. Rohrer, Pflügers Archiv, 162. Teudeloo, Studien über die Ursachen der Lungenkrankheiten. Ausführliche Literaturverzeichnisse bei Hofbauer und Mink.



Der obere Schreibhebel war kürzer als der untere, deshalb erscheint die Bauchatmungskurve gegen die Brustkurve nach links verschoben.

*a* = Brustkurve; *b* = Bauchkurve; *m* = Mundatmung; *n* = Nasenatmung; *w n* = weite Nasenweite; *e n* = enge Nasenweite; *st* = stehend; *l* = liegend; *p o* = postoperationem; *Pl* = Kurve des negat. Druckes im Pleuraraume; *r. n. v.* = rechte Nasenseite verlegt; *l. n. v.* = linke Nasenseite verlegt.

Abb. 1-6. ↑ Einatmung, ↓ Ausatmung.

Abb. 1 a b. Mund und Nasenatmung bei normaler Nase.

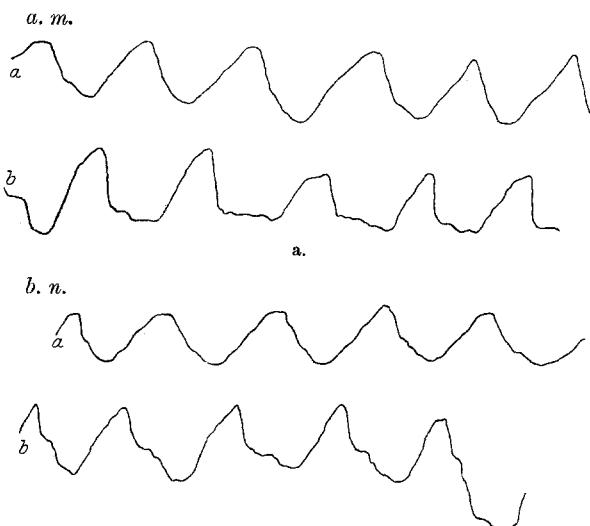


Abb. 2a, b. Mund- und Nasenatmung bei einseitig enger Nase.

*c. w. n.*

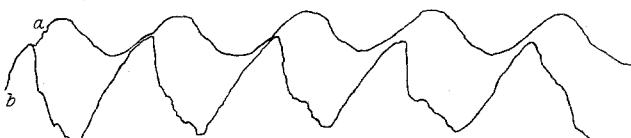


Abb. 2c. Atmung durch die weite Nasenseite.

*d. e. n.*

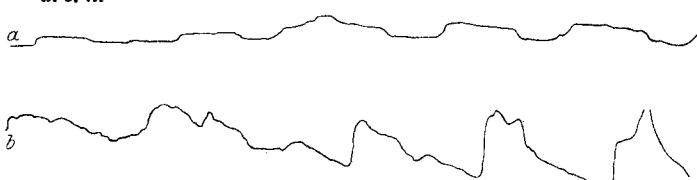


Abb. 2d. Atmung durch die enge Nasenseite.

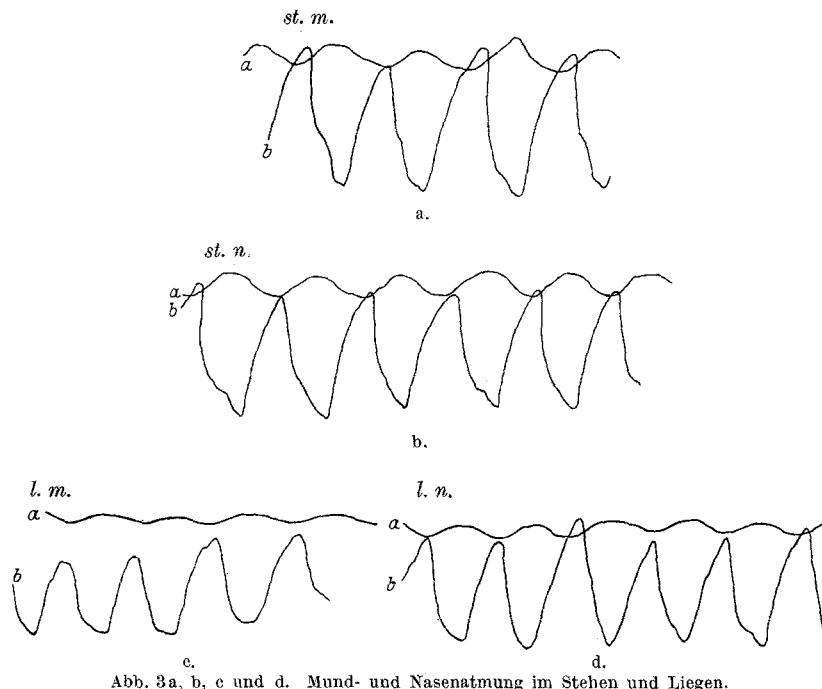


Abb. 3a, b, c und d. Mund- und Nasenatmung im Stehen und Liegen.

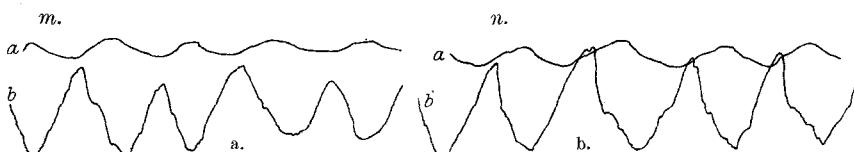


Abb. 4a und b. Mund- und Nasenatmung bei enger Nase.

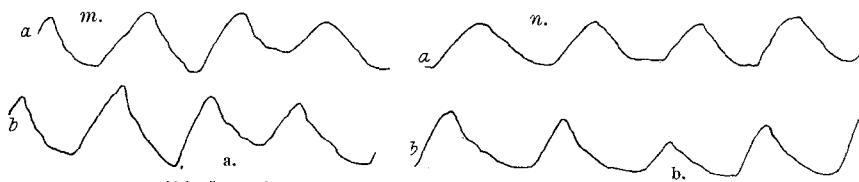


Abb. 5a und b. Mund- und Nasenatmung bei zu weiter Nase.

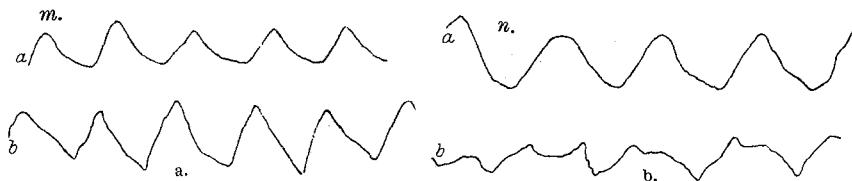


Abb. 6a u. b. m., n. = Mund- und Nasenatmung eines Asthmatikers im anfallfreien Stadium vor der Operation.



Abb. 6. *n. p. o.* = Nasenatmung desselben nach subumkösere Septumresektion. Besondere Be-  
achtung verdient die Bauchkurve.

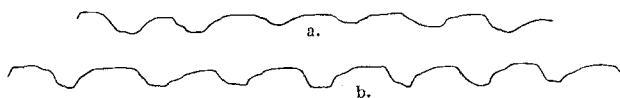


Abb. 7-8. ↓ Einatmung, ↑ Ausatmung.

Abb. 7 a. b. Kurve des intrapleuralen Druckes bei Mund- und Nasenatmung, linker Brustfellraum.



Abb. 7 c. Bei Verengerung der rechten Nasenseite.



Abb. 7 d. Bei der Verengerung der linken Nasenseite.

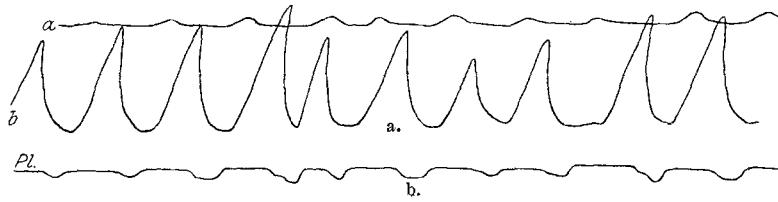


Abb. 8 a und b. Brust-, Bauchatmung und intrapleuraler Druck gleichzeitig aufgenommen.