

Kapnographie

Atmung und Gesundheit

Autor: Dr. Wolfgang Fellner

Erscheint in ATMAN Zeitung 1/2023, März

Einleitung

In letzter Zeit lese ich immer wieder von positiven Auswirkungen von Atemübungen auf die Gesundheit. Atemübungen wie Kohärentes Atmen, Boxbreathing oder die bei der Wim Hof Methode angewendete Atemtechnik können aus verschiedensten Gründen praktiziert werden. Ob die Verbesserung der Gesundheit einer dieser Gründe ist, hängt von der betreffenden Person ab. Als Belege für die vorteilhaften gesundheitlichen Wirkungen werden oft persönliche Erfahrungen oder empirische Studien mit Daten zum subjektiven Wohlbefinden angegeben. Die empirische Erfassung von gesundheitlichen Wirkungen von Atemübungen stellt eine sehr komplexe Aufgabe dar. Das verringert die Aussagekraft solcher Studien deutlich und erlaubt lediglich sehr vorsichtige Aussagen.¹ Neben der Behauptung positiver gesundheitlicher Wirkungen von Atemübungen wird auf der anderen Seite vor gesundheitlichen Gefahren gewarnt, die mit schlechter Atmung in Verbindung stehen sollen.² Der Zusammenhang zwischen Atmung und Gesundheit wirft also viele Fragen auf. Dieser Artikel behandelt den Zusammenhang zwischen Atmung und Gesundheit anhand der Funktionen der Atmung und liefert eine praktische Anleitung zur Beurteilung der gesundheitlichen Wirkungen von Atemübungen mit Hilfe der Kapnographie.

Funktionen der Atmung

Die Primärfunktion

Die primäre Funktion der Atmung besteht aus drei Komponenten:

1. Aufnahme von Sauerstoff in den Körper
2. Abgabe von Kohlendioxid
3. Regulation des pH-Wertes des arteriellen Blutes.

Die Aufnahme von Sauerstoff in den Körper und die Abgabe von Kohlendioxid stellen für Menschen mit gesundem Atemapparat praktisch fast nie ein Problem dar. Solange kein organisches Problem der Atemwege oder der Lunge vorliegt gibt es keinen Grund sich darüber Sorgen zu machen, ob genug Sauerstoff aufgenommen werden kann, oder dass zu wenig Kohlendioxid abgegeben werden kann. Demgegenüber ist die Atmung für die pH-Wert Regulation immer von extrem großer Bedeutung, ganz unabhängig vom Gesundheitszustand des Atemapparats. Hier wird eine Grenze zwischen der Notwendigkeit medizinischer Behandlung und Atemübungen als mögliche Maßnahme zur Verbesserung der Gesundheit sichtbar. Besteht eine Einschränkung der Primärfunktion aufgrund organischer Schäden des Atemapparates ist eine medizinische Behandlung erforderlich. Dieser Artikel beschäftigt sich nicht mit organischen Schäden des Atemapparates und ihrer Beseitigung. Folglich beschränkt sich das Interesse an der Primärfunktion in diesem Artikel auf die Regulation des pH-Wertes.

Steigt der pH-Wert aufgrund von verstärkter Abatmung von Kohlendioxid wird der über die Lungen aufgenommene Sauerstoff schlechter an das Gewebe abgegeben und es kommt zu einer

¹ Fincham, G.W., Strauss, C., Montero-Marin, J. et al. Effect of breathwork on stress and mental health: A meta-analysis of randomised-controlled trials. *Sci Rep* 13, 432 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-27247-y>

² Senften, Regina, 2022, Die Mehrheit der Menschen atmet falsch – das kann gesundheitliche Folgen haben: Flaches, verkürztes Atmen schadet auf Dauer der Gesundheit. *Bewegung und Sport fördern eine tiefere Atmung. Besonders effizient ist das Schwimmen. Neue Zürcher Zeitung*, 24.12.2022, abgerufen am 27.12.2022: <https://www.nzz.ch/sport/sport-und-gesundheit-die-mehrheit-der-menschen-atmet-falsch-ld.1718107?reduced=true>

Verschlechterung der Versorgung.³ Das kann innerhalb von wenigen Atemzügen bei organisch völlig gesunden Personen auftreten. Die damit verbundenen Symptome sind extrem vielfältig und individuell. Sie reichen von (Kopf-)Schmerzen über Gedächtnis- und Konzentrationsschwierigkeiten, Wahrnehmungsstörungen, bis hin zu Übelkeit, Erbrechen und Panikattacken. Verhindert oder korrigiert wird das vom **Atemreflex**. Unser Körper besitzt ein ausgeklügeltes System der Atemsteuerung. Dieses System hat seinen Sitz im Hirnstamm und wird mit Informationen von Kohlendioxid- und Sauerstoffsensoren gespeist welche im Blutkreislauf positioniert sind. Eine zentrale Aufgabe des Atemreflexes ist es sicherzustellen, dass der pH-Wert des Blutes im vorgesehenen Bereich liegt. Man kann daher sagen, dass unser Körper so konfiguriert ist, dass die Primärfunktion der Atmung gewährleistet wird. Das unterscheidet die pH-Wert Regulation (Primärfunktion) von allen weiter unten behandelten Funktionen (Sekundärfunktionen) der Atmung.

Atemübungen die sich auf die Primärfunktion beziehen sind dann als gesundheitlich positiv zu bewerten, wenn es dadurch aufgrund von Veränderungen des pH-Wertes zu einer verbesserten Versorgung der Gewebe mit Sauerstoff und Nährstoffen kommt. Dabei ist es wichtig zu unterscheiden ob die Effekte nur kurzfristig auftreten, also während der Übung, oder darüber hinaus. Je weitreichender und dauerhafter die Veränderungen sind, desto besser.

Praktische Ansätze zur Wahrnehmung des Atemreflexes finden sich beispielsweise in der Arbeit von Ilse Middendorf (wahrnehmen und spüren der Atempause und des folgenden Einatemimpulses) oder bei Susanne Amberg Schneeweis.⁴ Die von Peter M Litchfield entwickelte **Atemverhaltensanalyse** ist eine Methode um situativ oder chronisch auftretende Störungen des Atemreflexes gezielt zu beseitigen.⁵

Sekundärfunktionen

Die Atmung ist an einer Vielzahl weiterer psychophysiologischer Prozesse beteiligt und wird von diesen beeinflusst. Hier werden einige der wichtigsten Sekundärfunktionen genannt – und fett markiert.

Die für die Atmung eingesetzte *Muskulatur* wird auch zum Sprechen, Singen oder Spielen eines Blasinstruments benötigt. Die Verwendung der Atemmuskulatur verfolgt dabei nicht nur das Ziel der pH-Wert Regulation, sondern gleichzeitig der **Klangerzeugung**. Auch steht die Atemmuskulatur mit unserer **Körperhaltung** in Verbindung und wird von dieser beeinflusst, wenn zum Beispiel aus ästhetischen Gründen der Bauch eingezogen wird. Ein Beispiel für den gezielten Einsatz der Atemmuskulatur ist die **Unterstützung des Geburtsvorgangs**.

Die *Schwingungsfrequenz der Atemmuskulatur* hat Einfluss auf körperliche Steuerungs- und Regulationsmechanismen (homeostatische Reflexe). Der bekannteste Einfluss ist jener der Atemfrequenz auf das **autonome Nervensystem**. Die Forschungen zur Möglichkeit der Stimulation des Baroreflexes anhand der Atemfrequenz reichen bis in den 1960er Jahre zurück und standen in Zusammenhang mit orthostatischem Bluthochdruck in der bemannten Raumfahrt. Im Gesundheitsbereich setzten sich die ersten Arbeiten dazu mit der Behandlung von Asthma auseinander. In den letzten Jahren und Jahrzehnten gewann dieser Zusammenhang unter der Bezeichnung Kohärentes Atmen zunehmende Aufmerksamkeit.

³ Hierbei handelt es sich um den sogenannten Bohr-Effekt. Zusätzlich steuert der pH-Wert auch die Abgabe von HO und damit zentral die Verengung oder Erweiterung der Gefäße und darüber die Verfügbarkeit von Nährstoffen, insb. von Blutzucker.

⁴ Amberg Schneeweis, Susanne 1998, Stimmbildung + Sprecherziehung durch bewußtes Atmen. Ennsthaler, p. 61ff

⁵ Litchfield, Peter M. / Reamer, Sandra 2022, Embodied breathing habits – Aligning breathing mechanics with respiratory chemistry, Journal of Holistic Healthcare and Integrative Medicine, Vol. 19, No. 2, p. 37-42.

Daneben gibt es aber auch bedeutende Wirkungen der Atemfrequenz auf den **Hormonhaushalt** und auf den **Thermoregulationsreflex**. Die physiologischen Zusammenhänge zwischen Atemfrequenz, Hormonhaushalt und Thermoregulation sind zwar nicht neu, wurden aber durch die Wim Hof Methode in ihren praktischen Auswirkungen einer breiten Öffentlichkeit bekannt.

Die (bewusste) Atmung hat ein unglaubliches Potential Menschen in die Präsenz zu bringen. Diese *emotionale Komponente* der Atmung ist für all jene, die mit Ateminterventionen arbeiten nicht überraschend und oft integraler Bestandteil ihrer Arbeit. Für Berufsgruppen die einen starken physiologischen Zugang zum menschlichen Körper haben ist das dagegen eine erstaunliche Begebenheit. So erzählte mir eine Physiotherapeutin, mit der ich seit einiger Zeit zusammenarbeite, dass sich ihre PatientInnen beginnen emotional zu öffnen und persönliche Dinge erzählen, sobald sie auf ihre Atmung angesprochen werden. Atmung spielt bei der **Gefühlsregulation** eine große Rolle. Bei kleinen Kindern wird das besonders deutlich sichtbar. Bei meinem Sohn beobachtete ich öfters, wie eine starke emotionale Regung sich direkt auf die Atmung auswirkte, indem sie zuerst die Atmung intensivierte und sich diese Intensivierung entweder rasch beruhigte oder in Weinen übergang. Meiner Interpretation nach ist die große Bedeutung der Atmung für Gefühlsregulation die zentrale Komponente vieler Atemschulen, die sich im Bereich der Persönlichkeitsarbeit und im psychotherapeutischen Kontext etabliert haben.⁶

Die Verhaltenswissenschaft und die Kognitive Verhaltenstherapie (CBT) liefern eine solide und umfassende theoretische Grundlage für die Wechselwirkungen von Gefühlen und Gedanken. Daraus lässt sich die Bedeutung der Atmung auch für die **Gedankenregulation** schlussfolgern.

Diese Auflistung von Sekundärfunktionen beansprucht keine Vollständigkeit. Sie dient lediglich dazu, zu veranschaulichen wie vielfältig die Zwecke sein können, die – meist völlig unbewusst – mit der Atmung verfolgt werden oder zumindest nicht ohne Auswirkung auf die Atmung bleiben. Im nächsten Schritt beschreibe ich kurz das Zusammenwirken der Primärfunktion mit den Sekundärfunktionen und die Konsequenzen, die sich daraus für die Frage nach den gesundheitlichen Effekten von Atemübungen ergeben.

Zusammenwirken von Primär- und Sekundärfunktionen

Atemübungen die sich auf Sekundärfunktionen beziehen erfordern zur Einschätzung ihrer gesundheitlichen Wirkungen neben der Beurteilung der Wirkung auf die Sekundärfunktion⁷ auch die Beurteilung der Wirkung auf die Primärfunktion. Wenn die Wirkungen der Übung sowohl auf die Primär- als auch auf die Sekundärfunktion positiv sind, ist das Ergebnis eindeutig. Die zentrale Frage, die sich beim Zusammenwirken zwischen Primär- und Sekundärfunktionen der Atmung für die Gesundheit stellt ist: Können Übungen zur Verbesserung einer Sekundärfunktion zur Verschlechterung der Primärfunktion führen? Die klare Antwort darauf lautet: ja. In so einem Fall kommt es zu einer Verschlechterung der Versorgung, weil die pH-Wert Regulation (der Atemreflex) von einer oder mehreren sekundären Funktionen überlagert wird.

Hier ist es sinnvoll zwischen ruhigen Atemübungen wie beispielsweise dem kohärenten Atmen und Atemübungen mit intensivierter Atmung zu unterscheiden. Bei ruhigen Atemübungen kann im Prinzip alles passieren. Die Primärfunktion kann davon unberührt bleiben, sich verbessern oder verschlechtern. Bleibt sie gleich oder verbessert sie sich, sind die gesundheitlichen Wirkungen der Atemübung potentiell positiv. Ist die Wirkung auf die Primärfunktion negativ, sollte zuerst an der Verbesserung der Primärfunktion gearbeitet werden um negative gesundheitliche Wirkungen zu

⁶ Ehrmann, Wilfried (2005) Handbuch der Atemtherapie

⁷ Ob die angestrebte Verbesserung einer Sekundärfunktion tatsächlich eintritt ist eine offene Frage. Wenn die Atmung einer vorgegebenen Frequenz von z.B.: sechs Atemzügen pro Minute folgt, ist keineswegs automatisch sichergestellt, dass es dadurch auch zu einer Verbesserung der RSA oder im Idealfall zu einer gegenläufigen Schwingung von Puls und Blutdruck (also Resonanz) kommt.

vermeiden. Bei Atemübungen mit intensivierter Atmung ist es plausibel anzunehmen, dass es dadurch zu einer Verschlechterung der Primärfunktion kommt. Die Verschlechterung der Primärfunktion ist bei diesen Atemtechniken meist essenzieller Bestandteil. Die Beurteilung der gesundheitlichen Wirkungen ist dadurch komplizierter und erfordert eine Unterscheidung zwischen kurzfristigen und langfristigen Wirkungen. Die gesundheitlichen Wirkungen derartiger Methoden können dann als positiv bewertet werden, wenn sich mittel- bis langfristigen keine Verschlechterung oder eine Verbesserung der Primärfunktion einstellt.

Die zentrale Aussage all dieser Überlegungen besteht darin, dass aus gesundheitlicher Perspektive die Primärfunktion nie aus den Augen verloren werden darf.

Die möglichen positiven gesundheitlichen Wirkungen des Kohärenten Atmens, des Integrativen Atmens oder anderer auf Sekundärfunktionen der Atmung basierender Methoden können daher nicht abschließend eingeschätzt und beurteilt werden, wenn nicht auch die Wirkung der Atemübungen auf die Primärfunktion (pH-Wert Regulation) berücksichtigt wird. Im nächsten Abschnitt wird darauf eingegangen wie sich das bewerkstelligen lässt.

Messung

Um einen Einblick in das Zusammenspiel von Primär- und Sekundärfunktionen zu bekommen, ist es notwendig die Primärfunktion zu messen. Der pH-Wert des Blutes lässt sich anhand einer Bestimmung des Kohlendioxidgehaltes der Ausatemluft am Ende des Ausatems näherungsweise feststellen. Die dabei zur Anwendung kommende Technologie wird als **Kapnographie** bezeichnet.

Einen einfachen Versuch den pH-Wert des Blutes zu beurteilen stellt der aus der Buteyko Arbeit stammende Body Oxygen Level Test (BOLT) dar. Dabei handelt es sich um einen Luftanhalte Test der lediglich eine Stoppuhr erfordert. Im Rahmen von kapnographischen Messungen mit Klienten hat sich jedoch gezeigt, dass dieser Test völlig ungeeignet ist um etwas über den pH-Wert des Blutes und die aus der Atmung resultierende Sauerstoff- und Nährstoffversorgung der Gewebe auszusagen.

Kapnographie ist zwar technisch aufwendig, macht aber neben dem pH-Wert des Blutes noch weitere Informationen über die Funktionsweise der Atemmuskulatur sichtbar. Biofeedback-Systeme wie der CapnoTrainer® können neben Kapnographie auch HRV und EMG Daten⁸ erfassen und bieten dadurch die Möglichkeit neben der Primärfunktion auch gleichzeitig die Wirkung der Atmung auf spezifische Sekundärfunktionen zu messen.⁹

Schlussfolgerungen

Die Atmung ist aufgrund des Zusammenspiels der unterschiedlichen Funktionen an denen Sie beteiligt ist nicht ein immer gleich ablaufender automatischer Prozess. Sie ist ein wichtiger Aspekt des erlernten Verhaltens, dass sich in Abhängigkeit der äußeren Rahmenbedingungen ändert und in dem sich Erfahrungen und (verkörperte) Lösungsstrategien widerspiegeln. Die daraus resultierende Individualität und Komplexität der Atmung macht es praktisch unmöglich allgemein gültige Wirkungen von Atemübungen zu postulieren. Es ist daher notwendig gesundheitliche Wirkungen individuell zu messen. Dazu wurde im Artikel zwischen der Primärfunktion und Sekundärfunktionen der Atmung unterschieden. Zentral für die Beurteilung der gesundheitlichen Wirkungen von Atemübungen ist die Messung der Primärfunktion. Zuverlässig kann dies nur in Form der Kapnographie erfolgen.

⁸ HRV Daten können dazu dienen den Zustand und die Wirkungen von Ateminterventionen auf das autonome Nervensystem zu beurteilen. EMG Daten können dazu verwendet werden das Zusammenwirken von Skelettmuskulatur und Atmung zu messen.

⁹ Sofern sich die angesprochenen Sekundärfunktionen überhaupt sinnvoll messen lassen. Insbesondere die Messung der emotionalen Komponente der Atmung stellt eine Herausforderung dar.