

Mensch - Menschlicher Körper

Wie viel Luft passt in unsere Lungen?

Die SchülerInnen messen mit einfachen Mitteln ihr Lungenvolumen.

Zyklus: 4

Dauer: 1-2 Schulstunden

Benötigtes Material:

- Ein Eimer
- Eine größere Schüssel oder eine Wanne
- Luftballons
- Wasser
- Messbecher



Das aufgelistete Material reicht für ein einzelnes Experiment. Je nach Vorgehensweise (SchülerInnenanzahl, Einzel- oder Gruppenarbeit, o.ä.) musst Du die angegebenen Mengen anpassen.

Sicherheitshinweise

Dieses Experiment ist ungefährlich.

Praktische Tipps

Es ist sinnvoll, das Experiment einmal der Klasse zu zeigen und den SchülerInnen dann in Gruppen die nötige Zeit zu geben, sodass alle ihr Lungenvolumen messen können. In diesem Fall braucht jede Gruppe jeweils einen Eimer, eine Schüssel, Luftballons und einen Messbecher.

Dieses Experiment eignet sich gut dazu, draußen ausgeführt zu werden. So werden auch leichte Überschwemmungen im Klassensaal vermieden.

Die vorgeschlagene Aktivität kann eingebettet werden in ein größeres Projekt zum Thema Atmung im C4, kann aber auch unabhängig davon stattfinden.

Ablauf

Um Dich mit dem Ablauf und dem Material vertraut zu machen, ist es wichtig, dass Du das Experiment im Vorfeld einmal durchführst.

Möchtest Du die SchülerInnen das Experiment dokumentieren lassen? Am Ende dieses Artikels (über der Infobox) findest Du ein Forschertagebuch (PDF mit zwei A4-Seiten), welches deine SchülerInnen hierfür nutzen können.

Schritt 1: Stellt eine Frage und formuliert Hypothesen

Die Frage, die Ihr euch in dieser Einheit stellt, lautet:

Wie viel Luft passt in unsere Lungen?

Als Einstieg in das Thema bitte die SchülerInnen, ihre Augen zu schließen und die Hände auf den Hals, dann auf den Brustkorb (und vielleicht auch den Bauch und die Taille) zu legen und ein paarmal tief ein- und auszuatmen. So können sie selbst den Weg der Atemluft verfolgen. Sie können spüren, wie die Luft ein- und ausströmt und wie der Brustkorb sich ausdehnt und wieder abflacht.

Doch wie viel Luft passt eigentlich in unsere Lungen? Haben alle Menschen gleichgroße Lungen? Wovon hängt die Lungengröße ab? Gibt es Unterschiede zwischen Kindern und Erwachsenen? Ist das Lungenvolumen abhängig von der Körpergröße, vom Gesundheitszustand usw.? Ist das Lungenvolumen von Sportlern größer als das von eher unsportlicheren Menschen? Lasse die Kinder Vermutungen anstellen, wie viel Luft (in Litern) wohl in ihre Lungen passt. Damit sich die SchülerInnen gut vorstellen können, wieviel Volumen einem Liter entspricht, zeige ihnen den Messbecher oder weise sie darauf hin, dass Saft und Milch häufig in 1-Liter-Packungen angeboten wird.

Halte die Hypothesen an der Tafel fest. Die richtige Antwort zu finden ist hier nebensächlich. Es geht vielmehr darum Ideen zu entwickeln und herauszufinden, was die SchülerInnen bereits wissen.

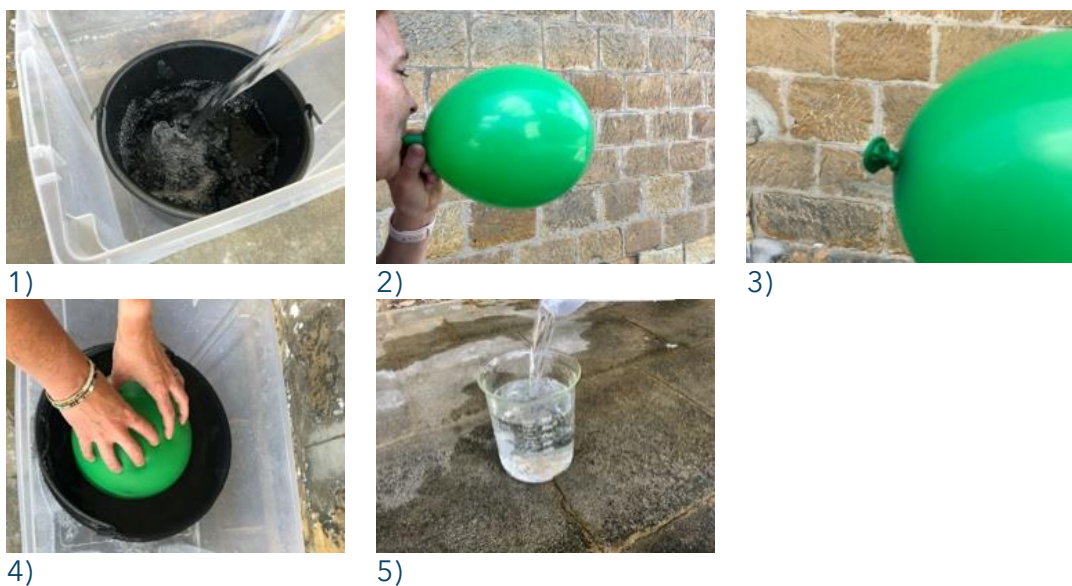
Schritt 2: Führt das Experiment durch

Um herauszufinden, wieviel Luft in die Lungen passt, kann jede(r) SchülerIn nun sein/ihr eigenes Lungenvolumen bemessen.

Du kannst den SchülerInnen sofort die Anleitungen zum Experiment geben, du kannst sie aber auch, um ihre Neugierde zu wecken, zuerst in Gruppen überlegen und ausprobieren lassen, wie man das Lungenvolumen bemessen könnte. Dies erhöht den Zeitaufwand, ist aber sehr ergiebig.

Gehe folgende Schritte gemeinsam mit den SchülerInnen durch, aber lasse sie das Experiment selbst durchführen:

- 1) Stelle den Eimer in die Schüssel oder Wanne und fülle ihn randvoll mit Wasser.
- 2) Nimm tief Luft und atme einmal in den Luftballon aus. Versuche, so viel Luft wie nur möglich mit einer Ausatmung in den Ballon zu blasen. (Da sich einige Ballons beim erstmaligen Gebrauch nur schwer aufblasen lassen, kannst du deinen Ballon auch im Vorfeld einmal aufblasen und die Luft wieder entweichen lassen.)
- 3) Verknote den Ballon.
- 4) Drücke deinen Ballon nun in den mit Wasser gefüllten Eimer. Versuche, ihn vollständig im Eimer zu versenken.
- 5) Nun kannst du das übergelaufene Wasser, das in der Schüssel oder in der Wanne gesammelt wurde, in den Messbecher schütten und das Volumen ablesen.



Schritt 3: Beobachtet was passiert

Je nach Alter, Fitness und Körpergröße werden die SchülerInnen zwischen 1,5 und 3,0 Liter gemessen haben. (Die Angaben beziehen sich auf Kinder, die zwischen 10-11 Jahre alt und 140-145cm groß sind; Quelle: www.leichter-atmen.de/lungenfunktionstest-werte).

Da es unmöglich ist, die Lungen vollkommen zu entleeren, ist das tatsächliche Lungenvolumen etwa einen Liter größer als bemessen.

Entsprechen die Resultate in etwa den Schätzungen der SchülerInnen?
Lasse die SchülerInnen berichten, welche Erfahrungen sie gemacht haben.

Schritt 4: Erklärt das Ergebnis

Gesunde Erwachsene haben ein Lungenvolumen zwischen 4,2-6,0 Litern. Tatsächlich durch Ein- und Ausatmen bewegt werden können aber nur etwa 3,5-4,8 Liter, da 0,7-1,2 Liter Luft aus verschiedenen Gründen immer in der Lunge bleiben müssen. Beispielsweise, um ein Zusammenfallen und irreversibles Verkleben der Lungenbläschen zu verhindern (<https://www.wissen.de/bildwb/lungenkapazitaeten-atmen-literweise>). Das Lungenvolumen ist abhängig von der Körpergröße und dem Gesundheitszustand eines Menschen. Raucher haben ein geringeres Lungenvolumen als Nichtraucher, da die Elastizität der Lungenbläschen mit der Zeit nachlässt. Das Lungenvolumen lässt sich trainieren, Leistungsschwimmer können beispielsweise bis zu acht Liter, Apnoe-Taucher sogar bis zu zehn Liter Luft aufnehmen. (<https://www.muenchen-klinik.de/lungenkrankheiten-atemwegserkrankungen/lungenvolumen-test/>).

Natürlich ist die oben beschriebene Methode zur Bestimmung des Lungenvolumens wissenschaftlich nicht hundertprozentig exakt: Es bedarf schon

einiger Fingerfertigkeit, den Ballon ganz zu versenken, ohne die Finger mit ins Wasser einzutauchen. Es kann auch sein, dass beim Verknoten des Ballons etwas Atemluft entweicht. Wie schon bei Punkt 3 angegeben, ist es unmöglich, die Lungen vollständig zu entleeren. Das tatsächliche Lungenvolumen ist also größer als das gemessene Volumen.

Da das Lungenvolumen abhängig von der Körpergröße ist, haben Kinder ein geringeres Lungenvolumen als Erwachsene. Mit steigendem Alter nimmt das Lungenvolumen zu, ab etwa 25 Jahren allerdings auch wieder ab (<https://www.leichter-atmen.de/lexikon-fev1>).

Eine detailliertere Erklärung und weitere Infos findest Du in der **Infobox**.

Anmerkung: Du musst als LehrerIn nicht alle Antworten und Erklärungen bereits kennen. Es geht in dieser Rubrik „Ideen für den naturwissenschaftlichen Unterricht in der Grundschule“ vielmehr darum den SchülerInnen die wissenschaftliche Methode (Frage - Hypothese - Experiment - Beobachtung/Fazit) näher zu bringen, damit sie lernen diese selbstständig anzuwenden. Ihr könnt die Antwort(en)/Erklärung(en) in einem weiteren Schritt gemeinsam in Büchern, im Internet oder durch Experten-Befragung erarbeiten.

Oft werfen das Experiment und die Beobachtung (Schritt 2 & 3) neue Fragen auf. Nimm Dir die Zeit auf diese Fragen einzugehen und Schritt 2 und 3 mit Hinblick auf die neugewonnenen Erkenntnisse und mit anderen Variablen zu wiederholen.

Hintergrundwissen

Die Lunge ist ein lebenswichtiges Organ, das die Atmung und damit die Sauerstoffaufnahme aus der Luft in das Blut ermöglicht. Anders als das rhythmische Ein- und Ausatmen vermuten lässt, erfolgt die Sauerstoffaufnahme jedoch nicht stoßartig, sondern kontinuierlich. Das liegt daran, dass nicht die gesamte Luft ausgeatmet wird, sondern immer ein bestimmtes Volumen an Luft in der Lunge verbleibt. Beim ruhigen Ausatmen verbleiben etwa 1,4-2,4 Liter in der Lunge. Wenn nach einem normalen Atemzug zusätzlich ausgeatmet wird, können weitere 0,7-1,2 Liter Luft (expiratorisches Restvolumen, ERV) die Lunge verlassen. Die dann noch in der Lunge verbleibende Luft (Residualvolumen, RV) misst ebenfalls etwa 0,7-1,2 Liter. Beim ruhigen Ein- und Ausatmen werden etwa 0,5 Liter Luft (Atemzugvolumen, AZV) bewegt. Nach dem ruhigen Einatmen können zusätzliche 2,3-3,1 Liter Luft (inspiratorisches Restvolumen, IRV) eingeatmet werden. Alle Volumina zusammen ergeben die sogenannte Totalkapazität (TK). Die Totalkapazität ist das maximal mögliche Luftvolumen, das eine normale Lunge aufnehmen kann. Bei Frauen sind dies durchschnittlich 4,2 Liter, bei Männern 6,0 Liter. SportlerInnen liegen in der Regel über diesem Wert. Zieht man das Residualvolumen von der Totalkapazität ab, ergibt sich die sogenannte Vitalkapazität (VK). Sie beträgt bei Frauen durchschnittlich 3,5 Liter und bei Männern 4,8 Liter.

	ERV	+AZV	+IRV	=VK	+RV	=TK
Frauen	0,7	0,5	2,3	3,5	0,7	4,2
Männer	1,2	0,5	3,1	4,8	1,2	6,0

Das Residualvolumen verhindert das Zusammenfallen und Verkleben der Lungenbläschen, indem der Innendruck in den Bläschen aufrechterhalten wird. Außerdem wird mit dem Residualvolumen ein kontinuierlicher Gasaustausch während der Atempause zwischen Ein- und Ausatmen gewährleistet.

Die Lunge ermöglicht einen Gasaustausch zwischen Luft und Blut. Beim Ein- und Ausatmen wird die Luft durch die Nase oder den Mund und dann durch die Luftröhre in das Bronchialsystem der Lunge geleitet. Das Bronchialsystem der Lunge besteht aus immer kleiner werdenden Verästelungen und sieht aus wie ein umgedrehter Baum. Der tatsächliche Gasaustausch findet an den Enden der Verästelungen statt, den Lungenbläschen. Die Wand der Lungenbläschen, die sogenannte alveolokapilläre Membran, ist sehr dünn und liegt zwischen der Luft und dem Blut. Durch die Membran diffundiert Sauerstoff (O₂) aus der eingeatmeten Luft ins Blut und Kohlendioxid (CO₂) aus dem Blut in die Luft, die anschließend ausgeatmet wird. Sauerstoff wird vom menschlichen Organismus benötigt, um die Energieproduktion der Zellen aufrecht zu erhalten. Lungenbläschen haben einen Durchmesser von 0,2 Millimetern. Es gibt etwa 300 Millionen Lungenbläschen, deren Membranen eine Gesamtoberfläche von 100 m² haben. Diese Fläche ist 50-mal so groß wie die Oberfläche der Haut.

Die menschliche Lunge besteht aus zwei Lungenflügeln, die im beweglichen Brustraum liegen und mit diesem verbunden sind. Der rechte Lungenflügel besteht aus drei sogenannten Lappen, der linke aus zwei. Nach unten sind die Lungenflügel mit dem Zwerchfell verbunden. Das Zwerchfell ist ein Muskel in Form einer Doppelkugel. Bei der Einatmung wird bei Beteiligung des Zwerchfells das Volumen des Brustkorbs vergrößert, indem sich Zwerchfell durch Kontraktion abflacht. Bei der Brustatmung werden die Rippen von Muskeln nach außen gezogen und das Volumen ebenfalls vergrößert. Es entsteht ein Unterdruck, der durch die Einatmung ausgeglichen wird. Die Ausatmung ist im Wesentlichen passiv. Das Zwerchfell entspannt sich und dehnt sich wieder aus. Auch die Brustmuskulatur entspannt sich und die Rippen senken sich wieder. Luft strömt aus der Lunge aus.

Die Atemfrequenz von gesunden Erwachsenen in Ruhestellung liegt bei etwa 12-20 Zügen pro Minute. Bei Kindern ist sie noch höher und beträgt bis zu 25 Züge pro Minute. Bei Anstrengung steigt dieser Wert deutlich an und kann bei 40-50 Zügen pro Minute liegen. Ihr könnt das auch nachprüfen. Lass die SchülerInnen ihre Atemfrequenz messen. Wie häufig atmen sie in der Minute? Ihr könnt das Ergebnis für jedes Kind an der Tafel festhalten. Dann könnt ihr ein paar Kniebeugen machen und wieder die Anzahl der Atemzüge messen. Wie häufig atmen die SchülerInnen jetzt? Dieses Experiment ist auch Teil unseres Dossiers „Wie reagiert unser Körper auf Anstrengung?“ (demnächst online)

*Autoren: Marianne Schummer und Olivier Rodesch (script), Michèle Weber (FNR), Insa
Gülzow (scienceRelations)*

Redaktion: Michèle Weber (FNR)

*Konzept: Jean-Paul Bertemes (FNR), Michelle Schaltz (FNR); Joseph Rodesch (FNR), Yves
Lahur (script)*