

Menschlicher Körper - Lungenvolumen

Wie viel Luft passt in unsere Lungen?

Die Schülerinnen und Schüler messen mithilfe eines Luftballons und Wasser ihr Lungenvolumen.

Zyklus: 4

Dauer: etwa 1 Schulstunde

Benötigtes Material:

- Ein Eimer
- Einen größeren Behälter oder eine Wanne
- Luftballons
- Wasser
- Messbecher
- Optional: Schneidebrett oder Topfdeckel, das/der größer ist als der Eimer
- Optional: Tücher oder Lappen



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

Sicherheitshinweise

Dieses Experiment ist ungefährlich.

Praktische Tipps

Ihr könnt ein Schneidebrett oder einen Topfdeckel auf den Ballon legen und ihn damit unter Wasser drücken. So gelangen keine Finger oder Hände ins Wasser, die das Resultat verfälschen könnten.

Es ist sinnvoll, das Experiment einmal der Klasse zu zeigen und den Kindern dann in Gruppen genug Zeit zu geben, so dass alle ihr Lungenvolumen messen können. In diesem Fall braucht jede Gruppe jeweils einen Eimer, eine Schüssel, ein Topfdeckel/Schneidebrett, Luftballons und einen Messbecher.

Dieses Experiment eignet sich gut dazu, draußen ausgeführt zu werden. Haltet andernfalls Tücher oder Lappen bereit, um verschüttetes Wasser aufzuwischen.

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 Kinder das Experiment dokumentieren lassen? Am Ende dieses Artikels (über der Infobox) findest du ein Forschungsblatt (PDF mit zwei A4-Seiten), welches die Kinder 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?

Möglicher Einstieg:

Bitte die Schülerinnen und Schüler, 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.

Lasse die Kinder Hypothesen aufstellen, wie viel Luft (in Litern) wohl in ihre Lungen passt. Damit sich die Kinder gut vorstellen können, wie viel Volumen einem Liter entspricht, zeige ihnen den Messbecher oder weise sie darauf hin, dass Saft und Milch häufig in 1-Liter-Packungen angeboten werden.

Weiter Fragen, die du aufwerfen kannst: Haben alle Menschen gleich große Lungen? Wovon hängt die Lungengröße ab? Gibt es Unterschiede zwischen Kindern und Erwachsenen? Ist das Lungenvolumen abhängig von der Körpergröße, vom Gesundheitszustand etc.? Ist das Lungenvolumen von sportlichen Menschen größer als das von eher unsportlichen Menschen?

Zeichnet und notiert eure Hypothesen und/oder haltet sie an der Tafel fest. Teilt sie mit der Klasse und begründet eure Überlegungen. Die richtige Antwort zu finden ist hier nebensächlich. Es geht vielmehr darum Ideen zu entwickeln und herauszufinden, was die Kinder bereits wissen.

Frage die Kinder anschließend, ob sie eine Idee haben, wie sie ihr Lungenvolumen mit einem Experiment messen könnten. Um sie zu dem vorgeschlagenen Experiment hinzuführen, kannst du ihnen auch das Material für das Experiment zeigen.

Schritt 2: Führt das Experiment durch

Um ihr Lungenvolumen in Litern zu bestimmen, messen die Kinder, wie viele Liter Wasser aus einem randvoll gefüllten Eimer herauslaufen, wenn man einen Luftballon hineindrückt, der mit der Luft einer Ausatmung gefüllt ist.

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

- a. Stellt den Eimer in den Behälter oder die Wanne und füllt ihn randvoll mit Wasser.
- b. Nehmt tief Luft und atmet einmal in den Luftballon aus. Versucht, 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, könnt ihr euren Ballon auch im Vorfeld einmal aufblasen und die Luft wieder entweichen lassen.)
- c. Verknotet den Ballon.
- d. Drückt euren Ballon nun in den mit Wasser gefüllten Eimer. Versucht, ihn vollständig im Eimer zu versenken.
- e. Nun könnt ihr das übergelaufene Wasser, das sich in der Schüssel oder in der Wanne angesammelt hat, in den Messbecher schütten und das Volumen ablesen.



a.



b.



c.



d.



e.

Schritt 3: Beobachtet was passiert

Je nach Alter, Fitness und Körpergröße werden die Kinder zwischen 1,5 und 3,0 Litern messen. Die Angaben beziehen sich auf Kinder, die 10 - 11 Jahre alt und 140 - 145 cm 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 gemessen.

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

Schritt 4: Erklärt das Ergebnis

Gesunde Erwachsene haben ein Lungenvolumen von 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 immer in der Lunge bleiben müssen. Beispielsweise, um zu verhindern, dass die Lungenbläschen zusammenfallen und irreversibel verkleben.

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 (Quelle: <https://www.leichter-atmen.de/lexikon-fev1>).

Das Lungenvolumen ist ebenfalls abhängig vom Geschlecht und Gesundheitszustand eines Menschen. Frauen haben ein geringeres Lungenvolumen als Männer. 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 8 Liter, Apnoe-Taucher sogar bis zu 10 Liter Luft aufnehmen.

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 unter „Beobachtung“ angegeben, ist es unmöglich, die Lungen vollständig zu entleeren. Das tatsächliche Lungenvolumen ist also größer als das gemessene Volumen.

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

Anmerkung: Du musst als Lehrperson nicht alle Antworten und Erklärungen bereits kennen. Es geht in dieser Rubrik „Ideen für den naturwissenschaftlichen Unterricht in der Grundschule“ vielmehr darum den Kindern 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. Wie sieht es z. B. mit anderen Fruchtjoghurts aus? Testet es gemeinsam!

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)

Erweiterte Experimente

Um den Unterschied zwischen eingeatmeter Luft (Raumluft) und ausgeatmeter Luft zu visualisieren, braucht ihr 2 Teelichter und 2 identische Gläser. Zündet die Teelichter an, atmet dann in eins der Gläser aus und stülpt beide Gläser schnell und zeitgleich jeweils über ein Teelicht. Beobachtet, was passiert. Eine Flamme braucht Sauerstoff zum Brennen. Das Teelicht, welches sich unter dem mit ausgeatmeter Luft gefüllten Glas befindet, erlischt schneller als das andere Teelicht, weil die ausgeatmete Luft weniger Sauerstoff enthält als Raumluft.

Das Experiment zeigt, dass der Körper durch die Atmung Sauerstoff aufnimmt. „Eingeatmete Luft enthält ungefähr 21% Sauerstoff, ausgeatmete Luft nur noch 16%. Der fehlende Sauerstoff wurde in unserem Körper verbraucht, in den Lungenbläschen tritt der Sauerstoff ins Blut über. Gleichzeitig entweicht Kohlenstoffdioxid aus dem Blut in die Luft.“ (Quelle: Hilfe- und Infokarten, Versuchskasten „Mir expérimentéiere mat Loft“)



Im Sportunterricht: Tief einatmen und schreiend losrennen. Wer keine Puste mehr hat, kann auch keinen Ton mehr von sich geben, also: sofort stehen bleiben! Wer läuft die längste Strecke, indem sie/er gleichzeitig hörbar einen Ton von sich gibt?

Zum Konzept dieser Rubrik: Wissenschaftliche Methode vermitteln

Die Rubrik „Ideen für naturwissenschaftlichen Unterricht in der Grundschule“ wurde in Kooperation mit dem Script (Service de Coordination de la Recherche et de l'innovation pédagogiques et technologiques) ausgearbeitet und wendet sich hauptsächlich an Lehrkräfte der Grundschule. Das Ziel der Rubrik ist es, dich als Lehrperson mit kurzen Beiträgen dabei zu unterstützen, die naturwissenschaftliche Methode zu vermitteln. Hierzu ist es nicht nötig, dass du bereits alles über das jeweilige Naturwissenschafts-Thema weißt. Sondern vielmehr, dass du ein Umfeld schaffst, in dem die Kinder experimentieren und beobachten können. Ein Umfeld, in dem die Kinder lernen Fragen und Hypothesen zu formulieren, Ideen zu entwickeln und durch Beobachtung Antworten zu finden.

Wir strukturieren unsere Beiträge daher auch immer nach demselben Schema (Frage, Hypothese, Experiment, Beobachtung/Fazit), * wobei das Experiment entweder selbständig in der Klasse durchgeführt wird oder durch Abspielen eines Videos vorgezeigt wird. Dieses Schema kann eigentlich für alle wissenschaftlichen Themen angewendet werden.

Mit dem Hintergrundwissen liefern wir weiterführende Erklärungen, damit sich interessierte Lehrkräfte informieren können und aufkommende Fragen beantworten können. Außerdem besteht so die Möglichkeit, dass die Kinder selbständig auf science.lu die Erklärung recherchieren.

Wir hoffen, dass unsere Beiträge behilflich sind und von dir in der Schule genutzt werden können. Wir freuen uns über Feedback und Anregungen und sind gerne bereit, unsere Beiträge stetig zu optimieren. Hier kannst du uns kontaktieren.

**In der Praxis läuft der wissenschaftliche Prozess nicht immer so linear ab. Der Einfachheit halber gehen wir in dieser Rubrik jedoch meistens linear vor.*

Ausflugziele in Luxemburg und Umgebung zu diesem Thema

Hier findest du Links zu Wissenschaftskommunikatoren und Workshop-Anbietern.

Bietet deine Institution auch pädagogische Aktivitäten in diesem Bereich an und möchtest du auf science.lu verlinkt werden? Dann nimm bitte hier Kontakt mit uns auf.

SciTeach Center: Experimentiermaterial & forschend-entdeckendes Lernen

Im SciTeach Center können sich Lehrkräfte Info-, Experimentier- und Expositionsmaterial ausleihen und mit dem kinderzentrierten „forschend-entdeckenden“ Lernen vertraut machen. Das Zentrum bietet auch Weiterbildungen an.

Während unsere Rubrik darauf abzielt, den Kindern die naturwissenschaftliche Methode anhand einer Anleitung näher zu bringen, geht es beim Konzept vom kinderzentrierten forschend-entdeckenden Lernen darum, den Kindern selbst mehr Gestaltungsmöglichkeiten zu geben. Du gibst als Lehrperson nur ein paar Materialien oder Fragen vor. Die Kinder entscheiden dann selbst, wofür sie sich interessieren oder was sie ausprobieren wollen. Als Lehrperson begleitest und unterstützt du sie dabei.

Im SciTeach Center soll das Kompetenzzernen im naturwissenschaftlichen Unterricht gefördert werden. Um dieses Ziel zu erreichen, bietet das SciTeach Center Lehrkräften die Möglichkeit, gemeinsam mit anderen Lehrkräften und dem wissenschaftlichen Personal des SciTeach Centers neue Ideen und Aktivitäten für ihren naturwissenschaftlichen Unterricht zu entwickeln. Durch diese Zusammenarbeit soll auch das Vertrauen in den eigenen Unterricht gestärkt und mögliche Ängste gegenüber freiem Experimentieren abgebaut werden. Betreut werden die Veranstaltungen von wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Universität Luxemburg sowie von Lehrkräften.

Auch interessant:

Wie kannst du einen Luftballon aufblasen, ohne zu pusten?

<https://www.science.lu/de/technologie-luft/wie-kannst-du-einen-luftballon-aufblasen-ohne-zu-pusten>

Wie funktioniert ein Feuerlöscher?

<https://www.science.lu/de/technologie-luft/wie-funktioniert-ein-feuerloescher>

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)

Überarbeitung: Tim Penning, Thierry Frenz (SCRIPT)