



## Inhalt

	<u>Seite</u>
Vorwort	3
<b>1</b> Wie viel Sauerstoff ist enthalten?	4
<b>2</b> Wie funktioniert die Atmung bei Tieren?	5
<b>3</b> Die Atmung der Fische	6 - 10
<b>4</b> Zusatzatmung bei Fischen	11 - 12
<b>5</b> Die Atmung der Lurche	13 - 17
<b>6</b> Die Atmung der Kriechtiere	18 - 19
<b>7</b> Die Atmung der Vögel	20 - 21
<b>8</b> Die Atmung der Säugetiere	22 - 26
<b>9</b> Die Atmung der Insekten	27 - 29
<b>10</b> Die Lösungen	30 - 32



Liebe Kolleginnen und Kollegen,

zu den Themengebieten des Biologieunterrichts in den oberen Klassenstufen gehört die Atmung unter dem Blickwinkel des Energiegewinns. Hierzu erfolgt die Vermittlung der biochemischen und biophysikalischen Vorgänge, die in den Zellen und ganz speziell in den Mitochondrien ablaufen.

In den vorangegangenen Klassenstufen wird den Schülern ein Basiswissen zur Anatomie und Physiologie der Atmung vermittelt. Beide Themenkomplexe stellen die Schwerpunkte dieses Unterrichtsmaterials dar, welches sich inhaltlich auf die Atmung von Wirbeltieren und Insekten konzentriert.

Bei der Erarbeitung des Materials wurde großer Wert daraufgelegt, dass die Schüler die Atmung als einen komplexen Vorgang erfassen, der in untrennbaren Zusammenhang mit den Funktionen anderer Körpersysteme, insbesondere des Blutkreislaufs, steht.

Neben Erläuterungen und Aufgabenstellungen enthält dieses Material auch Anleitungen für einfach durchzuführende Experimente. Durch letztere sollen unter anderem im Körper ablaufende „unsichtbare“ Vorgänge sichtbar gemacht werden und so zu einem besseren/leichteren Verstehen des Unterrichtsstoffs beitragen. Mehrere Aufgaben wurden (teilweise durch Vorgabe einiger Begriffe) so formuliert, dass die Schüler durch logisches Denken bestimmte Abläufe der Atmung eigenständig erschließen können. Das schafft Erfolgserlebnisse, die wiederum dazu beitragen, das Interesse am Biologieunterricht bei zahlreichen Schülern weiter zu vertiefen.

Viel Spaß und Freude bei der Arbeit mit diesen Kopiervorlagen wünschen Ihnen und Ihren Schüler\*innen der Kohl-Verlag und

*Axel Gutjahr*

---

*Aufgrund der besseren Lesbarkeit wird im Folgenden die männliche Form Schüler bzw. Lehrer verwendet. Gemeint sind damit jedoch sowohl die weiblichen, als auch die männlichen Personen.*



# 1. Wie viel Sauerstoff ist enthalten?

Für die **Atmung aller Tiere** ist das **Vorhandensein von Sauerstoff** eine unabdingbare **Grundvoraussetzung**. Es handelt sich dabei um ein farbloses, geruchsloses und geschmackloses Gas, das in der Chemie mit dem Symbol O dargestellt wird.



Tiere benötigen zum Atmen unbedingt Sauerstoff.

**Sauerstoff lässt sich** sowohl in der atmosphärischen **Luft** als auch im **Wasser** und in den oberen **Bodenschichten** nachweisen – allerdings in unterschiedlichen Mengen. Die höchsten Mengen werden in der atmosphärischen Luft gemessen. So enthält ein Liter Luft etwa vierzigmal so viel Sauerstoff, wie in einem Liter Meerwasser gelöst sind.



Sauerstoff befindet sich sowohl in der Luft, im Wasser als auch im Boden.

Wenn die **atmosphärische Luft** völlig sauber ist, **setzt sie sich** ausschließlich aus **Gasen** zusammen. Deren prozentuale\* Anteile sind in der folgenden Tabelle aufgelistet. Die freie Stelle in der folgenden Tabelle ist zu ergänzen.

Gas	Anteil in %
Stickstoff	78
Edelgas Argon	knapp 1
Kohlendioxid	0,04
Sauerstoff	

\*Prozent bedeutet Anteile von 100. Das Abkürzungssymbol lautet %. Beispielsweise bedeutet 37% 37 Teile von 100.

**Aufgabe 1:** *Ermittle wie hoch der Anteil an Sauerstoff in etwa in der atmosphärischen Luft ist und trage diesen in die Tabelle ein. Du musst dabei den Anteil des Kohlendioxids, der sehr gering ist, nicht in deiner Berechnung berücksichtigen. Kleiner Tipp: Die Summe der prozentualen Anteile aller Gase muss 100 ergeben.*

## 2. Wie funktioniert die Atmung bei Tieren?



Bei der **Atmung erfolgt ein Gasaustausch mit der Umwelt**. Wie du inzwischen weißt, sind in der Luft, welche die Tiere und auch wir Menschen einatmen, 21 Prozent Sauerstoff enthalten. Diesen Sauerstoff filtert die Lunge aber nicht komplett aus der eingeatmeten Luft heraus. Stattdessen atmet beispielsweise die menschliche Lunge etwa 16 Prozent wieder aus. Du hast außerdem erfahren, dass in der atmosphärischen Luft etwa 0,04 Prozent Kohlendioxid enthalten sind. Im Unterschied dazu enthält die ausgeatmete Luft bei Menschen etwa 4 Prozent Kohlendioxid.

**Aufgabe 1:** *Berechne, wie viel mehr Kohlendioxid in der ausgeatmeten Luft vorhanden ist als in der atmosphärischen Luft.*



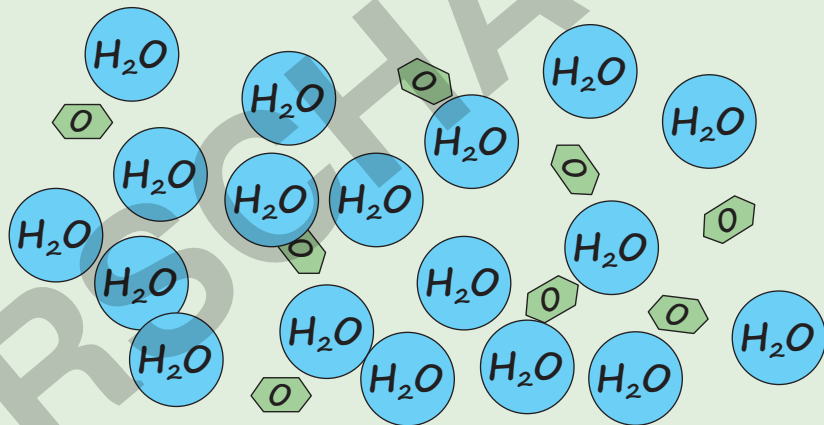
Der **eingeatmete Sauerstoff** dient dazu, dass der **Körper Energie gewinnen kann**. **Dadurch** ist es möglich, **sämtliche Funktionen der Organe aufrecht zu erhalten**. Damit diese Aufrechterhaltung dauerhaft funktioniert, muss der **Sauerstoff bis in die letzten Zellen des Körpers transportiert** werden. **Gleichzeitig** ist von dort ein **Abtransport des entstandenen Kohlendioxids** erforderlich. **Beide Transportaufgaben erfolgen** bei den Wirbeltieren **durch das Blut**.

### 3. Die Atmung der Fische



Vielleicht ist dir bereits bekannt, dass die chemische Formel für Wasser  $H_2O$  lautet. Dabei handelt es sich um eine flüssige Verbindung, die aus den Gasen Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O) gebildet wurde. Allerdings haben sich diese beiden Gase so fest miteinander verbunden, dass die Fische nicht in der Lage sind, den Sauerstoff daraus aufzunehmen. Stattdessen können sie nur den zusätzlich im Wasser gelösten Sauerstoff mit ihren Kiemen heraus filtern. Dieser gelöste Sauerstoff schwebt sozusagen im Wasser. Ein Teil davon wird von den Unterwasserpflanzen produziert und der andere Teil stammt aus der atmosphärischen Luft. Dieser Teil gelangt über die Wasseroberfläche in die tieferen Wasserbereiche.

Modell zu dem im Wasser gelösten Sauerstoff:



So kannst du dir den gelösten Sauerstoff (grüne Sechsecke) im Wasser (blaue Kreise) vorstellen. Der Sauerstoffgehalt ist allerdings nicht in jedem natürlichen Gewässer gleich. Stattdessen wird er vor allem von folgenden Faktoren beeinflusst:

- Anzahl der vorhandenen Unterwasserpflanzen (Je mehr davon vorhanden sind, umso mehr Sauerstoff kann pro Zeiteinheit produziert und ins Wasser abgegeben werden.)
- Reinheitsgrad des Wassers (In sauberes Wasser kann das Sonnenlicht tiefer und intensiver eindringen. Das Sonnenlicht ist wiederum eine notwendige Voraussetzung, damit die Wasserpflanzen viel Sauerstoff produzieren.)
- Temperatur des Wassers (Je wärmer Wasser wird, desto mehr entweicht der darin schwebende Sauerstoff.)
- Wasserbewegungen (Je intensiver sich Wasser bewegt, umso mehr atmosphärischer Sauerstoff kann von der Oberfläche in tiefere Bereiche transportiert werden. Deshalb ist das Wasser in fließenden Gewässern, wie etwa Bächen und Flüssen, oftmals sauerstoffreicher als in Tümpeln und Weihern.)

### 3. Die Atmung der Fische



**Aufgabe 3:** Vielleicht hast du schon einmal in einem Aquarium gesehen, dass durch eine sogenannte Umwälzpumpe Luft ins Wasser gesprudelt wurde. Welcher Vorteil entsteht dadurch für die Aquarienfische?

Äschen und Bachforellen leben unter natürlichen Bedingungen in zumeist kalten, schnell fließenden Gewässern. Dagegen besiedeln Schlammpeitzger und Schleien zumeist stehende wärmere Gewässer.



Bachforelle



Schlammpeitzger



Äsche



Schleie

Der über die Kiemen **aufgenommene Sauerstoff** gelangt zunächst über **größere, röhrenähnliche Blutgefäße** bis zu den Organen. Diese Blutgefäße bezeichnet man als **Arterien**. In den Organen **verzweigen sich die Arterien immer stärker und gleichzeitig wird ihr Durchmesser immer geringer**. Sobald die Blutgefäße zu **winzigen, hauchdünnen Kapillaren** geworden sind, **geben sie den Sauerstoff an die Gewebe und Zellen der Organe ab**. In diesen übernimmt ein anderer **Kapillartyp das Blut, welches inzwischen mit dem Kohlendioxid angereichert ist**, das die Organe abgegeben haben. Diese **Kapillaren fließen in kleinen Venen zusammen, die ihrerseits in größere Venen münden, die zum Herz führen**.

Das **Herz** besteht bei den Fischen aus **einer Vorkammer sowie einer Hauptkammer und funktioniert wie eine Pumpe**. Es befördert das venöse Blut in die Kiemen. Dort wird, wie dir inzwischen bekannt ist, das Kohlendioxid an das Wasser abgegeben und gleichzeitig erneut Sauerstoff aufgenommen.

**Aufgabe 4:** Welche Art reagiert empfindlicher, wenn der Sauerstoffgehalt in einem Gewässer von 10 mg/l auf 6 mg/l sinkt, Schleien oder Äschen? Erkläre auch kurz, warum das so ist.



## 6. Die Atmung der Kriechtiere

**Kriechtiere** werden wissenschaftlich auch als Reptilien bezeichnet. Zu ihnen gehören die **Schildkröten, Schlangen, Echsen** einschließlich der **Krokodile**, sowie die inzwischen ausgestorbenen **Saurier**.



Braune Schildkröten



Panzerkrokodil



Schlange, Korallennatter



Echse, Leguan

Im Unterschied zu den Lurchen wird die **Körperoberfläche der Kriechtiere** von trockenen **Hornschuppen überzogen**. Bei den Schildkröten sind sogar große Teile der Körperoberfläche mit Hornschilden und darunter befindlichen Knochenplatten bedeckt. Bei zahlreichen Kriechtieren weisen diese Hornstrukturen zudem eine große Dicke auf. Aus diesen Gründen kann kaum atmosphärische Luft durch die Reptilienhaut dringen. Somit besteht für diese Tiere **nur die Möglichkeit**, den erforderlichen **Sauerstoff durch Lungenatmung zu gewinnen**. Deshalb sind die Lungen der Kriechtiere nicht nur kompliziert aufgebaut, sondern auch deutlich leistungsfähiger als die der Lurche. Unter anderem befinden sich in den Lungen der Kriechtiere **mehr Falten und außerdem Kammern**. Dadurch ist die **verfügbare Oberfläche für den Gasaustausch um ein Vielfaches größer** als bei den Lurchen.

Bei den Kriechtieren gelangt die eingeatmete Luft durch die Nasenöffnungen und/oder den Mund in den Mund-Rachenraum. Anschließend passiert sie den Kehlkopf, die Luftröhre und strömt in die Lungen. Während bei manchen Kriechtieren, wie etwa bei den Echsen, Bronchien fehlen, sind solche beispielsweise bei Schildkröten vorhanden. Bei den **Bronchien** handelt es sich um **röhrenförmige Gebilde**, die sich netzartig in der Lunge verzweigen. Du kannst dir die Verzweigungen der Bronchien in etwa wie eine umgedrehte, laublose Baumkrone vorstellen.



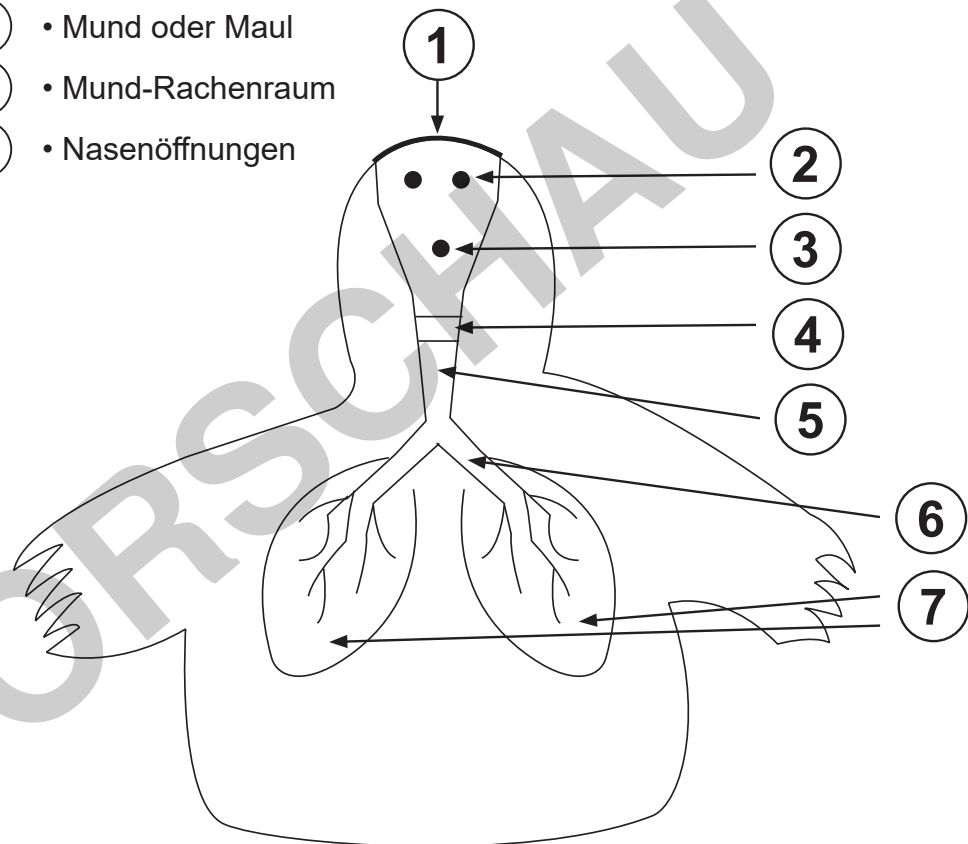
Die netzähnlichen Verzweigungen der Bronchien in der Lunge kann man sich wie eine umgedrehte, laublose Baumkrone vorstellen.

## 6. Die Atmung der Kriechtiere



**Aufgabe 1:** In der folgenden schematischen Zeichnung wurden die Atmungsorgane einer Schildkröte nummeriert. Ordne die folgenden Begriffe den Zahlen zu:

- Bronchien
- Kehlkopf
- Luftröhre
- Lungen
- Mund oder Maul
- Mund-Rachenraum
- Nasenöffnungen



Der Transport der Atemgase bis zu den Zellen erfolgt bei den Kriechtieren, genau wie bei Fischen und Lurchen, durch das Blut. Der Blutkreislauf gleicht dabei weitgehend dem der Lurche. So besteht das **Kriechtierherz** ebenfalls aus **einer Kammer und zwei Vorhöfen**. Im **Unterschied zu den Lurchen** ist allerdings bei den Kriechtieren der **Ansatz einer Herzscheidewand** vorhanden. **Diese kann jedoch noch nicht verhindern**, dass sich **sauerstoffarmes und sauerstoffreiches Blut miteinander vermischen**. Allerdings ist die Vermischung des sauerstoffarmen und sauerstoffreichen Blutes geringer als bei den Lurchen.



## 9. Die Atmung der Insekten



Genau wie Spinnentiere, Krebse und Tausendfüßer atmen auch Insekten sowie deren an Land lebende Larven durch Tracheen. Diese Larven werden oftmals als Raupen bezeichnet.



Wie alle Insekten atmet auch dieser Schmetterling über Tracheen.

Was sind Tracheen? Es handelt sich dabei um kleine, dünne Röhren die aus Chitin bestehen, bei dem es sich um ein Polysaccharid handelt. Polysaccharide sind Zuckerverbindungen, genauer gesagt Vielfachzucker. Gemeinsam mit der pflanzlichen Zellulose ist es das häufigste Polysaccharid auf der Welt. Ein anderes Saccharid, bei dem es sich allerdings um kein Poly- sondern nur um ein Disaccharid (einen Zweifachzucker) handelt, ist der Rohrzucker. Dieser wird in der Küche zum Süßen von Speisen verwendet. Er löst sich in Flüssigkeiten gut auf.

Außer den Tracheen besteht auch das Außenskelett, also die äußere Körperhülle, der Insekten aus Chitin.

**Aufgabe 1:** *Hast du eine Idee, warum sich der Chitinpanzer der Insekten nicht auflöst, wenn er mit Wasser, zum Beispiel in Form von Regen, in Kontakt kommt?*