

Atmung: Physiologie, Zellatmung & Säure-Basen-Haushalt

Autor: Wolfram Klatt

Veröffentlicht am: 10.08.2026

Dokument generiert über Gesundheitsmythen.de

ZUSAMMENFASSUNG (ABSTRACT)

Die Atmung unterteilt sich in die äußere Atmung (Gasaustausch in der Lunge) und die innere Atmung (Zellatmung in den Mitochondrien). Der Artikel erklärt die Atemmechanik, den CO₂-gesteuerten Atemreiz sowie die physiologischen Grenzen und wissenschaftlichen Hintergründe von Atemtherapien und Breathwork.

Atmung: Das Fundament des Lebens von der Lunge bis zur Zelle

1. Definition und Grundlagen (Der Einstieg)

Die Atmung, im wissenschaftlichen Kontext als Respiration bezeichnet, ist einer der grundlegendsten und gleichzeitig faszinierendsten biologischen Prozesse, der das Überleben nahezu aller komplexen Organismen auf der Erde sichert. Im alltäglichen Sprachgebrauch wird unter „Atmung“ meist lediglich das Ein- und Ausatmen von Luft verstanden – ein unbewusster, rhythmischer Vorgang, der Sauerstoff in unseren Körper leitet und Kohlendioxid wieder aus ihm entfernt. Doch diese Perspektive kratzt nur an der Oberfläche dessen, was Atmung wirklich bedeutet.

In der Biologie und Medizin differenziert man die Atmung in zwei getrennte, aber untrennbar miteinander verwobene Ebenen: die **äußere** und die **innere Atmung**. Beide Systeme greifen wie feinmechanische Zahnräder ineinander, um das ultimative Ziel zu erreichen: die ununterbrochene Energieversorgung unserer Zellen.

Man kann sich diesen Prozess didaktisch als eine hochkomplexe **Logistikkette** vorstellen:

- Die Lunge und das Atemsystem fungieren als der große **Frachthafen** (äußere Atmung). Hier wird der lebenswichtige Rohstoff Sauerstoff aus der Umwelt angeliefert und das Abfallprodukt Kohlendioxid abtransportiert.
- Das Herz-Kreislauf-System, angetrieben vom Herzen, stellt die **Autobahnen und Transportfahrzeuge** dar, welche die Rohstoffe im Körper verteilen.
- Die Körperzellen, und insbesondere die Mitochondrien in ihrem Inneren, sind die **Fabriken** (innere Atmung), die den Sauerstoff nutzen, um aus Nahrungsmitteln verwertbare Energie zu produzieren.

Die **äußere Atmung** (Ventilation und Gasaustausch) beschreibt den makroskopischen und physikalischen Transport von Atemgasen. Bei uns Menschen und anderen Säugetieren übernehmen die Lungen diese Aufgabe. Hierbei wird sauerstoffreiche Umgebungsluft in den Körper gesaugt, der lebenswichtige Sauerstoff ins Blut überführt und im Gegenzug das Stoffwechselendprodukt Kohlendioxid in die Atemluft abgegeben und ausgeatmet.

Die **innere Atmung** (Zellatmung oder zelluläre Respiration) ist hingegen ein molekularer, streng biochemischer Prozess. Sie findet tief im Inneren jeder einzelnen Körperzelle statt, präzise in den Mitochondrien, die oft als „Kraftwerke der Zelle“ bezeichnet werden. Hier wird der über das Blut angelieferte Sauerstoff in einer komplexen Kette chemischer Reaktionen genutzt, um aus Nährstoffen (insbesondere Kohlenhydraten und Fetten) nutzbare Lebensenergie in Form des Moleküls ATP (Adenosintriphosphat) zu gewinnen.

Ohne diesen ständigen Nachschub an Sauerstoff würde die ATP-Produktion rasch versiegen. Hochsensible Organe wie unser Gehirn, das extrem viel Energie verbraucht, würden binnen weniger Minuten irreversible Schäden erleiden. Atmung ist somit unser wichtigster Anker an das Leben.

2. Der naturwissenschaftliche Mechanismus (Die Tiefe)

Um die Genialität und Komplexität der Atmung in vollem Umfang zu erfassen, folgen wir dem Weg eines Sauerstoffmoleküls von der Atmosphäre bis in die tiefsten biochemischen Zyklen unserer Zellen. Dieser Weg lässt sich in vier zentrale Phasen unterteilen: Atemmechanik, Gasaustausch, Gastransport und Zellatmung.

2.1 Die Atemmechanik: Ein Spiel von Druck und Volumen

Die äußere Atmung beginnt mit der Atemmechanik, die auf einfachen physikalischen Prinzipien beruht, nämlich dem Boyle-Mariotte-Gesetz: Das Volumen und der Druck eines Gases verhalten sich in einem geschlossenen Raum umgekehrt proportional. Wenn das Volumen vergrößert wird, sinkt der Druck.

Der wichtigste Atemmuskel ist das Zwerchfell (Diaphragma), eine kuppelförmige Muskel-Sehnen-Platte, die den Brustraum vom Bauchraum trennt. Bei der Einatmung (Inspiration) spannt sich das Zwerchfell an und flacht ab; gleichzeitig hebt die Zwischenrippenmuskulatur den Brustkorb an. Dadurch vergrößert sich das Volumen im Brustraum. Da die elastischen Lungenflügel durch einen feinen Flüssigkeitsfilm im sogenannten Pleuraspalt fest, aber gleitfähig an der Brustwand haften (ähnlich wie zwei nasse Glasplatten, die aneinanderkleben), werden sie mitgedehnt. Der Druck in den Lungen fällt unter den atmosphärischen Druck, wodurch ein Sog entsteht und die Luft durch die Luftröhre einströmt.

Die Ausatmung (Expiration) in Ruhe verläuft meist passiv. Die Atemmuskulatur entspannt sich, und die natürliche Elastizität des Lungengewebes sorgt dafür, dass sich die Lunge wieder zusammenzieht und die Luft hinausdrückt.

EINATMUNG (Inspiration)		AUSATMUNG (Expiration)	
+-----+		+-----+	
Brustkorb dehnt sich aus		Brustkorb zieht sich z'sam	
(Lungenvolumen steigt)		(Lungenvolumen sinkt)	
? Sog / Unterdruck ?		?	
Überdruck ?			

+-----+
 | |
 | |
 ===== Zwerchfell =====
 senkt sich ab (aktiv)

+-----+
 ^ ^
 | |
 ===== Zwerchfell =====
 hebt sich (passiv)

Damit sich die Lunge beim Ausatmen nicht wie ein nasser Luftballon komplett zusammenfaltet und in sich verklebt, produzieren bestimmte Zellen im Inneren der Lunge den sogenannten *Surfactant* (Surface Active Agent). Diese Substanz setzt die Oberflächenspannung in den Lungenbläschen massiv herab und hält sie offen – eine Meisterleistung der Natur, ohne die wir bei jedem Atemzug enorme Kraft aufwenden müssten, um die Lunge immer wieder neu entfalten zu können.

2.2 Der Gasaustausch an den Alveolen

Die eingeatmete Luft strömt durch die Luftröhre in die sich immer feiner verzweigenden Bronchien und Bronchiolen, bis sie schließlich die Alveolen (Lungenbläschen) erreicht. Der menschliche Körper besitzt etwa 300 Millionen dieser winzigen Bläschen, die zusammen eine gewaltige Gasaustauschfläche von bis zu 100 Quadratmetern bilden – ungefähr die Größe eines halben Tennisplatzes.

Jede Alveole ist von einem dichten Netz hauchdünner Blutgefäße, den Kapillaren, umgeben. Die Trennschicht zwischen Luft und Blut, die sogenannte Blut-Luft-Schranke, ist weniger als einen Mikrometer dick. Hier wandern die Gase durch **Diffusion** passiv vom Ort der höheren zum Ort der niedrigeren Konzentration, genauer gesagt: entlang ihres Partialdruckgefälles. Der Sauerstoffdruck in den Alveolen ist höher als im sauerstoffarmen venösen Blut, das vom Körper kommt; also wandert Sauerstoff ins Blut. Umgekehrt ist der Kohlendioxiddruck im Blut höher als in der Alveolarluft, weshalb CO₂ in die Lunge wandert und ausgeatmet wird.

2.3 Der Gastransport im Blut: Das Hämoglobin-Taxi

Ist der Sauerstoff im Blut angekommen, löst er sich nur zu einem winzigen Teil direkt in der Blutflüssigkeit (dem Plasma). Mehr als 98 Prozent des Sauerstoffs binden sich an ein spezielles Transportprotein in den roten Blutkörperchen: das Hämoglobin.

Man kann sich das Hämoglobin wunderbar wie ein maßgeschneidertes **Sauerstoff-Taxi mit vier Sitzplätzen** vorstellen. Es besitzt die bemerkenswerte Eigenschaft der **kooperativen Bindung**:

Wenn das erste Sauerstoffmolekül einsteigt, verändert das Hämoglobin seine räumliche Struktur. Es öffnet bildlich gesprochen die Türen für die restlichen Sauerstoffmoleküle noch weiter, sodass diese noch leichter binden können.

Das Blut fließt durch die Arterien zu den verbrauchenden Organen und Muskeln. Dort angekommen, muss der Sauerstoff das Taxi wieder verlassen. Hier kommt ein weiterer faszinierender Mechanismus ins Spiel: der **Bohr-Effekt**. In arbeitenden Geweben wird vermehrt CO₂ produziert und es entsteht ein leicht saures Milieu (niedrigerer pH-Wert). Das Hämoglobin reagiert auf dieses saure Milieu und das viele CO₂, indem es seine chemische Bindungskraft zum Sauerstoff verringert. Die "Türen des Taxis" öffnen sich im sauren Gewebe also leichter, und der Sauerstoff wird exakt dort abgeworfen, wo er am dringendsten für die Energiegewinnung benötigt wird.

LUNGE (Sauerstoff-Reich)
[Hoher O₂-Druck, pH neutral]

|
v

```
+-----+
| Hämoglobin-Taxi |
| (O2 steigt ein)  |
+-----+
```

==== Blutkreislauf ====>

GEWEBE (Sauerstoff-Arm, CO₂-Reich)
[Niedriger O₂-Druck, pH sauer]

|
v

```
+-----+
| Hämoglobin-Taxi |
| (O2 steigt aus)  |
+-----+
```

|

(Bohr-Effekt: Säure und CO₂ öffnen die "Türen" des Taxis)

2.4 Die Zellatmung (Innere Atmung)

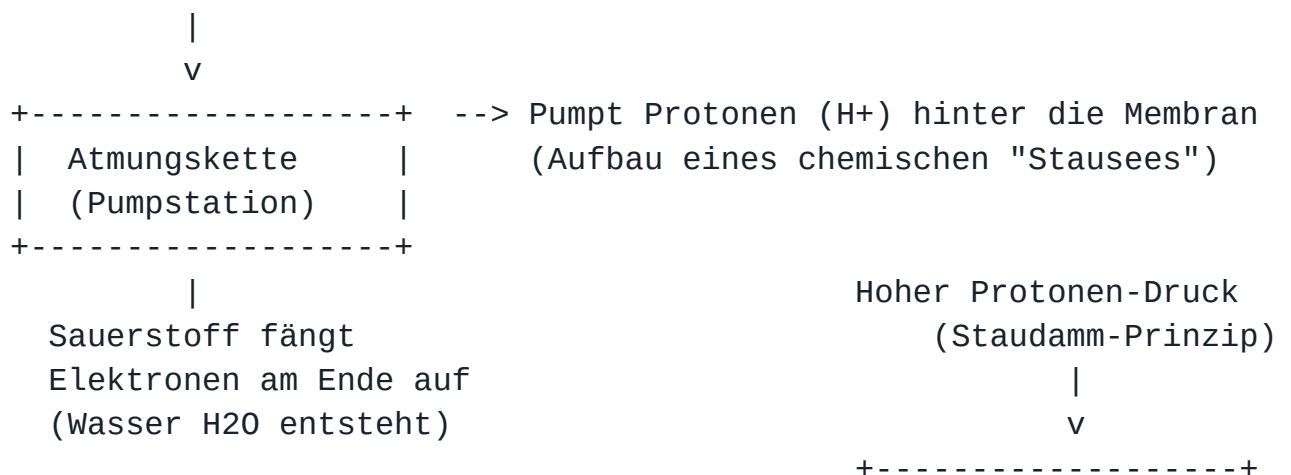
In der Zelle angelangt, offenbart die Atmung ihre wahre, molekulare Komplexität. Das Ziel der Zellatmung ist es, die in unseren Nährstoffen (z. B. Glukose) gespeicherte chemische Energie in die universelle Energiewährung der Zelle umzuwandeln: ATP (Adenosintriphosphat). Dieser Vorgang läuft in drei Hauptschritten ab:

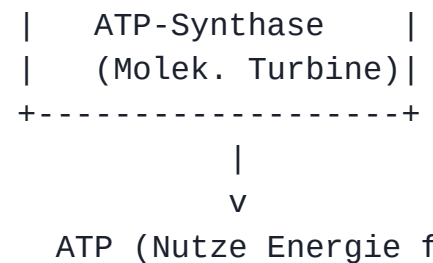
1. **Die Glykolyse:** Im Zellwasser (Zytoplasma) der Zelle wird ein großes Glukosemolekül (bestehend aus 6 Kohlenstoffatomen) in zwei kleine Moleküle Pyruvat gespalten. Dies liefert eine erste kleine Menge an ATP und kann noch vollkommen ohne Sauerstoff ablaufen (anaerob).

2. **Der Citratzyklus (Krebs-Zyklus):** Das Pyruvat wandert in die Mitochondrien. In diesem zyklischen Stoffwechselweg wird das Molekül nun schrittweise vollständig abgebaut. Dabei entsteht genau das Kohlendioxid (CO_2), das wir später ausatmen. Die wichtigste Funktion des Citratzyklus ist jedoch das Beladen sogenannter Trägermoleküle (NADH und FADH_2) mit energiereichen Elektronen, die aus unseren Nährstoffen stammen.
3. **Die Atmungskette (Oxidative Phosphorylierung):** Diese finale Phase lässt sich hervorragend mit einem **Wasserkraftwerk** vergleichen. An der inneren Membran der Mitochondrien geben die Trägermoleküle ihre energiereichen Elektronen an eine Kette von Proteinkomplexen ab. Die Elektronen fließen diese Kette entlang – ähnlich wie Wasser einen Fluss hinabfließt. Mit der dabei frei werdenden Energie pumpen diese Proteine Protonen (H^+ -Ionen) auf eine Seite der Membran. Es entsteht ein gewaltiger chemischer Rückstau an Protonen, vergleichbar mit Wasser hinter einer enormen Staumauer. Um diesen Stau aufzulösen, fließen die Protonen durch ein spezielles Enzym, die **ATP-Synthase**, zurück. Die ATP-Synthase dreht sich durch diesen Protonenfluss physikalisch wie eine winzige molekulare Turbine und erzeugt bei dieser rasanten Rotation riesige Mengen an lebensrettendem ATP.

Sauerstoff spielt in diesem gesamten Konzert ironischerweise erst im allerletzten Moment die Hauptrolle: Er steht am Ende der Atmungskette und fungiert als finales Auffangbecken für die abfließenden Elektronen. Ohne Sauerstoff würde der Elektronenfluss stoppen, die molekulare Turbine bliebe stehen und die ATP-Produktion käme rasant zum Erliegen. Wenn der Sauerstoff die Elektronen und Protonen sicher auffängt, entsteht schlichtes Wasser (H_2O) als völlig unbedenkliches biologisches Nebenprodukt.

Nahrungsenergie (Elektronen aus Glukose)





3. Bedeutung für Natur, Körper und Alltag (Die Relevanz)

Die Atmung beschränkt sich bei weitem nicht nur auf die reine Energieproduktion. Sie ist essenziell in vielfältige Körperkreisläufe und die Natur eingebettet.

Auf globaler Ebene ist die Atmung der Tiere und Menschen das perfekte Pendant zur pflanzlichen Photosynthese. Pflanzen nutzen Sonnenlicht, um aus CO₂ und Wasser energiereiche Kohlenhydrate und Sauerstoff herzustellen. Wir atmen diesen Sauerstoff ein, verbrennen die Kohlenhydrate, nutzen die Energie und geben Wasser und CO₂ wieder an die Pflanzen zurück. Ein beständiger, symbiotischer Kohlenstoff-Sauerstoff-Kreislauf, der unsere Ökosysteme trägt.

In unserem Körper reguliert die Atmung sekundengenau unseren **Säure-Basen-Haushalt**. Wenn sich Kohlendioxid im Blut löst, reagiert es mit Wasser und bildet Kohlensäure. Das Blut wird also umso saurer (der pH-Wert sinkt), je mehr CO₂ sich darin befindet. Das Atemzentrum in unserem Stammhirn (die *Medulla oblongata*) misst über spezielle biologische Sensoren, die Chemorezeptoren, kontinuierlich den CO₂-Gehalt und pH-Wert des Blutes. Droht das Blut zu sauer zu werden (beispielsweise durch Laktat bei extremer körperlicher Anstrengung), steigert das Gehirn vollkommen unbewusst und sofort die Atemfrequenz, um das überschüssige, saure CO₂ verstärkt abzuatmen. Die Atmung ist somit das allerschnellste und wichtigste Regulativ, um den lebensnotwendigen pH-Wert des Blutes absolut konstant bei etwa 7,4 zu stabilisieren.

Darüber hinaus ermöglicht erst der präzise kontrollierte Ausatemstrom die **Phonation**, also unsere Stimmbildung. Jedes gesprochene Wort, jedes Flüstern, Singen, Rufen und Lachen ist im Grunde ein fein modulierter und durch die Stimmlippen im Kehlkopf in meisterhafte Schwingung versetzter Ausatemstrom.

4. Häufige Missverständnisse und Halbwissen (Die Aufklärung)

Kaum ein physiologischer Vorgang wird im Alltag so oft missverstanden und durch Mythen begleitet wie das Atmen:

Mythos 1: „Sauerstoffmangel löst das quälende Gefühl von Atemnot aus.“ Die meisten Menschen glauben intuitiv, dass der Drang zum Luftholen durch mangelnden Sauerstoff entsteht. In Wahrheit steuert unser Gehirn den Atemantrieb fast ausschließlich über den ansteigenden Kohlendioxidgehalt im Blut. Der unerträgliche Atemreiz beim Luftanhalten entsteht, weil sich CO₂ unaufhörlich ansammelt und das Blut ansäuert. Dies birgt teilweise große Gefahren: Beim Apnoetauchen (Freitauchen) hyperventilieren manche unerfahrene Taucher absichtlich vorab, um das CO₂ vor dem Tauchgang massiv aus dem Blut zu "waschen". Da der Atemreiz durch das fehlende CO₂ nun erst viel später einsetzt, kann es unter Wasser unbemerkt zu einem akuten und totalen Sauerstoffmangel kommen, was zu einer plötzlichen Ohnmacht, dem lebensgefährlichen Schwimmbad-Blackout, führt.

Mythos 2: „Durch sehr tiefes Durchatmen können wir unser Blut mit extra viel Sauerstoff vollkommen übersättigen.“ Bei einem gesunden Menschen auf Meereshöhe ist das Hämoglobin in den Lungenkapillaren im regulären Alltag ohnehin bereits zu etwa 98 bis 99 Prozent mit Sauerstoff gesättigt. Mehr als physikalisch voll kann das „Transport-Taxi“ nicht werden. Ein intensives, tiefes Atmen in Ruhe erhöht den Sauerstoffgehalt des Blutes also kaum messbar. Es führt vorrangig lediglich dazu, dass man wesentlich mehr CO₂ abatmet als gewöhnlich. Zwar kann bewusstes, ruhiges Atmen entspannend auf das vegetative Nervensystem (den Parasympathikus) wirken, aber es „übersättigt“ das Gewebe nicht mit signifikant mehr Sauerstoff.

Mythos 3: „Wir atmen allen Sauerstoff restlos weg und atmen nur pures CO₂ aus.“ Die uns umgebende Atmosphäre besteht zu etwa 78 % aus Stickstoff, zu knapp 21 % aus Sauerstoff und nur zu etwa 0,04 % aus Kohlendioxid. Die Luft, die wir nach der inneren Passage wieder ausatmen, enthält immer noch stolze 16 bis 17 % Sauerstoff, während der CO₂-Gehalt auf etwa 4 % steigt. Wir nutzen also bei jedem Atemzug nur knapp ein Viertel des uns in der Luft zur Verfügung stehenden Sauerstoffs. Aus genau diesem Grund funktioniert die klassische Mund-zu-Mund-Beatmung bei der lebensrettenden Ersten Hilfe derart effizient: Unser Ausatemstrom enthält schlichtweg noch mehr als genug ungenutzten Sauerstoff, um das Leben eines anderen

5. Besondere Atemkonzepte und ihre Grenzen (Die Abgrenzung)

Da wir die Atmung sowohl völlig unbewusst ablaufen lassen als auch extrem präzise bewusst kontrollieren können, bildet sie seit Jahrtausenden eine wertvolle und wirkungsvolle Brücke zwischen bewusstem, psychischem Erleben und unbewussten, vegetativen Körperfunktionen. Evidenzbasierte Atemphysiotherapie, Meditation und Entspannungstechniken nutzen diese Verbindung sehr erfolgreich zur psychologischen Stressreduktion oder zur gezielten Behandlung von Lungenerkrankungen.

Da Atemübungen mitunter tiefe Entspannungszustände oder veränderte Wahrnehmungen auslösen können, gibt es in diesem Bereich jedoch auch diverse Konzepte, deren weitreichende gesundheitliche Heilungsversprechen aus medizinischer und physiologischer Sicht mitunter kritisch einzuordnen sind.

Ein Beispiel hierfür ist das Konzept der sogenannten **Lichtnahrung (Breatharianism)**. Anhänger dieses Ansatzes gehen oft davon aus, dass der Mensch auf Dauer weder feste Nahrung noch Wasser benötige und sich stattdessen allein durch universelle Energie, die über den Atem (manchmal als Prana bezeichnet) aufgenommen wird, gesund ernähren könne. Diese Annahme steht jedoch im direkten Widerspruch zu den biologischen Grundlagen der bereits erläuterten Zellatmung. Wie im Abschnitt zur molekularen Biochemie beschrieben, erfordert die menschliche Zellatmung zwingend den Abbau von organischen Nährstoffen (Kohlenhydrate, Fette, Proteine) als handfeste und materielle Elektronenlieferanten. Ohne kalorische Nahrungszufuhr greift der menschliche Körper unweigerlich auf seine eigenen internen Reserven zurück. Er baut zwangsläufig erst Fettgewebe und nachfolgend wertvolle Muskulatur ab. Leider kam es in der Vergangenheit bei extremen Versuchen, in denen Menschen vollständig auf Nahrung und Wasser verzichteten, bereits zu schwerwiegenden Mangelzuständen und mitunter tragischen, völlig vermeidbaren Todesfällen. Es ist essenziell zu betonen: Der Mensch ist biologisch auf physikalische und materielle Nahrung angewiesen; Sauerstoff und das bloße Atmen allein können unseren enormen Stoffwechselbedarf auf keinen Fall ersetzen.

Ein weiteres Thema, das sehr oft kontrovers diskutiert wird, rankt sich um esoterische **Atemtechniken zur angeblichen „Blutalkalisierung“**. Manchmal wird im

alternativmedizinischen Raum die Hoffnung geäußert, man könne durch extrem tiefes und schnelles Atmen (intensive Hyperventilation) den Körper systematisch „entsäuern“ und dadurch tiefgreifende chronische Erkrankungen, oftmals bis hin zu Krebserkrankungen, behandeln.

Was physiologisch bei einer intensiven Hyperventilation passiert, ist unbestritten: Durch das vermehrte, unnatürliche Abatmen von CO₂, das im Blut leicht sauer wirkt, steigt der pH-Wert des Blutes akut an – es entsteht vorübergehend eine sogenannte *respiratorische Alkalose*. Diese plötzliche Verschiebung ins Basische bewirkt jedoch keine anhaltende Heilung von komplexen oder bösartigen chronischen Krankheiten. Vielmehr führt die Alkalose ganz akut dazu, dass sich die Blutgefäße, insbesondere jene im Gehirn, reaktiv verengen. Dies kann Schwindel, Kribbeln in den Gliedmaßen, ein Taubheitsgefühl rund um den Mund oder gar eine kurzzeitige Ohnmacht auslösen. Zudem bindet das Hämoglobin den Sauerstoff bei einem hohen, basischen pH-Wert plötzlich deutlich fester an sich (es ist eine direkte Umkehr des wichtigen Bohr-Effekts). Dadurch werden die Körperzellen und das Gehirn paradoxerweise vorübergehend schlechter mit Sauerstoff versorgt, obwohl man doch extrem tief atmet.

Die von Übenden oft als mystisch, befreiend oder transformierend empfundenen Zustände, Visionen und Körpergefühle während extrem intensiver Breathwork-Sessions lassen sich medizinisch oft schlicht als vorübergehende neurologische Begleiterscheinungen einer deutlich veränderten Hirndurchblutung und Sauerstoffabgabe erklären. Unser Körper gleicht diese pH-Schwankungen nach Beendigung der Atemübung durch seine leistungsstarken Puffersysteme im Blut und durch die ausgleichende Funktion der Nieren wieder rasch aus. Das weitreichende Versprechen, schwere Leiden durch bestimmte Atemtechniken vollkommen heilen zu können, entbehrt der wissenschaftlichen Grundlage und birgt die ernstzunehmende Gefahr, dass betroffene Patienten essenzielle medizinische Diagnostiken und lebenswichtige Therapien gefährlich verzögern. Bewusste Atemübungen können zur flankierenden psychischen Entspannung und Regulation des Nervensystems hervorragend sein, sie ersetzen bei vorliegenden organischen oder schweren Erkrankungen jedoch niemals die fachärztliche Behandlung.

6. Faszination Wissenschaft (Der Wow-Effekt)

Die echte, detailliert erforschte Wissenschaft der Atmung hält Fakten bereit, die mindestens genauso staunenswert sind wie viele Mythen.

Betrachten wir noch einmal die tiefe Geschichte unserer eigenen Zellen: Die **Endosymbiontentheorie** erklärt die evolutionsbiologische Herkunft unserer Mitochondrien. Nach heutigem, hervorragend belegtem wissenschaftlichem Kenntnisstand waren die Mitochondrien – unsere zellulären Kraftwerke – vor schätzungsweise zwei Milliarden Jahren völlig eigenständige, frei lebende sauerstoffatmende Bakterien. Eine weitaus größere Urzelle verschluckte ein solches Bakterium einst, verdaute es jedoch glücklicherweise nicht. Stattdessen gingen die beiden einen Handel – eine Symbiose – ein. Das bedeutet ganz konkret: Wenn wir heute tief in unsere Brust einatmen, versorgen wir im Grunde Milliarden von winzigen, ehemals völlig fremden Mikroorganismen, die seit Milliarden von Jahren in unseren Zellen leben und uns jeden Tag treu als Gegenleistung die notwendige Energie zum Denken, Lieben und Bewegen schenken.

Auch die enorme **Anpassungsfähigkeit** unseres Atemsystems an absolut lebensfeindliche Bedingungen ist faszinierend. Wenn sich Bergsteiger über mehrere Wochen in der dünnen Luft extremer Höhen (wie im Himalaya) aufhalten, registrieren die Nieren nach einiger Zeit den verminderten Sauerstoffgehalt im Blut. Sie schütten daraufhin das Signal-Hormon Erythropoetin (EPO) aus. Dieses regt das menschliche Knochenmark tief im Inneren der Knochen dazu an, drastisch mehr rote Blutkörperchen (und damit mehr Hämoglobin-Taxis) zu produzieren. Das Blut wird messbar eingedickt, um mit jedem Herzschlag mehr Transportkapazität für Sauerstoff bereitzustellen. Völker wie die Sherpas in Tibet haben im Laufe vieler Jahrtausende zudem beeindruckende, dauerhafte genetische Anpassungen entwickelt. Durch diese veränderte Genetik können sie den ohnehin knappen Sauerstoff der Höhenluft weitaus effizienter und sparsamer auf zellulärer Ebene verwerten, ohne dass ihr Blut ungesund stark andickt.

Ein weiteres biologisches Extrem zeigt die Anpassung der Tierwelt: Während ein untrainierter Mensch nach wenigen Minuten ohne äußere Atmung bereits irreversible Schäden erleiden würde, können hochgradig spezialisierte Meeressäuger wie der berühmte Cuvier-Schnabelwal bis zu atemberaubende drei Stunden lang in den eisigen und dunklen, extremen Tiefen des Ozeans jagen, ohne auch nur einen einzigen Atemzug zu tun. Sie besitzen extreme Konzentrationen von *Myoglobin* in ihrer Muskulatur, einem stark pigmentierten Protein, das Sauerstoff extrem lokal direkt im Muskelgewebe speichern kann (weshalb ihr Fleisch nahezu schwarz gefärbt ist). Zudem schalten sie ihren Stoffwechsel unter Wasser in einen streng limitierten Sparmodus, den sogenannten Tauchreflex, der die Durchblutung reflexartig und ausschließlich auf die lebenswichtigsten Organe wie das Gehirn und das Herz konzentriert und den Rest des Körpers vorübergehend auf "Standby" setzt.

Die Atmung bleibt in all ihren unzähligen biologischen Facetten somit unbestritten eines der größten Meisterwerke der evolutionären Geschichte – eine dauerhafte und lebensnotwendige Brücke zwischen der äußeren Atmosphäre unseres blauen Planeten und der tiefsten, verborgensten biochemischen Maschinerie in jeder einzelnen unserer Milliarden von Zellen.

Dieses Dokument ist ein offizieller Export von Gesundheitsmythen.de (COMUN e.V.). Alle Fakten und Quellenangaben sind auf der Website einsehbar.