

# Inhalt

|   |    |
|---|----|
| <b>Hinweise für die Lehrkraft: Unterrichtsziele – Schwerpunkte</b> .....                      | 4  |
| <b>Anregungen für die Planung, Durchführung und Auswertung des Lernens an Stationen</b> ..... | 13 |
| <b>Hinweise für das Lernen an Stationen</b> .....   | 15 |
| <b>Übersicht über die Stationen mit Laufzettel</b> .....                                      | 16 |
| <b>Test zur „Atmung“</b> .....  | 17 |
| <br>  |    |
| Station 1: Versuche zum Thema „Atemzüge pro Minute“ .....                                     | 19 |
| Station 2: Zusammenhang von Atemfrequenz und Pulsfrequenz .....                               | 20 |
| Station 3: Der Weg der Atemluft .....   | 21 |
| Station 4: Bauchatmung .....  | 23 |
| Station 5: Brustatmung .....  | 25 |
| Station 6: Wie viel Luft passt in die Lunge? .....  | 27 |
| Station 7: Sauerstoffgehalt der Luft .....  | 29 |
| Station 8: Sauerstoffbedarf bei verschiedenen Lebewesen .....                                 | 30 |
| Station 9: Energie aus der Nahrung .....  | 33 |
| Station 10: Energie in der Nahrung macht's möglich .....                                      | 35 |
| Station 11: Untersuchung der Luft .....   | 37 |
| Station 12: Gasaustausch in der Lunge .....   | 39 |
| <br>  |    |
| Station A: Wörtersuchrätsel „Atmung“ .....  | 41 |
| Station B: Spiralrätsel .....   | 42 |
| Station C: RICHTIG oder FALSCH? .....   | 44 |
| Station D: Zuordnungsaufgaben .....   | 45 |
| Station E: Erkrankungen der Atemwege und der Lunge sowie<br>Erkrankungen vorbeugen .....      | 46 |
| <br>  |    |
| <b>Lösungen</b> .....   | 51 |
| <b>Quellenverzeichnis</b> .....   | 62 |

# Hinweise für die Lehrkraft: Unterrichtsziele – Schwerpunkte

## Sachinformationen

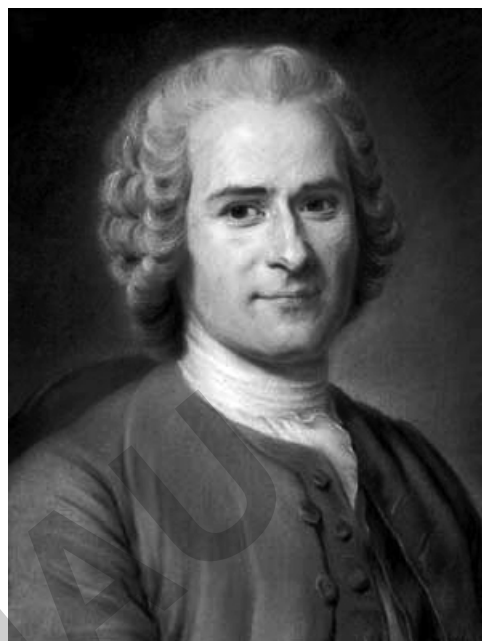
Bei Menschen und Tieren, aber auch bei Pflanzen und Pilzen läuft die Atmung das ganze Leben lang ab. So kann beispielsweise der Mensch einige Wochen lang ohne Nahrung leben, auch mehrere Tage ohne Wasser – aber ohne Luft und den darin enthaltenen Sauerstoff kann er nur wenige Minuten überleben. Nicht nur Luftatmer wie der Mensch, sondern auch Wasseratmer haben zur Respiration (Atmung) hochspezifische Systeme ausgebildet, die es ihnen erlauben, ihre bemerkenswerten Stoffwechsellleistungen aufrechtzuerhalten: So können beispielsweise Fische im Wasser atmen, das weniger als fünf Prozent des Sauerstoffgehalts der Luft aufweist. Vögel sind in der Lage, die höchsten Berggipfel der Erde zu überfliegen, und sie sind auf ihren Langstreckenflügen in Höhen über 9000 Metern unterwegs.

Damit die aufgenommene Nahrung auch vom Körper verwertet und beispielsweise zum Aufbau körpereigener Proteine, RNA und DNA genutzt werden kann, muss der Organismus die erforderliche Energie bereitstellen, die physiologisch genutzt werden kann. Dies erfolgt in der Regel im Innern der lebenden Zelle durch Zellatmung (innere Atmung), wofür die Zellen Sauerstoff benötigen.

In der Alltagssprache versteht man unter Atmung meist den äußeren Vorgang, durch den Sauerstoff aus der Umwelt in den Körper aufgenommen wird und das im Körper entstandene Kohlenstoffdioxid an die Umwelt abgegeben wird (äußere Atmung). Die Menge an Kohlenstoffdioxid, die ein Organismus ausscheidet, ist ein Maß für die Intensität der Atmung, d. h., je mehr Kohlenstoffdioxid ausgeschieden wird, desto höher ist der Sauerstoffbedarf des Organismus.

Die Atemgase werden beim Menschen nicht nur durch aktive, gerichtete Strömungsvorgänge (Konvektion), sondern auch durch Diffusion transportiert. Dadurch gelangt der Sauerstoff sowohl aus der Lungenluft ins Blut als auch aus dem Blut in die Zellen der unterschiedlichen Gewebe und Organe. Gleiches gilt für das Kohlenstoffdioxid.

*Man muss viel gelernt haben, um über das, was man nicht weiß, fragen zu können.*



JEAN-JACQUES ROUSSEAU 1712 – 1778

Da die Diffusionsgeschwindigkeit von Gasen recht gering ist, sind alle größeren Tiere neben der Diffusion auf andere Transportmechanismen angewiesen. Dies wird umso verständlicher, wenn man sich die Diffusionsgeschwindigkeit etwas genauer ansieht. So benötigt Sauerstoff bei einer Diffusion in Wasser bis zum Konzentrationsausgleich für 1 mm Strecke etwa 0,1 ms, für 1 cm bereits fast 2 min und für 1 m bereits etwa drei Jahre. Von daher wird verständlich, dass Tiere, bei denen der Sauerstoff allein durch Diffusion transportiert wird, normalerweise sehr klein (z. B. Einzeller) oder sehr flach und lang gestreckt sind (z. B. Plattwürmer). Bei weichhäutigen Tieren bleibt diese Hautatmung bestehen – so decken beispielsweise Frösche während der Winterruhe im Schlamm von Gewässern den gesamten Bedarf an Sauerstoff über die Haut.

Bei vielzelligen Tieren sind neben der Hautatmung weitere Gasaustauschsysteme entwickelt.

a) Landlebende Insekten, Spinnen und Skorpione beispielsweise atmen über *Tracheen* („Luftrohren“), die als *Stigmen* an der Körperoberfläche beginnen, sich im Körperinnern stark

verzweigen und alle Organe umspinnen. Die Tracheenäste enden direkt an den Zellen oder sogar in den Zellen, d. h., über das Tracheensystem wird den Zellen der Sauerstoff direkt zugeführt.

- b) Über *Kiem*en nehmen beispielsweise Fische, Krebse, Krabben und Lurchlarven den Sauerstoff aus dem Wasser auf; die Kiemen sind stark durchblutet, sodass durch das Blut der aufgenommene Sauerstoff leicht abtransportiert werden kann.
- c) *Lungenatmung* haben beispielsweise die erwachsenen Amphibien sowie die Reptilien, Vögel und Säugetiere. Die Lungen sind paarige Organe mit einer sehr großen respiratorischen Oberfläche. Die Lungenepithelfläche,

die beim Menschen dem Gasaustausch dient, liegt bei 120 bis 140 m<sup>2</sup>, während die Haut lediglich eine Oberfläche von etwa 2 m<sup>2</sup> hat. Die Diffusionsstrecken in der Lunge sind sehr gering und liegen bei 1 mm, da die Wanddicke der Lungenbläschen recht klein ist. Je kleiner die Diffusionsstrecke und je größer die Diffusionsoberfläche, desto schneller kann die Diffusion der Atemgase erfolgen.

Beim Menschen liefern vier Pumpsysteme die Energie, mit deren Hilfe die Gasmoleküle im Körper durch Konvektion gerichtet transportiert werden: linke und rechte Herzhälfte, Zwerchfell und der Brustkorb mit der Rippenmuskulatur (vgl. Abb. 1).

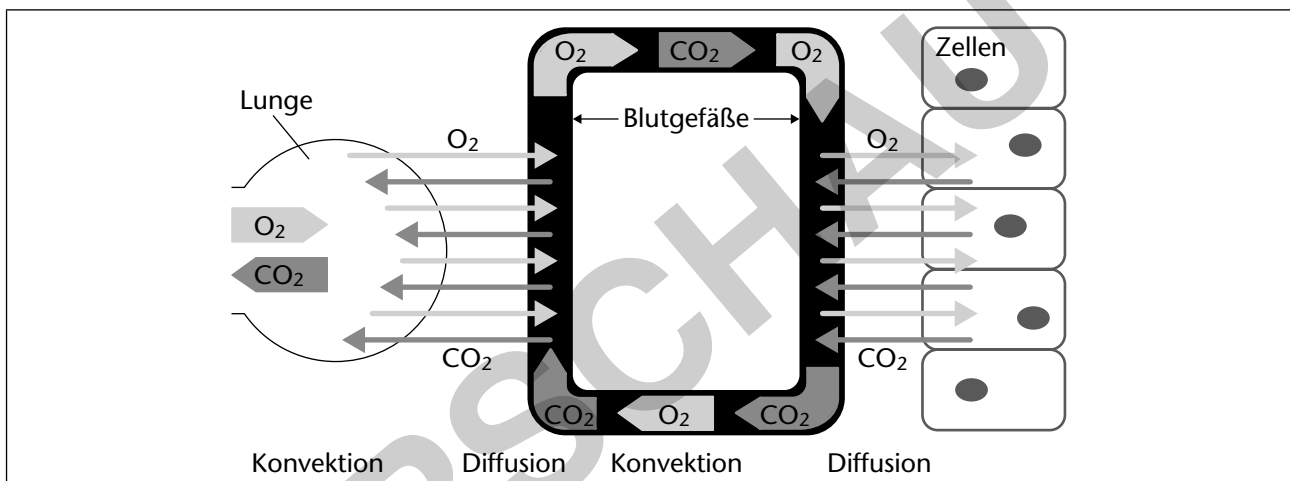


Abb. 1: Wechsel von aktiven, gerichteten Strömungsvorgängen (Konvektion) und Diffusion beim Transport der Atemgase (Schema; nach BAYRHUBER / KULL 2003, S. 167)

Da sich die Lunge des Menschen – im Gegensatz zu den Vögeln mit ihren hinteren und vorderen Luftsäcken – als blind geschlossener Sack auffassen lässt, kann sie nicht durchgängig belüftet werden. Ein- und Ausatmen müssen sich deshalb in periodischer Folge abwechseln.

Die beiden Lungenflügel des Menschen liegen in der Brusthöhle, die oben vom Schultergürtel, unten vom Zwerchfell (*Diaphragma*) und seitlich vom Rippenkorb begrenzt wird. Die rechte und linke Hälfte der Brusthöhle sind vom Brustfell (*Pleura*), einer durchgehenden Zellschicht, ausgekleidet. Die beiden Blätter des Brustfells bilden einen schmalen Spalt, der als Pleurahöhle oder Interpleuralspalt bezeichnet wird. Die Pleurahöhle ist mit Flüssigkeit gefüllt, sodass beim Atmen die Innenflächen des Brustfells während der Atembewegungen fast widerstandslos beweglich sind. Infolge der Oberflächenspannung

innerhalb des Interpleuralspalts ist es schwer, die beiden Blätter voneinander zu trennen. Das äußere Pleurablatt ist mit der Wand der Brusthöhle verwachsen, das innere Pleurablatt mit der Lunge (vgl. Abb. 2).

Kommt es jedoch – beispielsweise durch einen Messerstich in die Brust – zu einer Verletzung des Interpleuralspalts, so strömt bei jedem Atemzug Luft in den Spalt statt in die Lunge, wodurch der Interpleuralspalt sich ständig erweitert und die Lunge schließlich kollabiert (*Pneumothorax*), was zum Ersticken des Menschen führen kann.

Die Inspiration (das Einatmen) wird durch die Kontraktion des muskulösen Zwerchfells eingeleitet. Durch diese Kontraktion kommt es zu einer Vergrößerung der Brusthöhle und zu einem Unterdruck, wodurch Luft in die Lunge strömt (sog. Unterdruckatmung). Die Expiration (das

# Station 8: Sauerstoffbedarf bei verschiedenen Lebewesen












Name: \_\_\_\_\_ Klasse: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

*Nicht nur der Mensch braucht in jeder Sekunde Sauerstoff, sondern auch andere Lebewesen. Sauerstoff benötigen aber nicht nur Tiere, sondern auch Pflanzen.*

*An dieser Station erhaltet ihr einen kleinen Einblick in den Sauerstoffbedarf bei verschiedenen Lebewesen.*

## Aufgaben

- Der Sauerstoffbedarf von verschiedenen Lebewesen ist recht unterschiedlich. In der folgenden Übersicht sind verschiedene Lebewesen aufgeführt sowie Zahlenwerte genannt – allerdings sind die Zahlenwerte durcheinandergeraten. Verbinde mit Bleistift die Lebewesen mit dem Wert, von dem du glaubst, dass dieser Wert für das betreffende Lebewesen zutrifft.

| Lebewesen   | Sauerstoffbedarf pro kg Körpergewicht und Stunde (in mL; Durchschnittswerte) |
|---|--|
|  Flussmuschel              | 1500   |
|  Flusskrebs              | 90   |
|  Elefant                 | 1000   |
|  Goldfisch               | 200  |
|  Tintenfisch             | 100 000  |
|  Mensch (stehend)        | 500  |
|  Bachforelle             | 40   |
|  Feldhase                | 50   |
|  Feldmaus                | 70   |
|  Schmetterling, sitzend  | 2  |
|  Schmetterling, fliegend | 100  |

## Informationstext zu Station 8: Sauerstoffbedarf verschiedener Lebewesen

Mit Ausnahme bestimmter Einzeller und Pilze benötigen alle anderen Lebewesen (Pflanzen, Tiere, Menschen) Sauerstoff zum Leben.

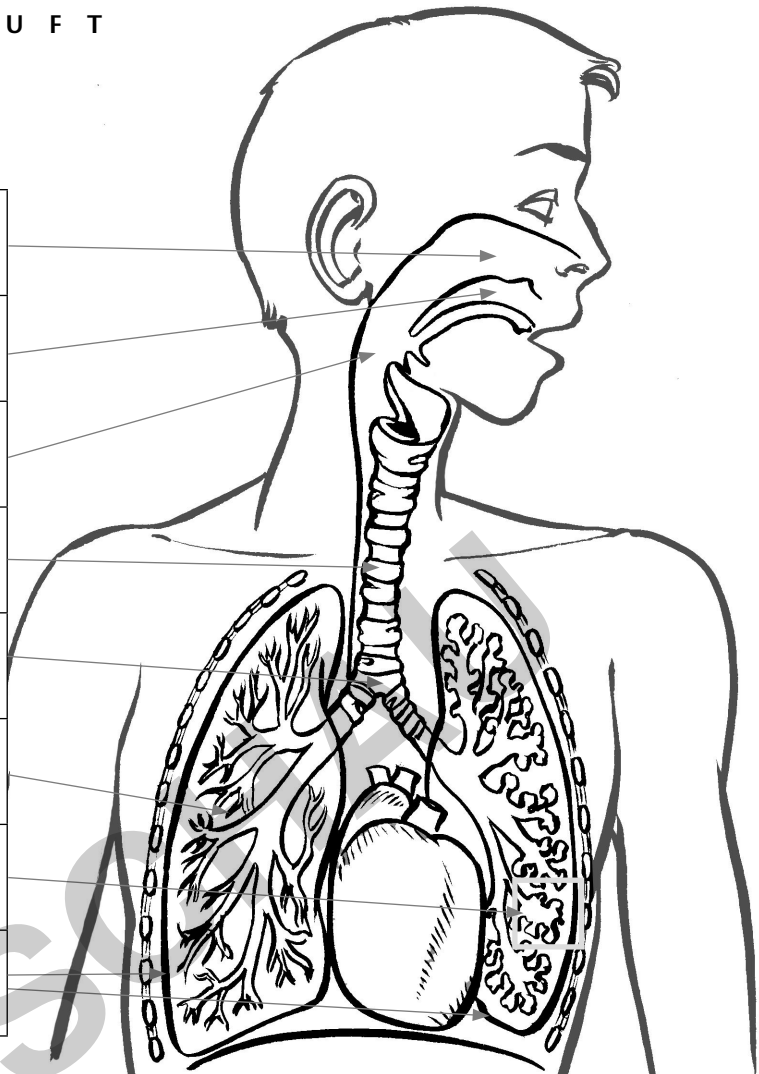
Grüne Pflanzen bilden bei Licht Sauerstoff durch die Fotosynthese und setzen nicht benötigten (überschüssigen) Sauerstoff über die Spaltöffnungen frei. Nachts, wenn keine Fotosynthese möglich ist, nehmen Pflanzen aus der Umwelt Sauerstoff auf und verbrauchen ihn in ihrem Stoffwechsel, d. h., auch Pflanzen brauchen Sauerstoff, um leben zu können.

Tiere und Menschen können auch bei Sonnenlicht keinen Sauerstoff bilden und müssen den Sauerstoff in jeder Sekunde ihres Lebens – tags und nachts, jahrein und jahraus – aus der Umwelt aufnehmen. Je kleiner und aktiver ein Tier ist, desto mehr Sauerstoff benötigt es pro Kilogramm Körpergewicht und Stunde. Krokodile, Wale und Elefanten als sehr große Tiere benötigen relativ wenig Sauerstoff pro Kilogramm Körpergewicht, während beispielsweise Mäuse, Kolibris, Libellen und Schmetterlinge als kleine, sehr lebhaftere Tiere relativ viel Sauerstoff benötigen. In der folgenden Übersicht ist der Sauerstoffbedarf verschiedener Lebewesen dargestellt.

| Lebewesen                                 | Sauerstoffbedarf pro Kilogramm Körpergewicht und Stunde (in mL; Durchschnittswerte) |
|---|---|
| Bachforelle                               | 200   |
| Elefant                                   | 50  |
| Feldhase                                  | 500   |
| Feldmaus                                  | 1 500   |
| Flusskrebs                                | 40  |
| Flussmuschel                              | 2   |
| Goldfisch                                 | 70  |
| Kolibri                                   | 3 000   |
| Mensch, im Schlaf                         | 80  |
| Mensch, stehend                           | 100   |
| Mensch, im Gehen                          | 150   |
| Mensch, beim Radfahren auf ebener Strecke | 400   |
| Mensch, beim Schwimmen                    | 800   |
| Mensch, beim Kurzstreckenlauf             | 1 200   |
| Schmetterling, sitzend                    | 1 000   |
| Schmetterling, im Flug                    | 100 000   |
| Tintenfisch, schwimmend                   | 90  |

1.–3. Lösungswort: A T E M L U F T

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Nasenraum                       | T |
| Mundhöhle                       | F |
| Rachenraum                      | U |
| Luftröhre                       | L |
| Hauptbronchien                  | M |
| Nebenbronchien                  | E |
| Lungenbläschen                  | T |
| Linker und rechter Lungenflügel | A |



4. Individuelle Lösung.

a) Versuch

1.–3. Beim Einatmen bewegt sich der Bauch nach außen. Beim Ausatmen bewegt sich der Bauch nach innen.

b) Informationstext und Arbeiten mit einem Modell

5.

|   | Teile des Modells                       | Teile im Oberkörper des Menschen |
|---|---|----------------------------------|
| 1 | durchbohrter Stopfen (Korken)           | Kehlkopf                         |
| 2 | Glasrohr                                | Luftröhre                        |
| 3 | linke und rechte Abzweigung am Glasrohr | (Haupt-) Bronchien               |
| 4 | Luftballons                             | Linker und rechter Lungenflügel  |
| 5 | Gummimembran                            | Zwerchfell                       |
| 6 | Wandung des Modells                     | Begrenzung des Brustraums        |

6. Das leichte, ruhige Atmen nennt man auch „Bauchatmung“. Beim ruhigen Einatmen zieht sich der Zwerchfellmuskel zusammen und drückt nach unten. Dadurch vergrößert sich der Brustraum und wir saugen Luft in die Lunge. Beim ruhigen Ausatmen erschlafft der Zwerchfellmuskel und nimmt wieder seine kuppelförmige Form an. Dadurch wird der Brustraum verkleinert und wir atmen aus.

**Station 5: Brustatmung**

*Lösungen*

- 1.–4. Wenn ich tief **einatme**, dann entfernen sich die Fingerspitzen voneinander, da der Brustkorb weiter (größer) wird.  
Wenn ich tief **ausatme**, dann berühren sich die Fingerspitzen schließlich wieder, d. h., der Brustkorb wird enger.
5. Wenn wir tief einatmen, wird der Brustkorb weiter und Luft wird in die Lunge „gesaugt“. Beim Ausatmen wird der Brustkorb enger und die Luft wird aus den Lungen „gepresst“.
6. Beim tiefen Ein- und Ausatmen wird der Brustkorb abwechselnd vergrößert und verkleinert. Dadurch wird Luft in die Lungen gesaugt und beim Ausatmen wieder abgegeben. Folgende Muskeln sind beim Atmen beteiligt: Zwerchfellmuskel, Zwischenrippenmuskeln, Bauchmuskeln.

**Station 6: Wie viel Luft passt in die Lunge?**

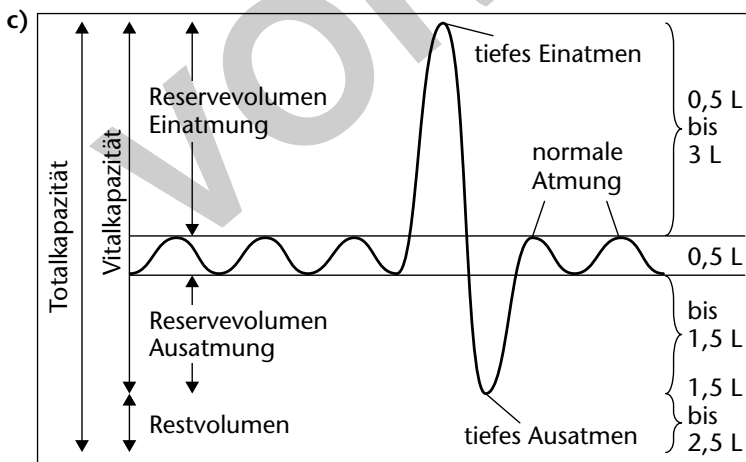
*Lösungen*

1.–4. Messergebnisse

Hinweis: Die aufgeführten Messwerte sind Richtwerte, die von Person zu Person deutlich differieren können.

| <i>Beispiele</i>                       | Schüler <u>Michael</u><br>Luftvolumen (mL) | Schülerin <u>Linnea</u><br>Luftvolumen (mL) | Schüler _____<br>Luftvolumen (mL) |
|--|--|---|-----------------------------------|
| Versuch a)<br>Normales Ausatmen        | 700  | 400   |                                   |
| Versuch b)<br>tiefes Ein- und Ausatmen | 4000                                       | 2000  |                                   |

5. Die Messwerte bei Versuch a) (normales Ein- und Ausatmen) sind durchweg viel geringer als die bei Versuch b) (tiefes Ein- und Ausatmen).
6. Die Messwerte unterscheiden sich von Person zu Person ganz erheblich, jedoch sind die Messwerte bei Versuch b) stets höher als die bei Versuch a).
7. a) ca. 500 mL  
b) ca. 3 000 bis 3 500 mL



**Station 7: Sauerstoffgehalt der Luft**

*Lösungen*

1. Schätzung: Viele Schüler schätzen 100 %, wenige ca. 10, 20, 30, 40 oder 50 %
2. + 3. Stand der Wassersäule im Messzylinder nach fünf Stunden Versuchsdauer: 20 ml
4. Etwa 20 % der Luft sind Sauerstoff.