

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Atmung und Blutkreislauf - Experimente und Modelle

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



I.G.4.3

Mensch – Atmung und Atmungsorgane

Atmung und Blutkreislauf – Experimente und Modelle

Ein Beitrag von Dr. Detlef Eckebrecht



© DaveBluck/iStock/Getty Images Plus

Erarbeiten Sie mit Ihren Lernenden das Thema Atmung und Gasaustausch auf der Basis persönlicher Erfahrungen und Fragestellungen. Spannende Messungen und Experimente am eigenen Körper sowie das Bauen und Betrachten von Modellen tragen zum Verständnis der physikalischen Hintergründe und zu einer nachhaltigen Lernerfahrung bei.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	7/8
Dauer:	6 Unterrichtsstunden (Minimalplan: 4)
Kompetenzen:	Die Lernenden 1. beschreiben den Weg der Atemluft, 2. erklären die Struktur und Funktion der Lunge, 3. beschreiben den Kreislauf des Blutes, 4. untersuchen die Atmung und Kreislauffunktionen in Abhängigkeit verschiedener Parameter, 5. führen selbstständig Experimente durch, bauen Modelle und analysieren Versuchsergebnisse.
Thematische Bereiche:	Atmung, Lunge, Blutkreislauf, Gasaustausch

Fachliche Hinweise

Das Thema „Atmung“ enthält die Teilbereiche äußere Atmung bzw. Gasaustausch und Zellatmung. In dieser Einheit wird nur die äußere Atmung beim Menschen betrachtet.

Aufbau und Funktion der Lunge

Die Lunge liegt geschützt vor äußeren Einwirkungen in der Brusthöhle und ist vom Brustfell (Pleura) ausgekleidet. In den Lungenflügeln verästeln sich die Bronchien immer feiner werdend mit einer Gesamtlänge von ca. 700 m. An ihren Enden befinden sich ca. 300 000 000 Alveolen (Durchmesser ca. 0,2 mm). Die Summe ihrer Oberflächen beträgt bei Erwachsenen ca. 80–90 m². In der Lunge eines Erwachsenen befinden sich ca. 6 l Luft, bei Sportlern mindestens 8 l.

Ein- und Ausatmung

Das Ein- bzw. Ausatmen erfolgt durch Erhöhung bzw. Verringerung des Brustraumvolumens. Bei der Brustatmung richten Zwischenrippenmuskeln die Rippen beim Einatmen etwas auf. Bei der Bauchatmung vergrößert eine Anspannung des Zwerchfells das Volumen des Brustraums. Der damit sinkende Druck führt zum Einströmen von Luft durch Luftröhre und Bronchien bis in die erweiterten Alveolen. Die Entspannung der Muskeln bewirkt ein Ausströmen der Luft. Erwachsene tauschen in Ruhe durchschnittlich ca. 0,5 l Luft pro Atemzug aus. Bei erhöhtem Bedarf, z. B. durch intensive sportliche Betätigung, kann dieser Wert auf ca. 2,5 l steigen. 12–15 Atemzüge pro Minute führen dazu, dass pro Tag etwa 10 000–20 000 l Luft ausgetauscht werden.

Der Gasaustausch in den Alveolen

Der Gasaustausch erfolgt durch die Wandung der Alveolen und der anliegenden Blutkapillare mit einer Gesamtschichtdicke von etwa 1 µm. Das die Alveolen umgebende Kapillarnetz hat eine Gesamtlänge von ca. 1 600 km. Sauerstoffmoleküle diffundieren aus den Alveolen in das vorbeiströmende Blut und Kohlenstoffdioxidmoleküle entgegengesetzt. Dafür sorgt ein unterschiedliches Angebot der Gase auf beiden Seiten der Barriere. Bei Gasen werden für die Anteile wissenschaftlich genau Partialdrücke angegeben. In der Sekundarstufe I kann man Konzentrationsangaben in Volumenprozent verwenden. Die Grundlagen des Gasaustauschs erfolgen im Gewebe auch nach diesem Prinzip, allerdings in umgekehrter Richtung.

Die Verteilung des Sauerstoffs über den Blutkreislauf

Der Atemgastransport erfolgt durch das Blut. In hoher Konzentration vorhandene Sauerstoffmoleküle binden in der Lunge reversibel an Hämoglobinkomplexe in den Erythrozyten. Aufgrund der geringeren Konzentration bzw. dem geringeren Partialdruck in den Körpergeweben überwiegt dort die Freisetzung von Sauerstoffmolekülen. Angetrieben durch die umgekehrten Konzentrationen bzw. Partialdrücke bei Kohlenstoffdioxid erfolgt dessen Transport in entgegengesetzter Richtung. Dabei wird nur ein Bruchteil der Kohlenstoffdioxidmoleküle an Hämoglobinkomplexe gebunden. Der überwiegende Teil reagiert mit Wassermolekülen zu Hydrogencarbonationen, die im Blutplasma gelöst sind. Freiwerdende Protonen werden teilweise an Hämoglobinmoleküle gebunden. So entsteht ein Puffersystem, das den pH-Wert des Blutes weitgehend konstant hält.

Die Anpassung der Atemfrequenz

Die Regelung der Atmung erfolgt durch das Atemzentrum im Nachhirn. Dort gehen Signale von Messzellen für die Konzentration von gelöstem Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid in Aorta und Gehirn ein. Vom Sollwert abweichende Werte führen zu verstärkten oder verringerten Impulsen an die

Atemmuskulatur. So wird die Sauerstoffaufnahme durch die Luftmenge pro Atemzug und die Atemfrequenz an den Bedarf angepasst. Da der Gehalt an Sauerstoff im Blut gemessen wird und nicht die Belegung von Hämoglobinkomplexen mit Sauerstoff, führt eine Vergiftung mit Kohlenstoffmonoxid nicht zu verstärkter Atemtätigkeit. Kohlenstoffmonoxid bindet mit hoher Affinität an Hämoglobin, beeinflusst aber nicht die Konzentration an gelöstem Sauerstoff im Blut.

Der Schutz vor Krankheitserregern und Schmutz

Der Schutz des empfindlichen Lungengewebes wird durch verschiedene Mechanismen erreicht. Dazu gehören das Anfeuchten und ggf. Vorwärmen der eingeatmeten Luft im Nasen-Rachen-Raum. Flimmerhärchen in den Bronchien befördern kleine Partikel aus der Atemluft in Richtung Luftröhre. Durch die Reizung von Rezeptoren ausgelöster Husten schleudert diese Partikel und Schleim durch eine Druckwelle aus den Atemwegen.

Die Hautatmung

Der Gasaustausch über die Körperoberfläche – manchmal auch als Hautatmung bezeichnet – erfolgt nur bis zu einer Tiefe von 0,5 mm und ist quantitativ praktisch unbedeutend. Er erreicht nur ca. 0,4 % des Gasaustauschs über die Lunge.

Didaktisch-methodisches Konzept

Warum wir das Thema behandeln

Das Thema „Atmung“ ermöglicht ein Verständnis unterschiedlicher Alltagserfahrungen, z. B. „außer Atem sein“, sportliche Leistungsfähigkeit, tauchen, Erkältung und Lungenentzündung sowie Belastungen durch Rauchen oder Einatmen schädlicher Stoffe. Sowohl aus diesen Alltagsbereichen als auch aus fachlichen Kontexten (vorangegangener Unterricht, Medieninhalte etc.) bringen die Lernenden unterschiedliche Vorerfahrungen und Vorstellungen mit. Der Einstieg in die Unterrichtseinheit mit der Erfassung von Fragen in der Lerngruppe hat mehrere Vorteile:

- Die geäußerten Fragen enthalten Hinweise auf das vorhandene Vorwissen.
- Es zeigen sich eventuell Fehlvorstellungen, die gezielt beeinflusst werden können.
- Im Verlauf der Einheit können erkennbare Interessen der Lernenden aufgegriffen und geklärt werden, z. B. Sportlerhöhenstraining oder Auswirkungen einer Erkältung auf den Körper.

Messungen am eigenen Körper

Messungen am eigenen Körper fördern das fachliche Interesse und die Motivation zur Auseinandersetzung mit dem Thema. Bei der Ermittlung von gesundheitsrelevanten Werten sollten zwei Dinge beachtet werden. Zum einen können Vergleiche von Werten innerhalb der Lerngruppe zu Diskriminierungen führen, wie z. B. „unsportlich“. Zum anderen können überdurchschnittlich hohe bzw. niedrige Werte auftreten bis hin zu medizinisch relevanten Bereichen. In solchen Fällen sollte darauf geachtet werden, Schülerinnen und Schüler nicht zu ängstigen. Gegebenenfalls kann man empfehlen, mit den Eltern einen Arztbesuch zu erwägen.

Hinweis: Bei Experimenten mit körperlicher Anstrengung (**M 7**) sollte man in der Lerngruppe zuvor abfragen, ob Kreislaufprobleme bekannt sind und ggf. auch, ob gefrühstückt wurde.



Systemebenen

Die Lernenden gelangen erfahrungsgemäß leichter zu fachlich angemessenen Vorstellungen, wenn Wechsel der Systemebenen bewusst gemacht werden. In den unteren Jahrgangsstufen der Sekundarstufe I gelingt i. d. R. der Bezug zwischen der Ebene des Gesamtorganismus und einzelnen Organen sicher. Ab Klasse 7 sollten die Lernenden Gewebe- und Zellebene aufeinander beziehen können. Die Zusammenhänge zwischen der Betrachtung von Stoffen und Teilchen werden meist im Anfangsunterricht Chemie thematisiert. Beim Thema „Atmung“ kann man z. B. darauf eingehen, dass aufgenommene Sauerstoffmoleküle sich in und zwischen Zellen bewegen.

Arbeit mit Modellen

Beim Thema „Atmung“ sind Modelle von großer Bedeutung. Strukturmodelle wie ein Torso ermöglichen einen Einblick in das Innere des menschlichen Körpers. Funktionsmodelle helfen, sich mathematische oder physikalische Zusammenhänge zu erschließen. In beiden Fällen sollten immer wieder Bezüge hergestellt werden zwischen dem Modell als Hilfsmittel und der Realität.

Voraussetzungen

Atmung, Blutkreislauf und Ernährung bzw. Verdauung können in der Sekundarstufe I einen gemeinsamen Themenkomplex bilden. Wenn vor der Atmung die Verdauung behandelt wurde, kann der Sauerstoffbedarf mit der Oxidation von Nährstoffen begründet werden. Die Transportfunktion des Blutes ist den Lernenden dann wahrscheinlich bekannt. Das Thema „Atmung“ kann vor oder nach dem Erwerb von chemischen Grundkenntnissen erfolgen. Im vorliegenden Beitrag wird auf die Verwendung chemischer Symbole verzichtet, sodass die Materialien auch eingesetzt werden können, bevor der Chemieunterricht begonnen hat.

Ablauf der Reihe

Der vorgeschlagene Ablauf der Einheit kann abgewandelt werden, wenn die Zusammenstellung der Fragen in der ersten Stunde in eine abweichende Richtung führt. Die Reihung der Materialien ist teilweise nicht zwingend. Im Folgenden werden einzelne Stundenabläufe skizziert, die je nach Unterrichtsorganisation und Lerngeschwindigkeit zu Doppelstunden kombiniert werden können.



Für den Einstieg in die **erste Unterrichtsstunde** eignet sich ein Foto eines Tauchers mit der Bekanntmachung des Themas „Atmung“. Hierfür kann Folie 1 der *PowerPoint*-Präsentation genutzt werden. Mit Folie 2 werden die Lernenden aufgefordert, in Einzelarbeit Fragen zum Thema zu formulieren. Die Fragen werden in **M 1** eingetragen und anschließend gemeinsam im Plenum gesammelt. Die gesammelten Fragen können auf der *PowerPoint*-Folie oder Tafel notiert werden. Alternativ kann zur Sammlung der Fragen auch ein digitales Tool (z. B. *Mentimeter*) genutzt werden. Im Anschluss erhalten die Schülerinnen und Schüler Gelegenheit, ihren Fragenkatalog zu ergänzen. Im Unterrichtsgespräch werden die Fragen thematisch zu Gruppen geordnet, die leitend für die folgenden Unterrichtsstunden sein können. Im Anschluss erwerben die Lernenden fachliche Kenntnisse über die anatomischen Grundlagen und die Bezeichnungen der Bestandteile des Atmungssystems, z. B. durch die gemeinsame Betrachtung eines Torsomodells. **M 2** dient dann zur Ergebnissicherung. Ohne den Einsatz eines Modells kann **M 2** auch als Informationsquelle genutzt werden, evtl. mit der Möglichkeit der Recherche durch das Schulbuch oder Internet.

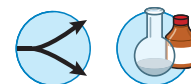


An dieser Stelle ist eine Erweiterung zur enormen inneren Oberfläche der Lunge möglich. Die Vielzahl kleiner Alveolen ergibt eine große Austauschfläche für die Atemgase (Oberflächenvergrößerung). Als Modell können 100 Würfelzucker dienen, deren einzelne Oberfläche mit 100 multipliziert wird und dem die Oberfläche eines zu einem Block angeordneten Würfelzuckerstapel gegenübergestellt wird. Es bieten sich hier vier mal fünf Würfelzuckerstücke in fünf Schichten an. Nimmt man für alle Kantenlängen eines Zuckerstücks vereinfacht 1 cm an, so ergibt der Vergleich der Oberflächen 600 cm^2 zu 130 cm^2 , d. h. über eine viermal so große Oberfläche der einzelnen Stücke im Vergleich zum Block.

In der **zweiten Stunde** führen zwei arbeitsteilig durchgeführte Schülerversuche zu der Erkenntnis, dass der eingeatmeten Luft Sauerstoff entzogen und Kohlenstoffdioxid hinzugefügt wird. **M 3** dient als Versuchsanleitung. Je nach Verfügbarkeit von Zeit und Material können die Gruppen beide oder nur einen der Versuche durchführen. Die selbstständige Anfertigung eines Versuchsprotokolls bildet die Grundlage der Ergebnissicherung und stellt eine Übung dar, Experimente angemessen darzustellen und auszuwerten. Als Differenzierungsstufen stehen für die Protokollierung und Analyse der Versuche Tippkarten in **M 3a** zur Verfügung.



Die **dritte Unterrichtsstunde** behandelt die Atmung unter quantitativen Aspekten. Wiederum wird ein experimenteller Zugang vorgeschlagen. Zusammen mit den Ergebnissen der qualitativen Versuche aus der zweiten Stunde bilden sie die Grundlagen für das Verständnis der Anpassung der Atmung an unterschiedliche körperliche Anstrengungen. **M 4** bietet im ersten Teil zwei Varianten zur Messung des Atemvolumens an, von denen je nach vorhandener Ausstattung eine gewählt werden kann. Zusammen mit der Ermittlung der Atemfrequenz können die Schülerinnen und Schüler Größenordnungen zur Atmung beim Menschen eigenständig ermitteln.



In der **vierten Unterrichtsstunde** beschäftigt sich die Lerngruppe mit der Frage, wie das Ein- und Ausatmen erfolgt. Dazu verknüpfen die Lernenden Beobachtungen am eigenen Körper mit Funktionsmodellen, die im Original oder als Abbildung auf **M 5** angeboten werden.

Das Funktionsmodell zur Brustatmung kann mit geringem Aufwand von der Lerngruppe oder Lehrkraft hergestellt werden. Hier werden Pappstreifen und Musterbeutelklammern benötigt. Für das Modell der Bauchatmung werden Plastikflaschen, Strohhalm, Knetmasse und Luftballons benötigt. Wie bei der Verwendung des realen Modells zur Bauchatmung liegt der Vorteil darin, dass Bewegungen als solche wahrgenommen werden und nicht indirekt aus zwei Zuständen erschlossen werden müssen. Die haptischen Erfahrungen mit Modellen sind in der Regel auch motivierender als das Betrachten einer Abbildung. Beim Funktionsmodell zur Brustatmung bietet es sich an, in verschiedenen Stellungen an den inneren Rändern mit einem Stift entlangzufahren und die Fläche der Vierecke zu vergleichen. Die Berechnung gelingt besonders leicht, wenn man das Parallelogramm zu einem Rechteck transformiert.



Als Einstieg in die **fünfte Stunde** kann die Lehrkraft Fragen aus der ersten Stunde zitieren, die thematisieren, was mit dem Sauerstoff in der Lunge passiert und wo das Kohlenstoffdioxid herkommt. Wenn die Lerngruppe Erfahrungen aus dem Bereich Verdauung und Stoffverteilung unter Mitwirkung des Blutkreislaufs hat, wird vermutlich diese Form der Verteilung vorgeschlagen. Nachdem diese oder andere Hypothesen genannt werden, können die Schülerinnen und Schüler mithilfe von **M 6** ihre Hypothesen prüfen und ihre Vorstellungen erweitern.

Als Einstieg in die **sechste Stunde** können die Lernenden aufgefordert werden, Situationen zu beschreiben, in denen sie außer Atem waren. Wahrscheinlich sind Aktionen mit starker körperlicher Belastung, wie Sport, schwere Sachen tragen, etc. Daraus kann mit der Lerngruppe ein Untersuchungsdesign entwickelt werden, das naturwissenschaftlichen Kriterien entspricht: definierte Bedingungen (bestimmte Intensität der Belastung, Messungen in bestimmten Intervallen), Reproduzierbarkeit (paralleles Experimentieren unter gleichen Bedingungen). **M 7** bietet neben der Versuchsanleitung eine Möglichkeit zur präzisen grafischen Darstellung der Versuchsergebnisse. Die zweite Aufgabe fordert dazu auf, Hypothesen zur bedarfsgerechten Regelung der Atemtätigkeit zu formulieren. Deren Diskussion kann im Unterrichtsgespräch wahlweise zu einem einfachen Schema der Regelung mit je-desto-Sätzen führen oder zur Entwicklung eines Regelkreismodells.

Für die Versuchsdurchführung dienen die in der *PowerPoint* und separat im Zusatzmaterial eingefügten Bild- und Videodateien als Hilfestellung.



Hinweis zum Schülerversuch: Im Winter kann der Versuch bei niedrigen Außentemperaturen auch im Freien durchgeführt werden, wenn der Atem ohne Wattebausch gut erkennbar ist. Wenn genügend Zeit vorhanden ist, kann der Versuch in Zweiergruppen durchgeführt werden, bei der zwischen Versuchsperson und Kameramann gewechselt wird.

Lernvoraussetzungen

Es ist von Vorteil, wenn die Lernenden schon Erfahrungen in der selbstständigen Durchführung und Protokollierung einfacher Experimente haben. Ebenfalls von Vorteil sind humanbiologische Vorkenntnisse zum Blutkreislauf und den Organen.



Mögliche Alternativen oder Erweiterungsmöglichkeit

Eine naheliegende Erweiterung des Themas bildet die Behandlung der Gefahren durch das Rauchen. In vielen Bundesländern wird dieser Aspekt der Gesundheitserziehung ausdrücklich verlangt. In diesem Kontext kann auch das Einatmen möglicherweise krebserregender Stoffe (beim Tanken, Lagerfeuer, Grillen, Lösungsmittel in Farben etc.) thematisiert werden.

Auf einen Blick

Vorbemerkungen

Die GBU zum Versuch „Kohlenstoffdioxidnachweis in der Atemluft“ finden Sie im Online-Archiv.



Übergeordnetes Material

ZM 1 begleitende *PowerPoint*-Präsentation



Benötigt: Beamer bzw. Whiteboard für die Projektion

1. Stunde

Thema: Fragen zur Atmung und dem Weg der Atemluft

M 1 Was ich schon immer über die Atmung wissen wollte



M 2 Der Weg der Atemluft

Benötigt:

- ggf. ein Torsomodell
- ggf. Endgeräte mit Internetzugang für das Erklärvideo
- ggf. das digitale Tool *Mentimeter*

2. Stunde

Thema: Gasaustausch beim Atmen

M 3 Wie unterscheiden sich eingeatmete und ausgeatmete Luft?



M 3a Tippkarten zu M 3

Schülerversuch 1 Brenndauer einer Kerze bei eingeatmeter und ausgeatmeter Luft



Dauer: **Vorbereitung:** 5 min, **Durchführung:** 5 min

Geräte:

- 2 Teelichter
- 2 gleiche Glasgefäße ca. 1 l
- Feuerzeug
- Schlauch

Schülerversuch 2 Kohlenstoffdioxidnachweis in der Atemluft

Dauer: **Vorbereitung:** 5 min, **Durchführung:** 5 min

Chemikalien: Kalkwasser (gesättigte Calciumhydroxidlösung)

Geräte:

- 2 Gaswaschflaschen
- 2 Stative mit Klemme und Muffe
- T-Stück
- 3 Schlauchstücke

3. Stunde

Thema:	Atemzugvolumen und Atemfrequenz
M 4	Wieviel atmen wir Menschen?
Schülerversuch	Atemzugvolumen und Vitalkapazität
Dauer:	Vorbereitung: 5 min, Durchführung: 5 min
Geräte:	<input type="checkbox"/> Handspirometer mit Einmalmundstücken oder <input type="checkbox"/> pneumatische Wanne <input type="checkbox"/> Glasglocke mit Öffnung <input type="checkbox"/> durchbohrter Stopfen <input type="checkbox"/> Glasrohr mit Hahn <input type="checkbox"/> langes gebogenes Glasrohr <input type="checkbox"/> 2 Stative mit Klemme und Muffe <input type="checkbox"/> Abstandstücke

4. Stunde

Thema:	Bauch- und Brustatmung, Atemvolumen und Atemfrequenz
M 5	Wie gelangen Atemgase in den Körper bzw. hinaus?
Benötigt:	<input type="checkbox"/> ggf. Materialien zur Herstellung der Modelle <input type="checkbox"/> ggf. Endgeräte mit Internetzugang für das Erklärvideo

5. Stunde

Thema:	Zusammenwirken von Lunge und Blutkreislauf
M 6	Wie wird der Sauerstoff im Körper verteilt?
Benötigt:	<input type="checkbox"/> ggf. Endgeräte mit Internetzugang für das Erklärvideo

6. Stunde

Thema:	Regulierung der Atmung
M 7	Wie ändert sich die Atmung bei körperlicher Belastung?
Schülerversuch	Messung der Atemfrequenz
Benötigt:	<input type="checkbox"/> Stoppuhr <input type="checkbox"/> Wattebausch <input type="checkbox"/> Klebestreifen <input type="checkbox"/> Filmkamera (Smartphone, Laptop oder Digitalkamera), ggf. mit Befestigung oder Stativ



Lösungen

Die Lösungen zu den Materialien finden Sie ab Seite 19.

Mediathek

Weiterführende Internetseiten








- ▶ <https://www.youtube.com/watch?v=-CyRvqJR900>
Das kurze Erklärvideo „Wie funktioniert die Lunge?“ des Kanals *Stiftung Gesundheitswissen* geht auf den Aufbau der Lunge und den Gasaustausch ein.
- ▶ <https://www.youtube.com/watch?v=kxklh51XSzs>
In diesem 2-minütigen Video „Atemmechanik: Was passiert bei der Atmung? | einfach erklärt“ des Kanals *alpha Lernen* wird die Mechanik der Brust- und Bauchatmung erklärt.
- ▶ <https://www.youtube.com/watch?v=roaws9aFwNE>
Das ca. 6-minütige Video „Das Atmen beim Menschen“ des Kanals *Biologie – simpleclub* geht auf den Aufbau und die Funktion der Lunge ein und erläutert den Gasaustausch.

[letzter Abruf aller Links: 02.12.2022]

Minimalplan

Bei Zeitmangel könnte auf die Ermittlung der Schülerinteressen verzichtet werden und das Phänomen Atmung als Ausgangspunkt der Fragestellung: „Was passiert dabei mit der Luft?“ dienen. Dann würde sich **M 3** als Einstieg anbieten. Daran kann sich die Klärung der Anatomie anschließen. Die quantitative Untersuchung der Atmung mithilfe von **M 4** kann bei Zeitmangel durch die Bekanntheit entsprechender Daten ersetzt werden.

Erklärung zu den Symbolen

	Dieses Symbol markiert differenziertes Material. Wenn nicht anders ausgewiesen, befinden sich die Materialien auf mittlerem Niveau.				
	leichtes Niveau		mittleres Niveau		schwieriges Niveau
	Zusatzaufgabe		Alternative		Selbsteinschätzung

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Atmung und Blutkreislauf - Experimente und Modelle

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de

