

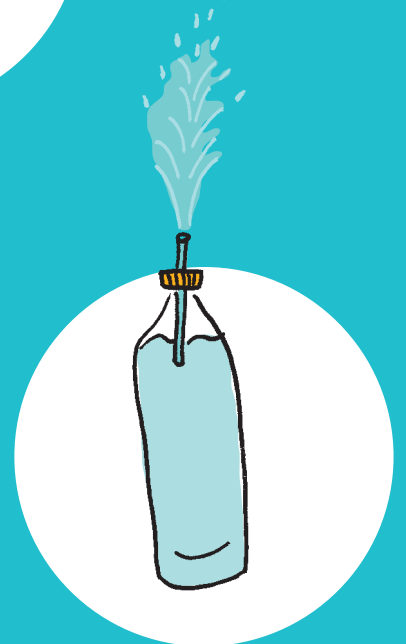
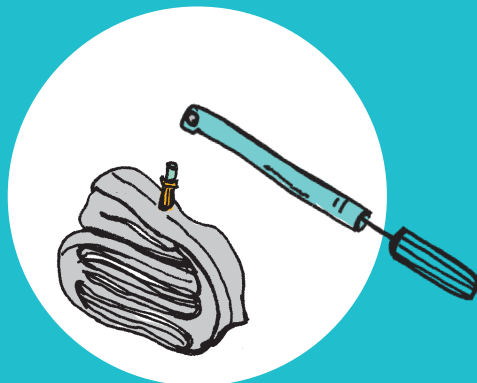
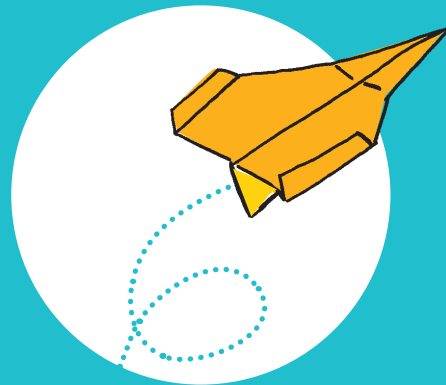
ZAUBERHAFFE PHYS K

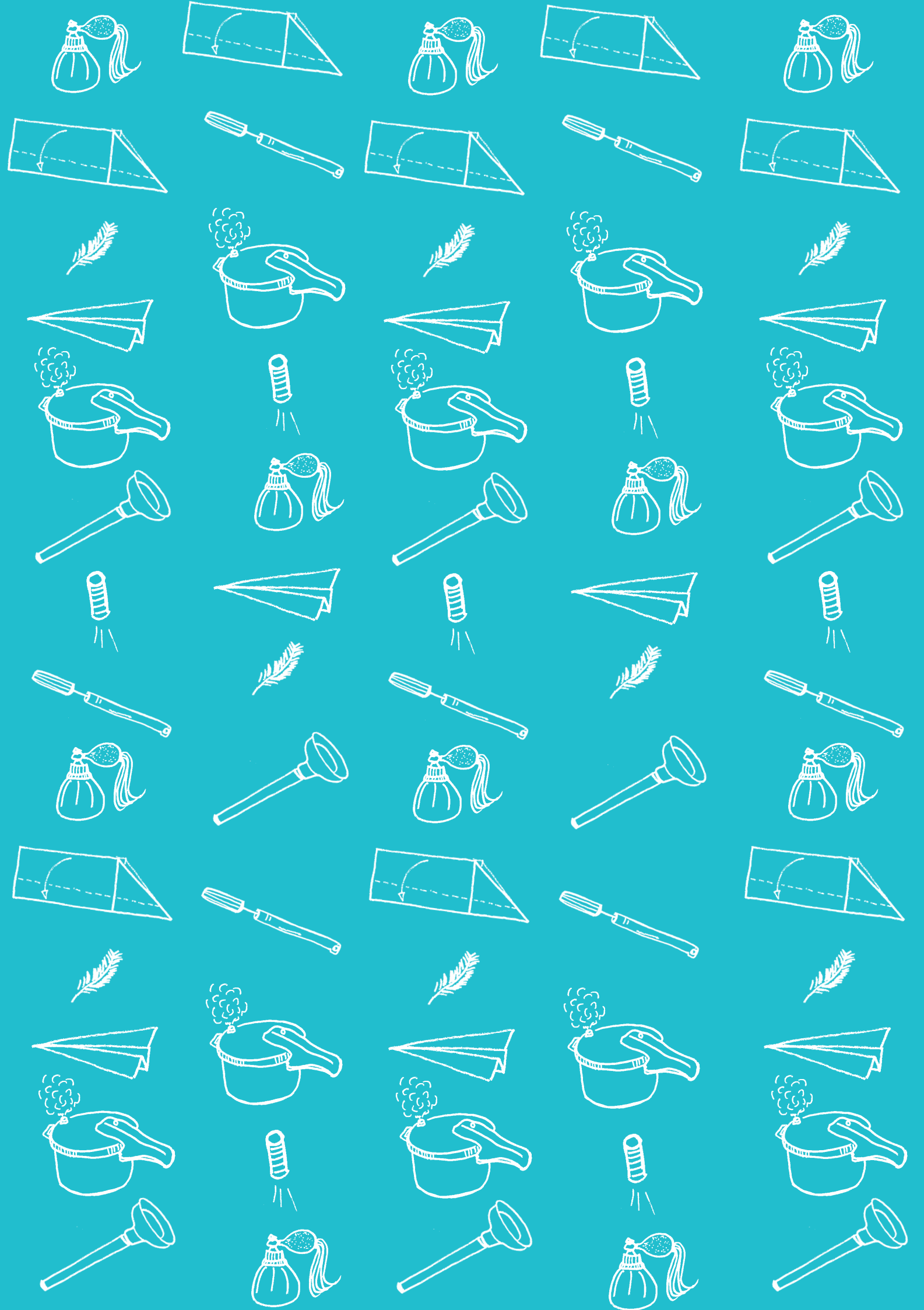
gefördert durch



ab 2025 gefördert durch
Werner Schröder
Stiftung

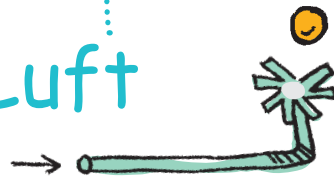
Wir zaubern mit Luft Experimente für Klein und Groß

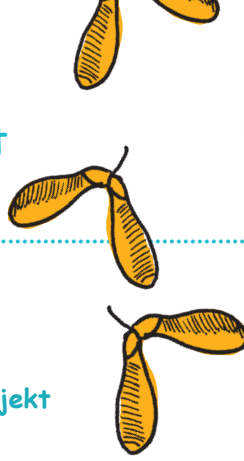




ZAUBERHAFTE PHYS  K

Wir zaubern
mit Luft



**3 Ein paar Worte zum Projekt****4 Versuchsübersicht****15 Forschungsaufträge****15 Luftwiderstand**

Das Fall-Beispiel

15 Luftdruckänderung durch Massenänderung

Der Überdruck im Schlauch

Der Unterdruck in der Flasche

15 Luftdruckänderung durch Volumenänderung

Drücken oder Ziehen

Der Saughaken

Die Taucherglocke

Die haftende Postkarte

Der Ballontest

Die Luftsperr

Der Flaschenteufel

18 Luftdruckänderung durch Temperaturänderung

Der thermische Wasserheber

Die haftenden Becher

Der Kerzenfahrstuhl

Die Heißluftspirale

19 Luftdruckänderung durch strömende Luft

Die liebenden Blätter

Die schwebende Pustekugel

Der haltende Trichter

Der Wunderschlauch

20 Rund ums Fliegen

Flug-Objekte

Die Fall-Beispiele

Lilienthals Storch

21 Papierflieger-Wettbewerb

Das Falt-ABC

Einen Papierflieger falten und testen

Der Wettbewerbsflieger

Der Wettkampf

22 Wissenswertes**22 Allgemeines****24 Zu jedem Versuch****39 Lösungen, Forschungsaufträge****39 Luftwiderstand****39 Luftdruckänderung durch Massenänderung****40 Luftdruckänderung durch Volumenänderung****42 Luftdruckänderung durch Temperaturänderung****43 Luftdruckänderung durch strömende Luft****44 Rund ums Fliegen****45 Nacharbeit****45 Hausversuche**

Die Knitterflasche

Die Flasche mit Loch

Die starke Luft

Das Luftkissen

Das Korkenschießen

47 Wissenswertes, Hausversuche**49 Lösungen, Hausversuche****51 Rätsel & Übungen****54 Lösungen, Rätsel & Übungen****57 Anhang**

Kopiervorlagen

V Vorführversuche**24 Die unsichtbare Masse****27 Die Saugglocken****30 Der thermische Springbrunnen****33 Die Luftballonrakete****35 Die Heißluft-Tüte****35 Flug-Objekte****36 Das Flügelprofil****37 Die Flugfähigkeit**

Legende für die Forschungsaufträge ab Seite 15



Arbeitsauftrag



Beobachtung



Schlussfolgerung



Bei der „Zauberhaften Physik“ ...

... besuchen jeweils fünf Physikpaten und ein Moderator eine Grundschulklasse. Im Gepäck haben sie einen Koffer mit allen erforderlichen Experimentier-Materialien zum Thema. Der Moderator führt mit einem Versuch ins Thema ein; an den Tischen folgen Experimente in Kleingruppen von vier bis fünf Kindern – unter Betreuung der Paten. Das Projekt „Zauberhafte Physik“ startete bei der Bürgerstiftung Berlin im Jahr 2007 mit Maren Heinzerling.

„Wir zaubern mit Luft“...

... basiert auf der jahrelangen Erfahrung unserer Patenarbeit. Die vorliegende Dokumentation dient als Handreichung für die Paten der „Zauberhaften Physik“ und die Lehrkräfte der besuchten Schulen. Es sind Versuche und Anwendungsbeispiele zu Schwerpunkten zusammengestellt worden. Ebenso wird auf den Bau von Papierfliegern mit Wettkampf-Option ausführlich eingegangen.

In der „Versuchsübersicht“...

... finden Sie alle Versuche auf einen Blick, inklusive der erforderlichen Materialien und Hinweise wie den physikalischen Schwerpunkten und den geeigneten Altersstufen der Kinder. Ebenso finden Sie dort spezielle Vorführversuche und einen Überblick zur möglichen Nacharbeit.

Die „Forschungsaufträge“...

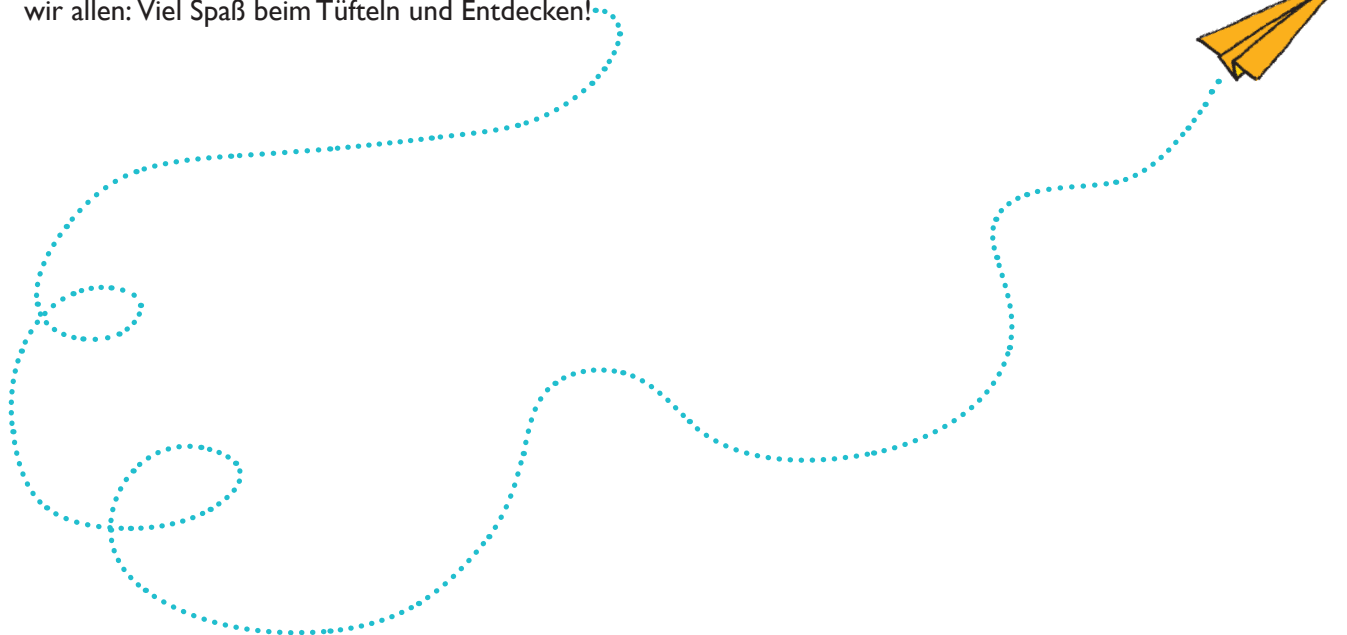
... richten sich an die Kinder und lassen sich zum eigenständigen Erforschen an den Experimentiertischen einsetzen.

Die Nacharbeit ...

... ist ein Angebot für die Lehrkräfte. Mit Hausversuchen, Rätseln und Übungen können die Erkenntnisse aus den „Zauberhaften-Physik“-Besuchen ergänzt und gefestigt werden.

Und zum Schluss ...

... noch eins: Unser wichtigstes Ziel ist es, Freude am Experimentieren zu vermitteln, die Kinder zum Staunen zu bringen und gemeinsam dem Zauber auf die Schliche zu kommen. So wünschen wir allen: Viel Spaß beim Tüfteln und Entdecken!





Versuche	Material, Hinweise	
LUFTWIDERSTAND		
Das Fall-Beispiel - Eine Plastikflasche mit Feder und Stein verschließen und fallen lassen. → Alle drei Teile treffen gleichzeitig auf dem Tisch oder Fußboden auf. - Stein und Feder ohne Flasche aber gleichzeitig fallen lassen. → Der Stein trifft als erster auf dem Boden auf.	- Plastikflasche - farbige Feder - Stein oder ähnlicher Gegenstand ☉ Luftwiderstand ➔ LW 1 ○ Seite 15, 24, 39 # ab Klasse 1	
LUFTDRUCKÄNDERUNG DURCH MASSENÄNDERUNG		
Die unsichtbare Masse V - Die Flasche mit leerem Fahrradschlauch wiegen. - Den Schlauch aufpumpen und erneut das System wiegen. → Die Masse steigt um etwa zwei Gramm (2 g).	- Waage, belastbar bis mindestens 200 g und Genauigkeit 0,1 g - Luftpumpe - Fahrradschlauch in einer Flasche ☉ Massenänderung ➔ LM 1 V ○ Seite 24 # ab Klasse 1	
Der Überdruck im Schlauch - Den Fahrradschlauch aufpumpen. - Die Luft in ihm tasten. - Auf ihn drücken. → Der höhere Druck wird spürbar.	- Fahrradschlauch - Pumpe ☉ Massenänderung ➔ LM 2 ○ Seite 15, 25, 39 # ab Klasse 1	
Der Unterdruck in der Flasche - An der Flasche saugen. → Sie faltet sich zusammen. <i>Hinweis:</i> Die Flaschenöffnung nach jedem Sagen abwischen lassen.	- dünnwandige Plastikflasche z.B. Ölflasche - Hygienetücher ☉ Massenänderung ➔ LM 3 ○ Seite 15, 26, 39 # ab Klasse 1	

Legende

→ Ergebnis

☉ Physikalischer Schwerpunkt

Geeignete Altersstufe

○ Seitenzahl

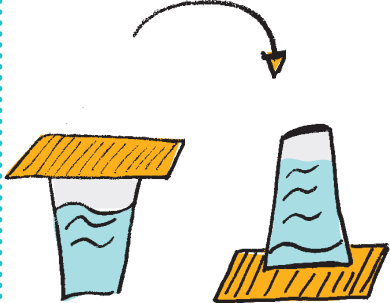
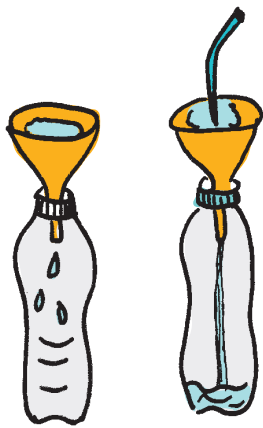
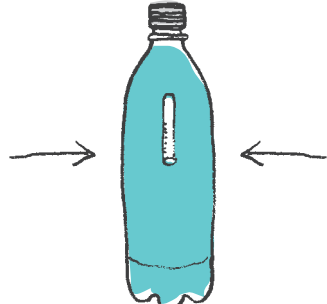
➔ Versuchsnummer

V Vorführversuch



Versuche	Material, Hinweise	
LUFTDRUCKÄNDERUNG DURCH VOLUMENÄNDERUNG		
Drücken oder Ziehen - Die Öffnung der Spritze mit einem Finger zuhalten. Dann den Kolben hineindrücken. → Der Kolben lässt sich etwas verschieben. - Den Kolben loslassen. → Der Kolben geht zurück. - Die Öffnung der Spritze wieder zuhalten und den Kolben herausziehen. → Der Kolben lässt sich etwas verschieben. - Den Kolben loslassen. → Der Kolben geht zurück. - Nach gedrücktem oder gezogenem Kolben den Finger wegnehmen und auf das Geräusch achten.	Plastikspritze ohne Nadel © <i>Volumenänderung</i> → LV 1 ○ Seite 16, 27, 40 # ab Klasse 1	
Die Saugglocken V - Zwei Saugglocken anfeuchten und sorgfältig gegeneinander drücken. - An den Griffstöcken ziehen. → Die Gummiglocken haften fest aneinander. <i>Hinweis:</i> Die Glocken nicht verkannten.	zwei handelsübliche Saugglocken aus Gummi zum Reinigen von Abflüssen © <i>Volumenänderung</i> → LV 2 V ○ Seite 27 # ab Klasse 1	
Der Saughaken - Den Saughaken leicht anfeuchten, auf eine glatte Unterlage drücken und den Hebel umlegen. → Der Haken haftet und die Unterlage lässt/ließe sich anheben.	handelsübliche Saughaken für das Bad oder/und Saugheber z.B. für Glasscheiben © <i>Volumenänderung</i> → LV 3 ○ Seite 16, 28, 40 # ab Klasse 1	
Die Taucherglocke - In die Schale etwas Wasser füllen, die Teelichthülle auf die Wasseroberfläche legen und das Glas darüber stülpen. → Eine Luftblase entweicht. → Die Teelichthülle sinkt auf den Schalenboden ab.	- Schale mit glattem Boden - etwas gefärbtes Wasser - Teelichthülle oder kleiner Deckel - ein Glas © <i>Volumenänderung</i> → LV 4 ○ Seite 16, 28, 40 # ab Klasse 1	



Versuche	Material, Hinweise	
Die haftende Postkarte - Ein Glas mit etwas Wasser füllen. - Eine Postkarte mit der glänzenden Seite fest auf den Rand drücken. - Das Glas mit der angedrückten Postkarte umdrehen. → Die Postkarte bleibt haften und das Wasser läuft nicht aus.	- Glas - Postkarte - Wasser © <i>Volumenänderung</i> → LV 5 ○ Seite 17, 28, 41 # ab Klasse 1	
Der Ballontest - Einen Luftballon in die Flasche ohne Loch stecken und ihn aufpumpen. → Er lässt sich schwer und wenig aufpumpen. - Den Luftballon in die Flasche mit Loch stecken und ihn dort aufpumpen. → Er lässt sich leichter und stärker aufpumpen.	- kleine Plastikflasche - Luftballon - Ballonpumpe mit Ventil und Dichtung - gleiche Plastikflasche mit seitlichem Loch © <i>Volumenänderung</i> → LV 6 ○ Seite 17, 29, 41 # ab Klasse 3	
Die Luftsperre - Den Trichter mit Knete luftdicht auf die Flasche stecken. - Wasser zügig in den Trichter gießen. → Das Wasser bleibt weitestgehend im Trichter stehen. - Einen Trinkhalm in den Trichter stecken. → Etwas Wasser steigt aus dem Trinkhalm hoch. → Das Wasser fließt in die Flasche.	- Trichter - Knete - kleine Flasche - Becher - Wasser - Trinkhalm © <i>Volumenänderung</i> → LV 7 ○ Seite 17, 29, 41 # ab Klasse 3	
Der Flaschenteufel - Die Flasche randvoll mit Wasser füllen. - Das Röhrchen mit der Öffnung nach unten in die Flasche stecken. - Die Flasche gut verschließen. - Leicht auf die Flasche drücken. → Das Röhrchen sinkt. <i>Anregung:</i> Den „Teufel“ mit Knick-Trinkhalm und Büroklammer basteln lassen.	- Plastikflasche mit Deckel - Aromastoff-Glasröhrchen <i>oder</i> Flaschenteufel <i>oder</i> Eigenbau aus Trinkhalm, Büroklammer und Schere - Wasser © <i>Volumenänderung</i> → LV 8 ○ Seite 17, 30, 41 # ab Klasse 3	



Versuche	Material, Hinweise	
LUFTDRUCKÄNDERUNG DURCH TEMPERATURÄNDERUNG		
Der thermische Springbrunnen V - Die Glasflasche mit so viel Wasser füllen, dass das Röhrchen eintauchen kann. - Die Flasche einige Zeit in Eiswasser eintauchen. - Die Flasche mit dem Deckel fest verschließen. - Das Röhrchen mit dem Finger fest verschließen und die Flasche aus dem Eisbad heben und einige Zeit in ein Gefäß mit heißem Wasser tauchen. - Den Finger heben. → Das Wasser schießt aus dem Röhrchen.	- Glasflasche - Schraubverschluss mit eingeklebtem Metallröhrchen - Gefäß mit Eiswasser - Gefäß mit heißem Wasser © Temperaturänderung LT 1 V Seite 30 # ab Klasse 1	
Der thermische Wasserheber - Die Flasche mit wenig Wasser füllen. - Mit einem Schraubdeckel mit Röhrchen, das ins Wasser ragt, fest verschließen. - Die Flasche mit warmen Händen in der oberen Hälfte umfassen. → Die Wassersäule steigt im Röhrchen.	- Plastikflasche - etwas eingefärbtes Wasser - Deckel mit Röhrchen <i>alternativ:</i> - Flasche mit Loch seitlich und eingeklebtem Schlauch - Wasser - Auffangschale © Temperaturänderung LT 2 Seite 18, 30, 42 # ab Klasse 3	
Die haftenden Becher - Ein Teelicht in einen Becher stellen und anzünden. - Aus Küchenpapier mittig ein Stück ausschneiden, anfeuchten und auf den Rand des Bechers legen. - Den zweiten Becher mit seiner Öffnung exakt daraufpressen. → Die Kerze erlischt. - Etwas warten. - Den oberen Becher anheben. → Der obere Becher bleibt am unteren haften.	2 gleich große Plastikbecher mit glattem breitem Rand, die Hitze vertragen - Teelicht - Feuerzeug mit langem Hals - Küchenpapier - Schere - etwas Wasser <i>alternativ:</i> 2 gleich große Gläser - Teelicht - Feuerzeug - Gummiring © Temperaturänderung LT 3 Seite 18, 31, 42 # ab Klasse 3	

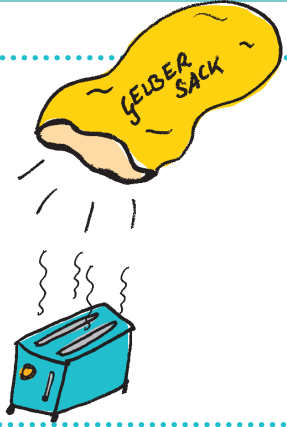
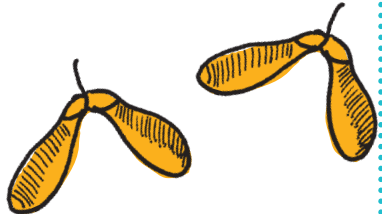
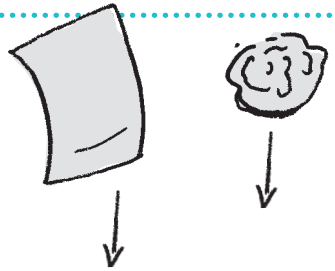
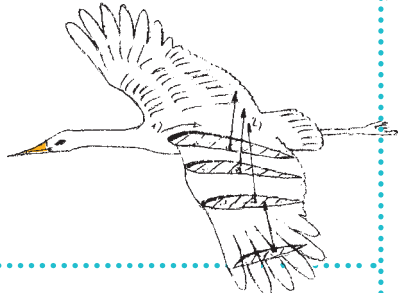
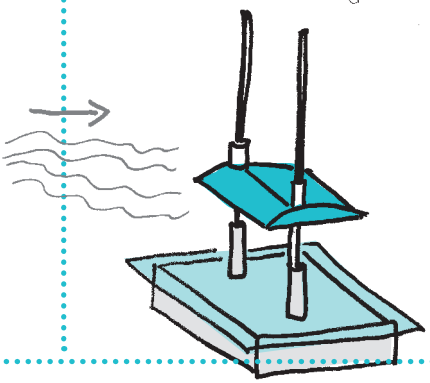


Versuche	Material, Hinweise	
Der Kerzenfahrstuhl - In einen Teller mit gefärbtem Wasser ein brennendes Teelicht stellen. - Ein leeres Glas über das brennende Teelicht eine Weile halten und dann darüber stülpen. → Wasser steigt ins Glas, es beschlägt innen, die Kerzenflamme geht aus.	- ein Teller - ein Glas - gefärbtes Wasser - Teelicht - Feuerzeug © Temperaturänderung → LT 4 ○ Seite 18, 31, 42 # ab Klasse 1	
Die Heißluft-Spirale - Die Spirale ausschneiden. - Den Faden durch ein Loch in der Mitte befestigen. - Die Kerze anzünden und die Spirale in einem großen Abstand darüber halten und beobachten. → Die Spirale dreht sich.	- Kerze • Feuerzeug • Schere - stärkere Aluminium-Folie - Faden - ggf. Klebeband - Kopiervorlage auf Seite 67 © Temperaturänderung → LT 5 ○ Seite 18, 31, 42 # ab Klasse 3	
LUFTDRUCKÄNDERUNG DURCH STRÖMENDE LUFT		
Die Luftballonrakete V - Luftballon aufblasen und mit der Klammer verschließen. - Den Trinkhalm längs auf den Ballon kleben und die Schnur durchziehen. - Die Schnur im Raum spannen und die Klammer entfernen. → Der Ballon fährt längs der Schnur.	- länglichen, großen Luftballon - Ballonpumpe - Trinkhalm • Klebeband - Klammer • glatte Schnur - Schere © strömende Luft → LS 1 V ○ Seite 33 # ab Klasse 3	
Die liebenden Blätter - Zwei Streifen leicht krümmen. - Beide Streifen mit der Krümmung zueinander über je einen Gabelzinken hängen. - Zwischen die Blätter pusten. → Die Blätter ziehen sich an und öffnen sich wieder. Sie flattern. - Das leicht gebogene Blatt Papier unter die Unterlippe halten und darüber blasen. → Das Blatt hebt sich.	2 Papierstreifen oder Postkarten - Blatt Papier - Gabel mit langen parallelen Zinken oder 2 dünne Stangen © strömende Luft → LS 2 ○ Seite 19, 33, 43 # ab Klasse 4	

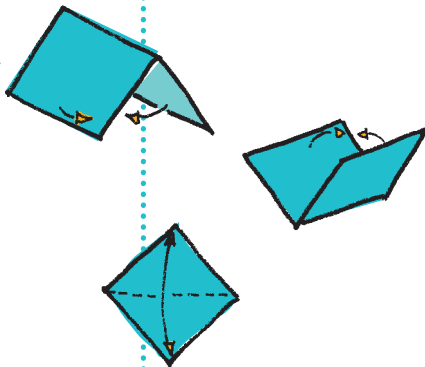


Versuche	Material, Hinweise	
Die schwebende Pustekugel - Das kurze Ende eines knickbaren Trinkhalmes zu einem Fächer aufschneiden. - In den rechtwinklig abgelenkten Fächer die Kugel legen und durch das lange Ende pusten. → Die Kugel schwebt.	- knickbarer Trinkhalm - kleine Schere - Wattekugel ca. 10 mm Durchmesser © strömende Luft ➔ LS 3 ○ Seite 19, 34, 43 # ab Klasse 4	
Der haltende Trichter - Den Trichter in den Trinkhalm stecken und beide über die Kugel in der flachen Hand stülpen, kräftig pusten und den Trichter anheben. → Die Kugel bleibt in der Trichteröffnung. - Den Trinkhalm abknicken, so dass der Trichter nach oben zeigt. Die Kugel hineinlegen und in den Trinkhalm pusten. → Die Kugel fliegt nicht weg, sie wird in der Trichteröffnung gehalten.	- Trichter - knickbarer Trinkhalm - Wattekugel © strömende Luft ➔ LS 4 ○ Seite 19, 34, 43 # ab Klasse 4	
Der Wunderschlauch - Den Schlauch an einem Ende gut verschließen und ins offene Ende dreimal pusten. - Die Luft herausstreichen, die Schlauchöffnung 20 cm vor den Mund halten, einmal in den Schlauch blasen und ihn sofort verschließen und wieder die Länge des aufgeblähten Schlauches messen. → Das Volumen ist größer als vorher. - Die Luft wieder herausstreichen und durch Wedeln Luft in die Schlauchöffnung bringen. → Das Volumen ist noch größer geworden. Achtung: Beim mehrfachen Pusten kann den Kindern schwindlig werden.	Wunderschlauch © strömende Luft ➔ LS 5 ○ Seite 19, 34, 43 # ab Klasse 4	

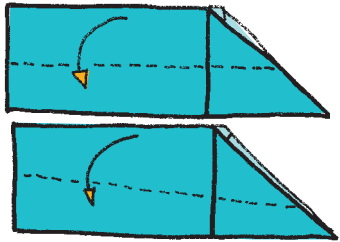
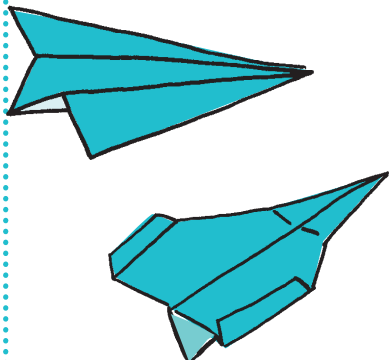
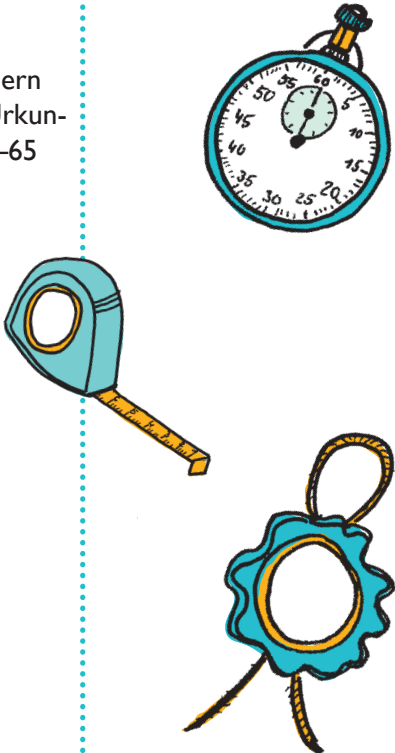


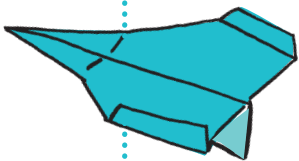
Versuche	Material, Hinweise	
RUND UMS FLIEGEN		
Die Heißluft-Tüte  - Den Toaster einschalten und die Tüte geöffnet darüberstülpen und warten. → Die Tüte steigt. <i>Hinweis:</i> Erst loslassen, wenn die Tüte gut aufgebläht ist und senkrecht steht.	- Gelber-Sack - Toaster © Temperaturänderung → LF 1  ○ Seite 35 # ab Klasse 1	
Flugobjekte  - Einige Objekte vorführen. - Andere von den Kindern fallen oder aufsteigen lassen.	- Styropor-Flieger - Luftschraube • Propeller - Papier-Schlaufenband - Ahorn-, Lindenfrüchte © Luftwiderstand → LF 2  LF 3 ○ Seite 20, 35, 44 # ab Klasse 1	
Die Fall-Beispiele - Ein Blatt Papier waagrecht und/oder senkrecht fallen lassen und beobachten. → Es flattert unterschiedlich. - Dasselbe Blatt Papier zusammenknüllen und fallen lassen. → Es fällt so schneller.	Blatt Papier © Luftwiderstand → LF 4 ○ Seite 20, 36, 44 # ab Klasse 1	
Lilienthals Storch Das Flügelprofil des Storches in der Abbildung betrachten und nachzeichnen.	- Abbildung - Bleistift - Kopiervorlage auf Seite 66 © strömende Luft → LF 5 ○ Seite 20, 36, 44 # ab Klasse 4	
Das Flügelprofil  - Das Profil über zwei senkrecht in eine Grundplatte gesteckte Führungsstangen stecken. - Das Profil waagrecht von vorne mit dem Föhn anblasen und mitführen. → Das Profil steigt.	- Profil einer Flugzeugtragfläche 2 Führungsstangen - Grundplatte - Föhn © strömende Luft → LF 6  ○ Seite 36 # ab Klasse 4	



Versuche	Material, Hinweise	
PAPIERFLIEGER-WETTBEWERB		
Das Falt-ABC Mit einem Blatt Papier Tal- und Bergfalten sowie Punkt-auf-Punkt-Faltung erzeugen. <i>Hinweis:</i> Auf scharfe Kanten und gerade Falten achten.	- Papier © strömende Luft ➔ LP 1 ○ Seite 21, 37 # ab Klasse 4	 
Die Flugfähigkeit V - Am Flugzeug-Modell werden seine Teile benannt und ihre Funktion besprochen. - Für das Fliegen werden Definition und Ursache am Modell diskutiert. ➔ Begriffe lernen und anwenden.	- Demo-Flieger - Abbildung als Arbeitsbogen im Anhang Seite 57 © Begriffe kennenlernen ➔ LP 2 V ○ Seite 37 # ab Klasse 4	



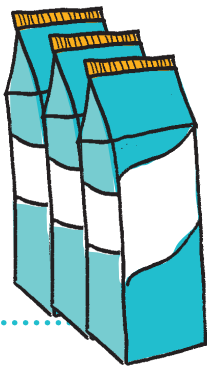
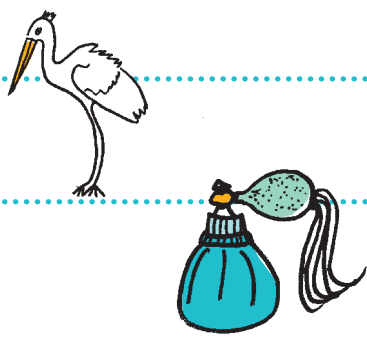
Versuche	Material, Hinweise	
Einen Papierflieger falten und testen - Aus einem DIN-A4-Blatt einen Papierflieger nach Anleitung oder frei falten. - Den Flieger testen. → Er fliegt sehr weit oder sehr lange.	- Papier - Faltanleitung Seite 21 © <i>Techniken anwenden</i> → LP 3 ○ Seite 21, 37 # ab Klasse 4	 usw.
Der Wettbewerbsflieger - Nach Vorgabe einen Gleiter und/oder Jet falten. - Testen - Auswählen → Der beste Flieger am Tisch geht zum Wettbewerb.	- Papier - Vorlage im Anhang Seite 59–62 → LP 4 ○ Seite 21 # ab Klasse 4	
Der Wettkampf  - Ein Flieger pro Tisch wird drei Mal abgeworfen und die Entfernung und Flugdauer ermittelt. → Der Siegertisch wird geehrt.	- Maßband - Stell-Fähnchen - Stoppuhr - Zeit-Leiste mit Klammern - Wettkampfbregel und Urkunden im Anhang Seite 63–65 → LP 5  ○ Seite 12, 63–65 # ab Klasse 4	





Nacharbeit	Material, Hinweise	
HAUSVERSUCHE		
Die Knitterflasche • Eine mit Luft gefüllte verschlossene Plastikflasche in den Kühlschrank legen oder in Eiswasser halten und einige Zeit warten. • Die Flasche herausnehmen und ansehen. → Die Flasche hat sich deutlich zusammengezogen. • Die Flasche einige Zeit in heißes Wasser halten, herausnehmen und ansehen. → Die Flasche ist aufgebläht.	• Plastikflasche mit Verschluss © Temperaturänderung → LN 1 Hausversuch ○ Seite 45, 47, 49 # ab Klasse 1	
Die Flasche mit Loch • In eine Plastikflasche weit unten ein Loch stechen. • In die Flasche Wasser füllen. → Wasser fließt aus. • Die volle Flasche verschließen. → Fast das ganze Wasser bleibt in der Flasche.	• Plastikflasche • Nagel • Wasser • Auffangschale © Druckausgleich → LN 2 Hausversuch ○ Seite 45, 47, 49 # ab Klasse 1	
Die starke Luft • Eine zusammengelegte und schmal gefaltete Zeitung über ein, die Tischkante überragendes, Holzlineal legen und diesem einen leichten Schlag mit einem Finger geben. → Die Zeitung fliegt hoch. • Eine ausgebreitete, glatt gestrichene Zeitung erneut über ein Holzlineal legen und diesem einen leichten Schlag geben. → Die Zeitung bleibt liegen. Achtung: Das Holzlineal kann zerbrechen oder durch den Raum fliegen.	• eine Tageszeitung mit mehreren Blättern • ein langes Holzlineal oder eine Holzleiste © Luftwiderstand → LN 3 Hausversuch ○ Seite 45, 47, 49 # ab Klasse 4	



Nacharbeit	Material, Hinweise	
Das Luftkissen - Die leeren und verschlossenen Tüten zu einem Floß zusammenkleben und auf die Wasseroberfläche legen. → Die Tüten schwimmen. - Auf das Floß nach und nach gefüllte und verschlossene Tüten legen. → Ab einem bestimmten Gewicht sinkt das Floß.	- mehrere leere Getränke-Tüten für das Floß - Wanne mit Wasser - Klebeband - gefüllte kleine Getränke-Tüten als Gewichte ☉ Auftrieb ➔ LN 4 Hausversuch ○ Seite 46, 48, 50 # ab Klasse 4	
Das Korkenschießen - Die leere Tüte mit dem Korken leicht verschließen, auf den Tisch legen und kräftig darauf schlagen. → Der Korken fliegt davon. Achtung: Die Tüten können platzen, wenn der Korken zu feststeckt, oder der Korken kann sehr weit fliegen.	- leere Getränke-Tüte - Korken ☉ Überdruck ➔ LN 5 Hausversuch ○ Seite 46, 48, 50 # ab Klasse 4	
RÄTSEL & ÜBUNGEN		
Wortsalat Vorgegebene Wörter im Gitter finden und anstreichen.	➔ Rätsel ○ Seite 51, 54 # ab Klasse 4	
Weisst du noch? Sätze vervollständigen.	➔ Übung ○ Seite 51, 54 # ab Klasse 4	
Erinnere dich und schätze! Sätze vervollständigen.	➔ Übung ○ Seite 51, 54 # ab Klasse 4	
Suchbilder Vorgegebene Begriffe Abbildungen zuordnen.	➔ Übung ○ Seite 52, 55 # ab Klasse 4	
Begriffe zuordnen Vorgegebene Begriffe Versuchen zuordnen.	➔ Übung ○ Seite 53, 56 # ab Klasse 4	



Tisch: Namen:

LUFTWIDERSTAND

Das Fall-Beispiel (LW 1)



Lasst eine Plastikflasche mit Stein und Feder fallen.



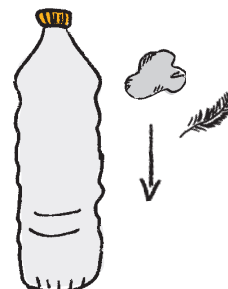
Beobachtung:



Nehmt die Gegenstände aus der Flasche und lasst sie gleichzeitig aus gleicher Höhe fallen.



Beobachtung:



Forschungsaufträge

LUFTDRUCKÄNDERUNG DURCH MASSENÄNDERUNG

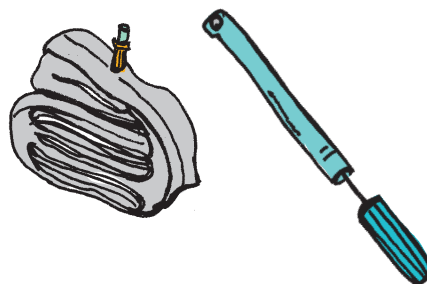
Der Überdruck im Schlauch (LM 2)



Pumpt den Fahrradschlauch auf, beobachtet sein Volumen und tastet seine Festigkeit. Pumpet etwas mehr auf und vergleicht sein Volumen und seine Festigkeit.



Beobachtung:



→ Je mehr Luft im Fahrradschlauch ist, desto

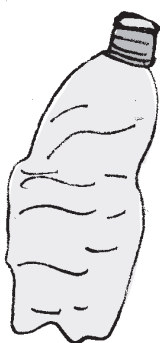
Der Unterdruck in der Flasche (LM 3)



Nehmt eine Plastikflasche und saugt an ihr. Säubert den Rand bevor ihr die Flasche im alten Zustand weitergebt.



Beobachtung:





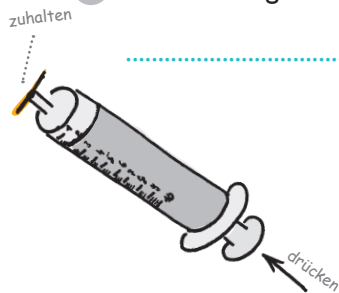
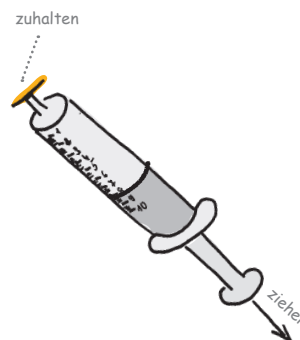
Tisch: Namen:

LUFTDRUCKÄNDERUNG DURCH VOLUMENÄNDERUNG

Drücken oder Ziehen (LV 1)

-  Nehmt eine Spritze ohne Nadel, haltet die Öffnung mit einer Fingerkuppe zu und zieht an dem Kolben.

 Beobachtung:



-  Nehmt wieder die Spritze, haltet die Öffnung zu und drückt den Kolben hinein.

 Beobachtung:

-  Das Volumen der Luft lässt sich
Die Luft ist komprimierbar.

-  Wiederholt die Versuche, nehmt bei gezogenem und gedrücktem Kolben die Fingerkuppe weg und lauscht auf das Geräusch.

 Beobachtung:

Der Saughaken (LV 3)

-  Legt die leicht angefeuchtete Saugfläche auf eine glatte, lose Unterlage, legt den Haken um und hebt ihn an.

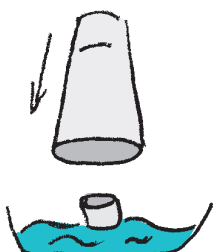
 Beobachtung:



Die Taucherglocke (LV 4)

-  Füllt in eine Schale etwas gefärbtes Wasser, legt eine Teelicht-Hülle oder einen kleinen Deckel auf die Wasseroberfläche und stülpt ein Glas darüber.

 Beobachtung:



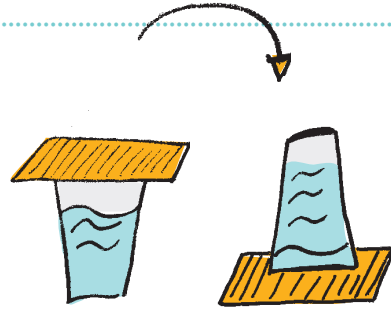


Tisch: Namen:

Die haftende Postkarte (LV 5)

- 1 Füllt etwas Wasser in ein Glas, legt die Postkarte mit der glänzenden Seite flach auf das Glas und dreht beides zusammen um. Haltet das Glas mit einer Hand fest.

 Beobachtung:



Der Ballontest (LV 6)

- 1 Steckt einen Luftballon in eine Plastikflasche ohne Loch und pumpt ihn auf.

 Beobachtung:

- 2 Steckt ihn in eine Plastikflasche mit Loch und pumpt ihn wieder auf.

 Beobachtung:



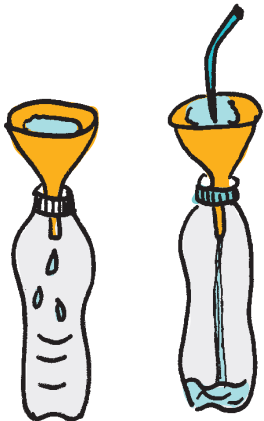
Die Luftsperr (LV 7)

- 1 Packt die Knete so um den Trichterhals, dass der Trichter dicht mit dem Flaschenhals abschließt und gießt zügig Wasser in den Trichter.

 Beobachtung:

- 2 Steckt den Trinkhalm in den Trichter.

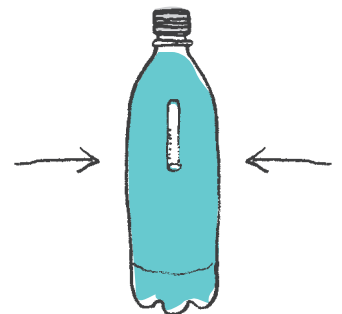
 Beobachtung:



Der Flaschenteufel (LV 8)

- 1 Füllt die Plastikflasche ganz voll mit Wasser.
- 2 Steckt das Röhrchen oder das gebastelte Trinkhalmstück mit der Öffnung nach unten in das Wasser.
- 3 Verschließt die Flasche gut.
- 4 Tut etwas, so dass das Röhrchen sinkt.

 Beobachtung:





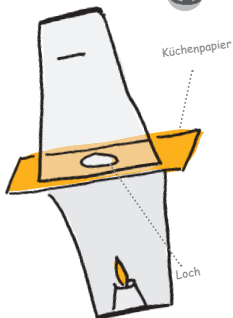
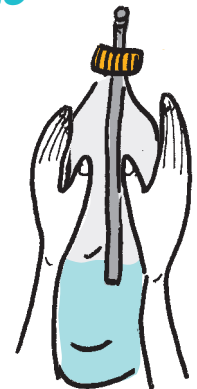
Tisch: Namen:

LUFTDRUCKÄNDERUNG DURCH TEMPERATURÄNDERUNG

Der thermische Wasserheber (LT 2)

- ✂ Füllt eine Plastikflasche halb mit Wasser, verschließt sie mit einem Schraubdeckel mit Röhrchen, so dass es in das Wasser ragt. Legt die warmen Hände ganz leicht oben an die Flasche und beobachtet das Röhrchen. **Nicht drücken!**

Beobachtung:



Die haftenden Becher (LT 3)

- ✂ 1 Stellt ein Teelicht in einen Becher und zündet es an.
- 2 Legt ein leicht angefeuchtetes Stück Küchenpapier, das mit einem großen Loch in der Mitte versehen ist, glatt auf den Becherrand.
- 3 Nehmt den zweiten Becher, stülpt ihn über den anderen und drückt beide gut fest.
- 4 Wartet kurze Zeit.

Beobachtung:

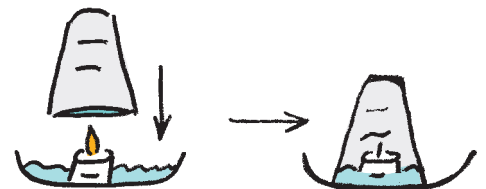
- ✂ Hebt den oberen Becher an.

Beobachtung:

Der Kerzenfahrstuhl (LT 4)

- ✂ Stellt ein brennendes Teelicht auf einen Teller, auf dem etwas gefärbtes Wasser ist, stülpt ein Glas darüber und wartet.

Beobachtung:



Die Heißluftspirale (LT 5)

- ✂ 1 Schneidet mit der Schere eine Spirale aus einer Aluminiumfolie aus.
- 2 Befestigt den Faden in der Mitte der Spirale.
- 3 Zündet eine Kerze an und haltet die Spirale am Faden hoch über die Kerzenflamme.

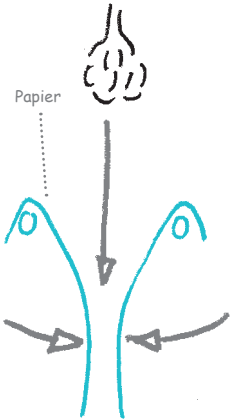
Beobachtung:



Tisch: Namen:

LUFTDRUCKÄNDERUNG DURCH STRÖMENDE LUFT

Forschungsaufträge



Die liebenden Blätter (LS 2)

-  Nehmt zwei Papierstreifen und zieht sie leicht über die Tischkante, so dass sie etwas gebogen sind. Legt die gebogenen Streifen über je eine Gabel-Zinke oder dünne Stange. Blast zwischen die beiden Streifen.

 Beobachtung:

-  Nehmt nun ein Blatt Papier, haltet es unter die Unterlippe und blast von oben über das Blatt.

 Beobachtung:

Die schwebende Pustekugel (LS 3)

-  Schneidet das kurze Ende des Trinkhalmes mehrmals ein, so dass ihr einen Fächer in Trichterform biegen könnt. Knickt den Trinkhalm ab, legt eine Kugel in den Trichter und blast in den Trinkhalm.

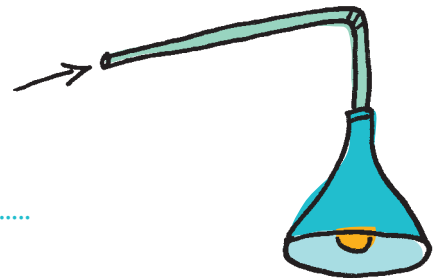
 Beobachtung:



Der haltende Trichter (LS 4)

-  Stülpt den Trinkhalm über den Trichter und über eine Kugel. Blast durch den Trinkhalm in den Trichter und hebt ihn an.

 Beobachtung:



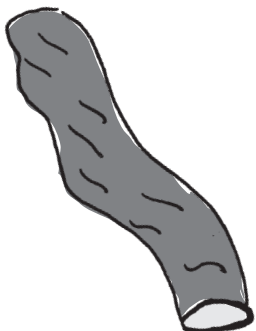
Der Wunderschlauch (LS 5)

-  Verknotet ein Ende des Schlauches gut, blast dreimal in das andere Ende, haltet ihn schnell zu und streicht die Luft zum anderen Ende zusammen.

 Beobachtung:

-  Streicht die Luft wieder aus den Schlauch. Öffnet das Ende, haltet es ca. 20 cm von eurem Mund entfernt und blast einmal hinein. Verschließt ihn schnell und streicht die Luft wieder zum anderen Ende und vergleicht die Luftmengen im Schlauch.

 Beobachtung:





Tisch: Namen:

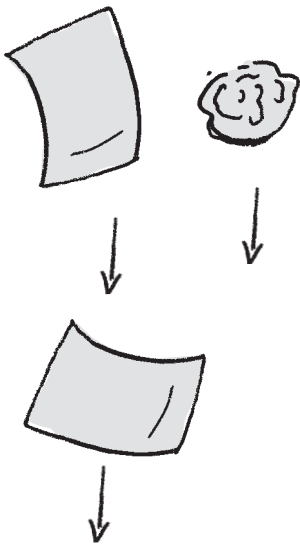
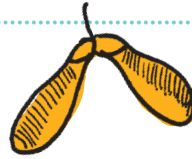
RUND UMS FLIEGEN

Flugobjekte (LF 3)

- Nehmt nacheinander einen breiten Folienring, einen Streifen Papier, eine Lindenfrucht, eine Ahornfrucht etc. und lasst sie von weit oben fallen.



Beobachtung:



Die Fall-Beispiele (LF 4)



- 1 Haltet das Blatt Papier senkrecht zum Boden, lasst es los und beobachtet seine Bewegung.
- 2 Haltet das Blatt Papier flach in der Luft, lasst es los und beobachtet seine Bewegung.
- 3 Werft das Blatt Papier waagrecht und beobachtet die Wurfweite und Wurfdauer.
- 4 Knüllt das Blatt Papier zusammen, werft es hoch und beobachtet, wie es fällt.



Beobachtung:

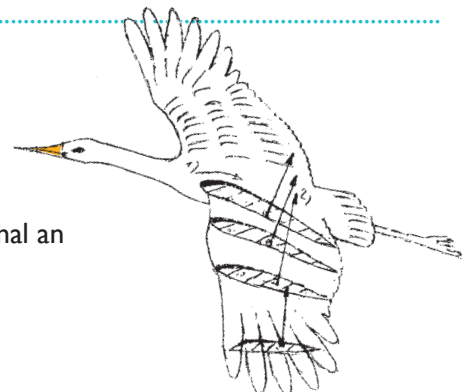


Beschreibt die Bewegungen.

Lilienthals Storch (LF 5)



Seht Euch die Konstruktions-Zeichnungen von Otto Lilienthal an und markiert das Profil der Flügel des Storches.



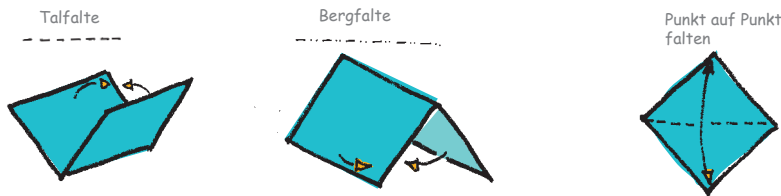


Tisch: Namen:

PAPIERFLIEGER-BAU

Das Falt-ABC (LP 1)

 Faltet ein DIN A4 Blatt Papier mehrmals mit Tal- und Bergfalte und faltet es Punkt auf Punkt.

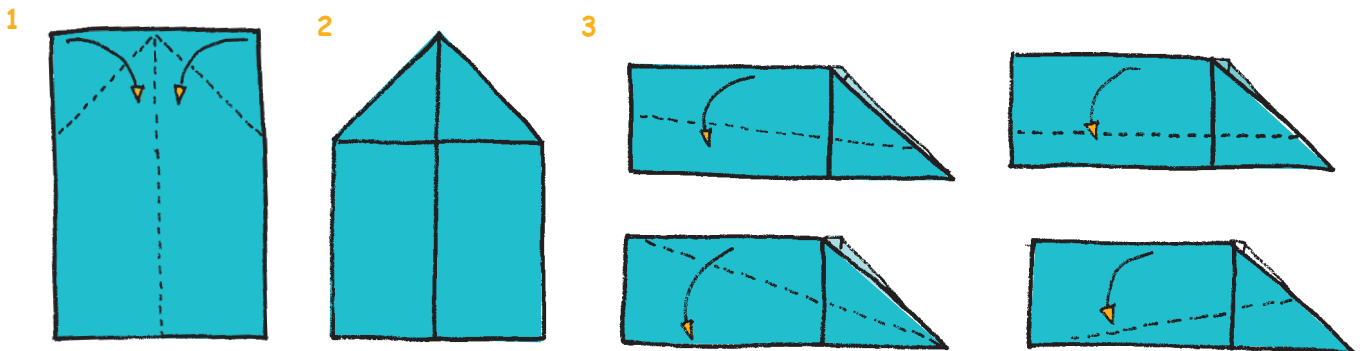


- Immer auf einer festen Unterlage arbeiten.
- Immer auf der Linie falten.
- Immer mit dem Fingernagel den Kniff nachziehen.
- Immer das Papier vollständig glätten.



Verschiedene Rumpfformen

 Faltet ein DIN-A4-Blatt Papier nach der Vorlage 1 und 2 und wählt eine aus 3 aus.



Einen Papierflieger falten und testen (LP 3)

-  1 Faltet einen Papierflieger und macht Wurf- und Flugübungen mit ihm.
- 2 Vergleicht eure Flieger.
- 3 Diskutiert die Unterschiede.
- 4 Erforscht das Flugverhalten, nachdem ihr Änderungen vorgenommen habt.
- 5 Ändert auch den Abwurfwinkel und vergleicht die Flugweiten.
- 6 Findet die beste Bauform und die beste Abwurftechnik heraus.

Der Wettbewerbsflieger (LP 4)

 Baut Flieger, erprobt sie und sucht den besten am Tisch aus. Gebt eurem Wettbewerbsflieger einen Startnamen. Geht zum Start. Viel Erfolg!



Allgemeines

Luft nennt man das Gasgemisch der Erdatmosphäre.

Luft besteht unter anderem aus:

Gas	Formel	Volumen- anteil in %
Stickstoff	N ₂	78,09
Sauerstoff	O ₂	20,94
Kohlenstoffdioxid	CO ₂	0,04

Alle Menschen und Tiere und Pflanzen benötigen Bestandteile der Luft zum Leben. Sie gewinnen mit Hilfe des Sauerstoffs Energie, und scheiden dabei Kohlenstoffdioxid aus.

Nur die grünen Pflanzen benötigen auch Kohlenstoffdioxid zur Photosynthese, mehr als sie ausscheiden. Sie bauen dadurch energiereiche Stoffe auf und scheiden Sauerstoff aus.

Menschen und Säugetiere nehmen den Sauerstoff durch die Atmung in der Lunge auf.

Fische filtern den im Wasser gelösten Sauerstoff mit Hilfe der Kiemen. In ihre Schwimmblase gelangt er über Blutgefäße oder wenn sie an der Wasseroberfläche Luft schlucken.

Pflanzen haben auf ihren Blättern Spaltöffnungen, durch die der Sauerstoff bzw. das Kohlenstoffdioxid eindringen kann und der Sauerstoff der Photosynthese freigesetzt wird.

Luft drückt mit ihrer Gewichtskraft auf die Erdoberfläche oder einen Körper.

Auf Meereshöhe ist bei 20°C der Normaldruck 1013 hPa (Hekto-Pascal) bzw. 1013 mbar.

Der Umgebungs- bzw. Atmosphärendruck kann vom Normaldruck abweichen.

Überdruck nennt man den Druck, der relativ zum Umgebungsdruck größer ist.

Unterdruck nennt man den Druck, der relativ zum Umgebungsdruck kleiner ist.

Die Dichte eines Körpers ist das Verhältnis von der Masse und ihrem Volumen.

Otto von Guericke hat 1654 bei seinem Experiment „Die Magdeburger Halbkugeln“ Luft aus den Halbkugeln entfernt und dadurch im Inneren einen Unterdruck erzeugt.



Als **Druck** bezeichnet man die Kraft pro Fläche. Er hat die Einheit Pascal, nach dem Physiker Blaise Pascal 1623–1662. $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$.
Auf jeden Quadratmeter der Erdoberfläche, auch auf den Menschen, lasten ca. 10 000 kg der Erdatmosphäre, oder auf jeden Quadratzentimeter 1 kg.
Die Masse von einem Kilogramm drückt mit 10 Pascal (Pa) auf einen Quadratmeter der Erdoberfläche.

Höhe über Meeres- spiegel in m	Normaldruck in hPa	Siedetemperatur von Wasser in °C
Totes Meer - 425	1070	101,4
- 100	1026	100,3
Meeresspiegel 0	1013	100,0
500	950	98
1000	891	97
2000	784	93
3000	689	90
4000	606	87
5000	533	83
6000	469	80
7000	412	77
Mount Everest 8848	325	70

Die Siedetemperatur des Wassers steigt mit dem Luftdruck der umgebenden Luft.

Druckeinheiten waren und sind für Normaldruck:
760 mm Quecksilbersäule, 760 Torr, 1 atm, 10 m Wassersäule,
1013 mbar, 1013 hPa, 1013 kg/cm²
psi (pounds per square Inch) wird ausschließlich in den USA benutzt.
Bei uns findet man diese Einheit auf Autoreifen.



LUFTWIDERSTAND

Das Fall-Beispiel (LW 1)

○ Seite 15, 39

Ziel: Es soll der Luftwiderstand sichtbar bzw. erkennbar gemacht werden.

Info: Nur der Luftwiderstand lässt Gegenstände unterschiedlich schnell fallen.
Wird ein Körper von Gasen umströmt, dann wird die Bewegung des Körpers beeinflusst.

Definition: Luftwiderstand ist Reibung, die bei Bewegung eines Körpers durch die Luft entsteht.

LUFTDRUCKÄNDERUNG DURCH MASSENÄNDERUNG

Die unsichtbare Masse (LM 1) ✓

○ Seite 4

Ziel: Die Masse der in die Flasche gepumpten Luft soll mit einer Digital-Waage bestimmt werden. Es soll nur gezeigt werden, dass Luft auch eine Masse besitzt. Es soll und kann mit dieser Anordnung keine Dichte bestimmt werden.

Info: Das Gewicht der Luft, die ein Körper verdrängt, bewirkt den statischen Auftrieb, daher weicht der Wägewert von der tatsächlichen Masse ab. Bei der präzisen Bestimmung einer Masse mit Hilfe einer Waage muss das berücksichtigt werden. Das Gewicht der verdrängten Luft und damit auch der Auftrieb hängen vom Luftdruck ab.

Anregungen: Die Dichte kann mit dieser Versuchsanordnung nicht gemessen, sondern nur angegeben werden. Siehe dazu auch unter Hinweise weiter unten. Sie beträgt bei Zimmertemperatur in Meereshöhe ca. $1,2 \text{ g/dm}^3$. Ein Kubikdezimeter-Gefäß, ein Liter Inhalt, kann als Anschauungsmaterial hinzugenommen werden. Ebenso ein Stück Bonbon mit 1 g Masse.
Anschließend kann auf die Flasche über das Ventil ein kräftiger Luftballon gezogen und dann das Ventil vorsichtig geöffnet werden. Der Ballon wird sich aufblähen. Damit lässt sich auch zeigen, dass tatsächlich Luft-Masse in den Fahrradschlauch gelangte.

Hinweise: Man kann die Dichte der Luft bei Zimmertemperatur nicht bestimmen, da die Masse der Flasche ohne Luft in diesem Rahmen nicht bestimmt werden kann. Das Volumen der zugeführten Luft müsste unter Normaldruck bekannt sein, was auch nicht der Fall ist.



Anwendungen vom Überdruck

In einem **Reinraum** wird das Eindringen von Staub dadurch verhindert, dass in dem Raum permanent Überdruck herrscht. In den Anfängen des **Tunnelbaus** wurde, insbesondere bei Flussunterquerungen, das Eindringen von Wasser durch den in der Tunnelröhre herrschenden Überdruck verhindert.



Die physikalischen Eigenschaften eines künstlich aufgebauten Überdrucks macht man sich unter anderem beim modernen Tunnelbau als Sicherheitsmaßnahme zunutze, indem man schon bei der Konzipierung einer Tunnelanlage einen Nebentunnel baut, in welchem Überdruck herrscht. Wenn nun ein Brand ausbricht, können Rettungseinheiten zur Unfallstelle gelangen, ohne die verrauchte Tunnelröhre benutzen zu müssen.

Moderne Gebäude, vor allem **Hochhäuser**, besitzen häufig ein oder mehrere Treppenhäuser, die mit einem Überdrucksystem ausgestattet sind. Durch ein Feuer in einer Etage steigt dort der Druck der Luft. Flüchtet jetzt eine Person aus dieser Etage, könnte Rauch aus der Etage in das Treppenhaus gelangen. Durch einen höheren Druck im Treppenhaus gegenüber dem Umgebungsdruck wird dies verhindert. Somit bleibt das Treppenhaus rauchfrei und kann ohne Gefahr zur Flucht benutzt werden.

Beim **Brückenbau** werden zur Gründung von Brückenpfeilern unter der Wasseroberfläche häufig nach unten offene Senkkästen (Caissons) eingesetzt, in die von außen Pressluft eingeleitet wird, um das Wasser zu verdrängen und ein trockenes Arbeiten zu ermöglichen.

In einem **Schnellkochtopf** werden Lebensmittel bei höherem Druck und höherer Temperatur gegart. Der erhöhte Druck im Topf erhöht den Siedepunkt, wodurch sich die Kochzeit verkürzt.

Der Überdruck im Schlauch (LM 2)

○ Seite 15, 39

Ziel: Druck erfassen.

Info: In Flüssigkeiten wie in Gasen wirkt er in alle Richtungen mit der gleichen Stärke.

Anregungen: Bei unterschiedlich vielen Pump-Stößen sollte auch unterschiedlich starker Druck im Schlauch gesehen und gefühlt werden. Ein Luftballon könnte anstelle des Fahrradschlauchs verwendet werden.



Anwendungen vom Unterdruck



Einkochen

Das Lebensmittel in ein Glas füllen und das Glas gut verschließen und in ein Wasserbad stellen. Dort erhitzen und anschließend abkühlen lassen.

Während des Erhitzens wird die restliche Luft im Glas durch Wasserdampf verdrängt der beim Abkühlen kondensiert, so dass der Deckel vom äußeren Luftdruck fest auf das Glas gepresst wird. Kühl und dunkel gelagert bleibt Einkochtes für mehrere Monate bis Jahre haltbar. Man benutzt auch den Begriff „einwecken“. Er geht zurück auf den Glashersteller Johann Carl Weck.

Der Unterdruck in der Flasche (LM 3)

○ Seite 15, 39

Ziel: Druck sichtbar machen.

Info: Der äußere Luftdruck, der Normaldruck, ist nach dem Absaugen höher als der Druck in der Flasche und das Flaschenmaterial kann diesen Druckunterschied nicht aushalten.

Hinweis: Bevor ein weiteres Kind an der Flasche saugt, den Flaschenhals abwischen.

Anregungen: Den nach dem Saugen in der Flasche entstandenen Unterdruck diskutieren und mit dem Überdruck vergleichen.

Die Schwierigkeit, mit Pusten Überdruck in der Flasche zu erzeugen, erkennen und diskutieren.

LUFTDRUCKÄNDERUNG DURCH VOLUMENÄNDERUNG

Definition: Gase lassen sich zusammendrücken.

Diese Eigenschaft nennt man Komprimierbarkeit.

Gas ist ein kompressibles (dichteveränderliches) Medium.

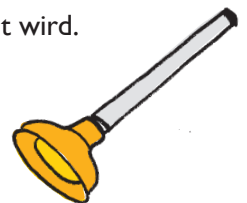
Gase breiten sich in jedem Raum gleichmäßig aus.

Definition: Ein Saugnapf ist ein napfförmiges Gebilde aus elastischem Material, das durch Volumenverringern einen Unterdruck erzeugt und dadurch an eine glatte Fläche gepresst wird.

Anwendungen

Saugglocke als Rohrreiniger oder „Pömpel“

Die Saugglocke besteht aus einer Gummiglocke mit Holzstab, mit der Verstopfungen beseitigt werden können, indem mit ihr sowohl Über- als auch Unterdruck erzeugt wird.



Eine **Luftpumpe** ist ein Gerät zum Abpumpen von Luft aus einem geschlossenen Behälter, wobei sich der Innendruck senkt, oder zum Befüllen eines geschlossenen Behälters mit Luft, wobei sich der Innendruck erhöht.



Hand-Luftpumpe, z.B. zum Befüllen von Fahrradschläuchen, ist eine Kolbenpumpe. Sie besteht aus einem Zylinder und einem darin beweglichen Kolben, der über eine Stange mit Handgriff bewegt wird. Der Kolben dichtet nur beim Verdichten und Einschieben in den Behälter gegen die Zylinderwand ab, beim Rückhub jedoch nicht, so dass von außen eine neue Füllung in den Zylinder gelangen kann, während die Rückströmung aus dem Behälter in den Pumpenzylinder durch ein Ventil verhindert wird, das sich entweder am Behälter (Fahrradschlauch) oder am unteren Ende des Pumpenzylinders (Luftpumpe für Bälle) befindet.

Saughaken, künstliche Saugnäpfe, werden vor allem dazu verwendet, Gegenstände temporär an glatten Flächen zu befestigen – etwa Küchengeräte auf Arbeitsflächen, Navigationsgeräte an Windschutzscheiben oder Heizstäbe an Aquarienscheiben. Die dabei erreichbare Saugkraft ist proportional zur Druckdifferenz und zur wirksamen Fläche. So kann ein einziger Saugnapf ein hohes Gewicht tragen.

Auch in der Fertigung, zum Beispiel bei der Montage von Autofrontscheiben, werden Saugheber verwendet. Bei Druckmaschinen die Einzelseiten bedrucken (kein Zeitungsdruck) werden diese durch Unterdruck angesaugt.

Drücken oder Ziehen (LV 1)

○ Seite 16, 40

Ziel: Durch Verkleinerung des Volumens in einer Spritze wird die Komprimierbarkeit der Luft sichtbar und die Erhöhung des Innendrucks spürbar.

Info: Der äußere Luftdruck ist nach dem Ziehen höher als der innere und drückt den Kolben nach dem Loslassen wieder zurück.

Hinweis: Wird der Finger bei gedrücktem oder gezogenem Kolben weggenommen ist jeweils ein anderes Geräusch zu hören.

Anregung: Der Versuch kann mit Wasser wiederholt und die Beobachtungen können miteinander verglichen werden. Flüssigkeiten lassen sich nicht komprimieren.

Die Saugglocken (LV 2)

○ Seite 5

Ziel: Wirkung der Druck-Änderung erfahren.

Anregungen: Es können immer zwei Kinder die Halbkugeln der Saugglocken zusammenfügen und versuchen, sie auseinanderzuziehen.

Hinweise: Die Halbkugeln müssen gut übereinandergelegt werden. Werden sie verkantet, strömt Luft dazwischen und sie trennen sich. Werden sie leicht angefeuchtet, haften sie noch besser aneinander.



Der Saughaken (LV 3)

○ Seite 16, 40

Ziel: Die Funktionsweise und Einsatzmöglichkeit von Saugnäpfen als Haken oder Heber soll spürbar gemacht werden.

Info: Durch das Umlegen des Hakens vergrößert sich der Rauminhalt (das Volumen). Da keine Luft hineinströmen kann, entsteht ein Unterdruck. Der äußere Luftdruck drückt den Haken gegen die Unterlage. Das Ganze funktioniert nur, solange Haken und Unterlage luftdicht bleiben. Bereits ganz kleine Unebenheiten lassen Luft eindringen.

Noch bevor diese natürlichen Saugnäpfe von Menschenhand nachgebildet werden konnten, was Fertigkeiten im Umgang mit Gummi oder anderen geeigneten Materialien voraussetzte, bediente man sich der tierischen Saugnäpfe. So wurden etwa Schiffshalter (Fisch mit Saugnäpfen) beim Fang von Meeresschildkröten eingesetzt.

Die Taucherglocke (LV 4)

○ Seite 16, 40

Ziel: Eine Anwendung erkennen und verstehen.

Info: Die Luft im Glas drückt das Wasser aus dem Glas und damit auch das schwimmende Gefäß nach unten.

Anregungen: Wird das Wasser eingefärbt, ist der Effekt noch besser sichtbar. Wird eine Figur in das schwimmende Gefäß gelegt, kann das Arbeiten im Trockenen auf dem Flussgrund deutlich gemacht werden.

Die haftende Postkarte (LV 5)

○ Seite 17, 41

Ziel: Verblüffung erzeugen.

Info: Der Hauptgrund, dass das Wasser im Glas bleibt, ist der Umgebungsdruck.

Anregungen: Macht man in die Postkarte ein kleines Loch, oder verwendet man ein engmaschiges festes Gitter anstelle der Postkarte, wird derselbe Effekt auftreten. Die Oberflächenspannung des Wassers sorgt dafür, dass kein Wasser aus dem Loch oder den Gitter-Löchern ausfließen kann.

Hinweis: Die Postkarte fest andrücken.



Der Ballontest (LV 6)

○ Seite 17, 41

Ziel: Verdrängung zeigen.

Info: Die Flasche ist mit Luft gefüllt. Durch das Aufblasen des Luftballons wird sie ein wenig komprimiert. Ist aber ein Loch in der Flasche, kann aus der Flasche Luft entweichen und der Luftballon kann sich weiter ausbreiten.

Hinweise: Es kann auch eine Flasche verwendet werden, die vorher bereits ein Loch hat, das mit einem breiten Gummiband oder einem Stück Klebeband verschlossen ist.

Die Luftsperre (LV 7)

○ Seite 17, 41

Ziel: Eine Anwendung erfahren.

Info: Durch das Wasser im Trichter wird die Luft in der Flasche leicht komprimiert und deshalb können nur wenige Tropfen hineingelangen. Mit dem Trinkhalm wird ein Weg geschaffen, auf dem die Luft aus der Flasche entweichen und das Wasser hineinkann.

Hinweis: Wenn der Trinkhalm ins Wasser im Trichter gesteckt wird, drückt die Luft in der Flasche das Wasser im Trinkhalm nach oben, so dass es oben austritt. Wird allerdings der Trinkhalm so tief in die Flasche gesteckt, dass er dort ins Wasser eintaucht, kann keine Luft entweichen und auch kein Wasser nachfließen.

Anregung: Wird ganz langsam und wenig Wasser in den Trichter gegossen, tritt der Verschluss-Effekt nicht auf, da die Luft Platz hat zu entweichen.

Erfahrung: Wird aus einer vollen Saft- oder Milch-Tüte schnell gegossen, tritt häufig auf, dass die in die Tüte eindringende Luft die Flüssigkeit ruckartig entweichen lässt. Kunststoff-Trichter haben in der Regel Längsstreben am oberen Ende des Auslaufrohres, damit die Luft entweichen kann.



Der Flaschenteufel (LV 8)

○ Seite 17, 41

Ziel: Komprimierbarkeit begreifen.

Info: Im Röhrchen in der Flasche ist Luft, die durch den Druck auf die Flasche komprimiert wird, so dass Wasser in das Röhrchen gelangt, wodurch es seine Masse erhöht und sinkt.

Anregungen: Mit Geduld und Fingerspitzengefühl das Röhrchen schweben lassen.

Das Röhrchen lässt sich aus einem Knick-Trinkhalm wie folgt basteln:
Den Knick mit je einem ca. 3 cm langen Ende herausschneiden und mit einer Büroklammer zu einem „A“ formen.

LUFTDRUCKÄNDERUNG DURCH TEMPERATURÄNDERUNG

Der thermische Springbrunnen (LT 1) V

○ Seite 7

Ziel: Die Auswirkungen der Temperaturänderung an einem Beispiel sehen.

Info: Durch den schnellen Temperaturunterschied expandiert das Gas schnell und drückt das Wasser sofort heraus.

Hinweise: Wenig Wasser in die Glasflasche mit Röhrchen füllen, damit es schnell erwärmt wird. Das Röhrchen ca. 30 Sekunden zuhalten.

Der thermische Wasserheber (LT 2)

○ Seite 18, 42

Ziel: Erkennen, dass auch die Änderung der Gas-Temperatur das Volumen des Gases verändert.

Info: Gase dehnen sich bei Temperaturerhöhung aus. In diesem Fall drücken sie das Wasser etwas aus dem Glas.

Hinweise: Das Goethe-Barometer kann nur bei gleichbleibender Temperatur als Manometer, Druckmesser, verwendet werden. Häufig treten aber Druck- und Temperatur-Änderungen gleichzeitig auf.



Die haftenden Becher (LT 3)

○ Seite 18, 42

Ziel: Eine weitere Variante der thermischen Volumen-Änderungen kennen lernen.

Info: Das brennende Teelicht erwärmt die Luft, diese dehnt sich aus und etwas Luft entweicht über das nasse Papierblatt. Nach Erlöschen des Teelichts kühlt die Luft ab, zieht sich zusammen und es entsteht in den beiden Bechern ein Unterdruck. Nun drückt der höhere Umgebungsdruck die beiden Becher zusammen.

Hinweise: Erwärmt man die Becher mit den Händen, fallen sie wieder auseinander.

Der Kerzenfahrstuhl (LT 4)

○ Seite 18, 42

Ziel: Eine weitere Variante der thermischen Volumen-Änderungen kennen lernen.

Info: Nach dem Überstülpen des Glases steigen am Außenrand Gasbläschen hoch. Ein Teil des erwärmten Gases im Becher entweicht. In der Verbrennungsluft sind Kohlendioxid und Wasserdampf (H_2O). Der Wasserdampf beschlägt die kühlere Becherinnenwand. Die Kerze erlischt, wegen des fehlenden Sauerstoffs. Nun kühlt sich das Gas im Becher ab, sein Volumen wird kleiner. Der Druck innen sinkt und das Wasser wird durch den höheren Umgebungsdruck weiter in das Glas gedrückt.

Hinweise: Ganz besonders auf die austretenden Gasbläschen achten.

Anregung: Das Teelicht lässt sich durch ein Streichholz in einem Korkenstück ersetzen. Wird ein sehr heißes Glas über ein nicht angezündetes Teelicht gestülpt, ist der gleiche Effekt zu beobachten.

Die Heißluftspirale (LT 5)

○ Seite 18, 42, 67

Ziel: Luftströmung sichtbar machen.

Info: Durch die Erwärmung der Luft durch die Kerzenflamme dehnt sich die Luft örtlich aus, ihre Dichte verringert sich, sie steigt nach oben und strömt an den Aluminiumstreifen vorbei. Der Druckunterschied an der Unter- und Oberseite führt zur Drehbewegung.

Hinweis: Auf einen ausreichenden Abstand zwischen der Flamme und der Spirale muss geachtet werden. Keine Papierstreifen verwenden, da BRANDGEFAHR!

Anregung: Die Holz-Pyramiden aus dem Erzgebirge besprechen.



LUFTDRUCKÄNDERUNG DURCH STRÖMENDE LUFT

Definitionen: Als Düsenströmung wird die Strömung eines Gases oder einer Flüssigkeit durch eine Düse bezeichnet. Dabei wird das Gas beschleunigt, während der Druck quer zur Strömungsrichtung abnimmt. Bei einer Düsenströmung wird potentielle in kinetische Energie umgewandelt.

Der Sachverhalt, dass dort, wo die Strömung schneller ist, der Druck quer zur Strömungsrichtung kleiner ist, wird Bernoulli-Effekt genannt.

Anwendungen

Ein **Windkanal** dient dazu, die aerodynamischen und aeroakustischen Eigenschaften von Objekten zu untersuchen und zu vermessen. Zum Beispiel die Windkanaluntersuchungen von Flugzeugen und Autos. Untersuchungen im Windkanal dienen dazu, den Luftwiderstand, den dynamischen Auftrieb, oder Verformungen durch Aeroelastizität zu untersuchen. Auch Modelle von Bauwerken wie Hochhäusern, Schornsteinen und Brücken werden in Windkanälen untersucht. Bei ihnen ist das Ziel eine Beurteilung, ob sie in Original-Größe bei Stürmen zu erwartenden Windkräften standhalten.

Eine **Wasserstrahlpumpe** ist eine einfache Pumpe, bei der Wasser als Treibmedium verwendet wird. Diese Technik wird häufig verwendet, um eine Druckverringerung zu erzeugen. In der Wasserversorgung wird sie verwendet, um Gase wie Sauerstoff beziehungsweise Luft anzusaugen und sie dem Wasser beizumischen. Die Erfindung wird zumeist Robert Wilhelm Bunsen zugeschrieben.

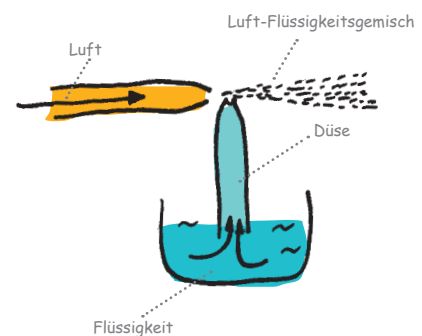
Aneinander vorbeifahrende **Schiffe** und Eisenbahnzüge und auch Fahrzeuge erzeugen zwischen sich eine höhere Luftgeschwindigkeit als im Umfeld. Sie können dadurch aneinander gezogen werden.

Im fahrenden **Zug** werden bei geöffnetem Fenster Gegenstände hinausgezogen.



Bei einem **Zerstäuber** strömt Luft durch eine Düse, die Flüssigkeit aus einem anderen Rohr mitreißt.

Die Strömungsgeschwindigkeit ist im Bereich der Düse relativ groß, der statische Druck nach dem bernoullischen Gesetz demzufolge klein. Durch diesen Druckunterschied wird die Flüssigkeit, die sich in einem Gefäß befindet, angesaugt. Sie tritt aus einer Öffnung aus und wird durch die schnell strömende Luft mitgerissen und in kleine Tröpfchen, also Nebel, geteilt.





Die Luftballonrakete (LS 1)

 Seite 8

Ziel: Wirkung von ausströmender Luft beobachten.

Info: Die ausströmende Luft verursacht einen sogenannten Rückstoß, wodurch der Ballon beschleunigt wird.

Nicht nur Raketen sondern auch Tintenfische und Quallen bewegen sich so fort.

Hinweis: Die Schnur muss glatt sein, also Nylonfaden oder Angelsehne verwenden. Der Ballon muss ein hohes Volumen besitzen, damit er eine lange Flugzeit hat.

Anregung: Die Schnur kann auch als erstes durch den Trinkhalm gezogen und dann gespannt aufgehängt werden. Dann muss der aufgeblasene Ballon unter den Trinkhalm geklebt werden. Auch können die Schnurenden von Kindern gespannt gehalten werden. Mit parallel gespannten Schnüren, können Wettkämpfe - auch zwischen den Tischen - ausgetragen werden.

Erweiterungen: Klebt man mit Hilfe eines Stück Klebebandes einen Reißnagel an die Spitze eines Ballons und lässt zwei Ballons gegeneinander fahren, kann einer beim Zusammenstoß platzen.

Oder: Klebt man den Reißnagel vorsichtig mit seiner Spitze zum Ballon auf seine Spitze und lässt ihn in Richtung Wand fahren, kann er beim Aufprall auf die Wand platzen.

Die liebenden Blätter (LS 2)

 Seite 19, 43

Ziel: Die Druckänderung an Gegenständen erfahren, die von Luft umströmt werden.

Info: Durch den höheren Umgebungsdruck gegenüber dem verringerten Druck quer zur Strömungsrichtung in der Verengung werden die Blätter zusammengedrückt. (Bernoulli-Effekt)

Anregungen: Hält man nur ein Blatt unter die Unterlippe und bläst darüber, hebt sich das Blatt an, da der Unterdruck durch die Strömung über gekrümmte Flächen entsteht. (Flugzeugflügel)



Die schwebende Pustekugel (LS 3)

○ Seite 19, 43

Ziel: Die Druckänderung von strömenden Gasen erfahren.

Info: Die Luft strömt zwischen Kugel und Fächer schneller als im Trinkhalm und in der Umgebungsluft und erzeugt dadurch einen Unterdruck im Fächer. Der höhere Umgebungsdruck hält die Kugel zurück.

Anregung: Der Trinkhalm kann auch von den Kindern selbst gefertigt werden (Scheren bereithalten) und ein Geschicklichkeits-Spiel oder Wettkampf angeschlossen werden. (Z.B. Blasen – Luft holen – Blasen – Luft holen – etc. bis die Kugel abstürzt.)

Der haltende Trichter (LS 4)

○ Seite 19, 43

Ziel: Die Druckänderung von strömenden Gasen erfahren.

Info: Zwischen Trichterwand und Kugel muss wegen der Verengung die Luft schneller strömen und erzeugt damit einen Unterdruck, der die Kugel durch den höheren Außendruck hineindrückt und hält, egal, ob der Trichter nach oben oder nach unten gehalten wird.

Anregung: Die Kinder sollen erläutern, warum sie die Kugel NICHT aus dem Trichter heraus pusten können.

Der Wunderschlauch (LS 5)

○ Seite 19, 43

Ziel: Staunen

Info: Wird der Schlauch wie ein Luftballon aufgeblasen, also die Öffnung direkt an den Mund gehalten, kann man zeigen, wie viel Luft mit drei Atemzügen eingeblasen werden kann. (Das macht man auch deshalb, um eventuell „zusammengeklebte“ Teile des Schlauchs zu lösen.)

Wird dann der Schlauch per Hand offengehalten und aus einigen Zentimetern Entfernung aufgeblasen und die Öffnung verschlossen, befindet sich ein Vielfaches an Luft im Schlauch.

Bei dieser Art des Blasens reißt die Atemluft auf Grund der inneren Reibung die umgebende Luft mit in den Schlauch.

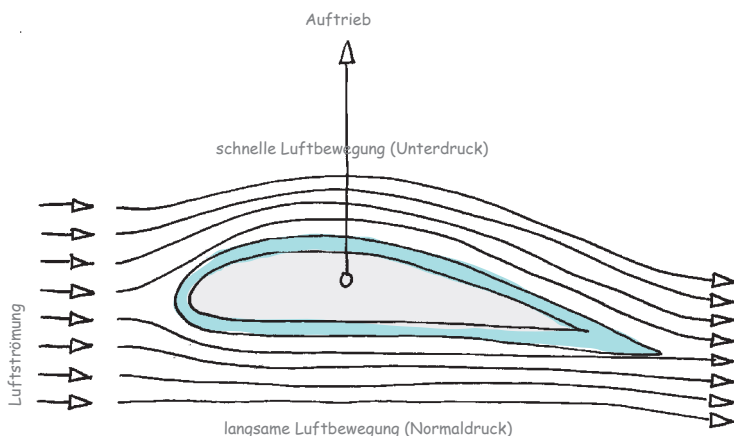
Anregung: Luft durch weiträumige schöpfende Bewegungen in den Schlauch bringen und die Volumina vergleichen. Der Schlauch sollte vorher flach gezogen sein, dass er sich auch ohne nennenswerten Druck öffnet und Luft hinein kann. Wird geschickt und länger gewedelt, gelangt noch mehr Luft in den Schlauch.



RUND UMS FLIEGEN

Der Auftrieb

Definition: Die Grundlage des Fliegens eines Flugobjektes ist eine durch relative Bewegung der Luft erzeugte Auftriebskraft, der **dynamische Auftrieb**.



Die Heißlufttüte (LF 1)

 Seite 10

Ziel: Eine Anwendung der thermischen Volumen-Änderungen kennen lernen.

Info: Durch die Erwärmung der Luft in der Tüte wird die Luft leichter und die Tüte steigt nach oben. Führt die Tüte seitlich weg vom Toaster, wird sie bald sinken, da die Luft in ihr wieder abkühlt.

Hinweise: Gelbe Säcke und leistungsstarke Toaster verwenden. Beim "gelben Sack" stimmt das Verhältnis von Volumen und Masse gut. Die aufgeblähte Tüte so über den Toaster stülpen und halten, dass sie ihn nicht berührt. Nach dem Einschalten dauert es ca. eine Minute, bis sich die Tüte hebt. Sie steigt senkrecht nach oben, wenn während des Abhebens die Richtung ein klein wenig beeinflusst wird. Sobald der Toaster ausgeschaltet wird, wird die Luft in der Tüte nicht mehr erwärmt und die Tüte sinkt ab.



Verschiedene Flugobjekte (LF 2 und LF 3)

 Seite 10, 20, 44

Ziel: Die Kinder sollen sich mit fliegenden Objekten auseinandersetzen.

Anregung: Neben Spielzeugen und Papierschlaufen sollten auch Pflanzensamen vom Ahorn, von der Linde und, wenn die Jahreszeit passt, auch vom Löwenzahn fallen gelassen werden.



Die Fall-Beispiele (LF 4)

○ Seite 20, 44

Ziel: Die Kinder sollen erfahren, welche unterschiedlichen Bewegungen ein Blatt Papier beim Fallenlassen und Werfen vollführt.

Info: Die Bewegungen zu 1. bis 3. sind nicht reproduzierbar.
Die Bewegungen zu 4. ist weitgehend reproduzierbar.

Hinweis: Es sollten hierfür DIN-A4-Blätter oder mitgebrachtes Schmierpapier benutzt werden.

Lilienthals Storch (LF 5)

○ Seite 20, 44, 66

Ziel: Historische Konstruktionen durch eine Zeichnung (Anhang Seite 66) kennenlernen.

Das Flügelprofil (LF 6) ✓

○ Seite 10

Ziel: Erkennen, welchen Einfluss bewegte Luft auf einen speziell geformten Körper hat.

Hinweis: Das Gebläse muss kräftig sein.

PAPIERFLIEGER-WETTBEWERB

Erstaunliches

- Das größte Papierflugzeug der Welt wurde von Studenten der TU Braunschweig im September 2013 gebaut und hatte eine Spannweite von 18,21 Meter.
- Das Kleinste wurde von einem Japaner gebaut. Er brauchte dazu Mikroskop und Pinzette denn es ist nur 2,9 mm groß.
- Die längste Flugweite erreichte der Flieger von dem Amerikaner Joe Ayooob mit 69,14 Meter.
- Die längste Flugdauer flog der Papierflieger des Japaners Takuo Toda im Dezember 2010. Der Flieger war 29,2 Sekunden lang in der Luft.
- Einen sonderbaren Rekord stellte der Japaner Fumihiro Uno auf. Er schaffte es dreizehn Mal hintereinander, mit demselben Papierflieger aus drei Meter Entfernung in einen Eimer zu treffen. Er benötigte dafür 2,5 Minuten.



Das Falt-ABC (LP 1)

○ Seite 21

Ziel: Einüben von dem Erstellen von scharfen und geraden Falten.

Hinweis: Es sollten zunächst nur die drei Grundfaltungen geübt werden.

Die Flugfähigkeit (LP 2)

○ Seite 11, 57–58

Ziel: Kennenlernen wesentlicher Flugzeugkomponenten.

Hinweis: Im Anhang befindet sich eine Abbildung des Flugzeugs (Seite 57), die kopiert und laminiert werden kann. Im Anhang ist auch die Lösung dazu (Seite 58).



Einen Papierflieger falten und testen (LP 3)

○ Seite 21

Ziel: Einfluss der Tragflächenform auf das Flugverhalten kennenlernen.

Hinweis: Für jeden Tisch stehen eine Faltanleitung sowie eine Abbildung von möglichen Flügelformen bereit.

Anregungen: Da es für einen guten Flug auch auf Genauigkeit des Faltens ankommt, können verschiedene Vergleichsvarianten durchgeführt werden.

Jedes Kind am Tisch faltet die gleiche Rumpf- und Flügelform.

Jedes Kind am Tisch faltet einen anderen Rumpf, aber mit der gleichen Flügelform.

Jedes Kind am Tisch faltet den gleichen Rumpf mit jeweils anderen Flügelformen.

Dazwischen sollten Testflüge durchgeführt und die Beobachtungen besprochen werden.

Mit Hinblick auf die Wettkampfkategorien der Flugweite und Flugdauer können bereits die stabilsten Exemplare separiert werden.



Der Wettbewerbsflieger entsteht (LP 4)

Seite 21, 59–62

Ziel: Bau und Erprobung verschiedener Papierflieger.

Anregung: Falten nach „Vorschrift“ oder freies Falten ist möglich.
Die Wettkampfregeln (siehe Seite 63) müssen eingehalten werden.

Der Wettkampf (LP 5)

Seite 12, 63–65

Ziel: Ermittlung der Exemplare, die am weitesten und am längsten fliegen.

Hinweis: Regeln und Urkunden-Vorlagen sind in Originalgröße angefügt, siehe Seite 63–65.





LUFTWIDERSTAND

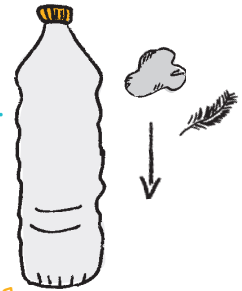
Das Fall-Beispiel (LW 1)

- Lasst eine Plastikflasche mit Stein und Feder fallen.



- Beobachtung: Die Flasche und Teile kommen gleichzeitig auf dem Tisch/Fußboden an.

- Nimmt die Gegenstände aus der Flasche und lässt sie gleichzeitig aus gleicher Höhe fallen.



- Beobachtung: Sie fallen unterschiedlich schnell. Die Feder kommt als letztes auf dem Tisch/Fußboden an.

LUFTDRUCKÄNDERUNG DURCH MASSENÄNDERUNG

Der Überdruck im Schlauch (LM 2)

- Pumpt den Fahrradschlauch auf, beobachtet sein Volumen und tastet seine Festigkeit. Pumpet etwas mehr auf und vergleicht sein Volumen und seine Festigkeit.



- Beobachtung: Nach fünf Mal Pumpen, ist er an einigen Stellen aufgebläht. Nach weiteren fünf Mal ist er praller und nach weiteren fünf Mal noch schwerer einzudrücken.

- Je mehr Luft im Fahrradschlauch ist, desto praller ist der Schlauch. Ein Überdruck ist zu spüren.



Der Unterdruck in der Flasche (LM 3)

- Nimmt eine Plastikflasche und saugt an ihr. Säubert den Rand bevor ihr die Flasche im alten Zustand weitergebt.

- Beobachtung: Die Flasche wird zusammengedrückt.



LUFTDRUCKÄNDERUNG DURCH VOLUMENÄNDERUNG

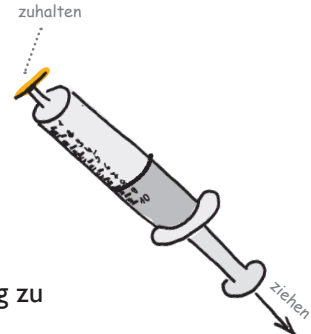
Drücken oder Ziehen (LV 1)



Nehmt eine Spritze ohne Nadel, haltet die Öffnung mit einer Fingerkuppe zu und zieht an dem Kolben.



Beobachtung: Der Kolben lässt sich etwas herausziehen.



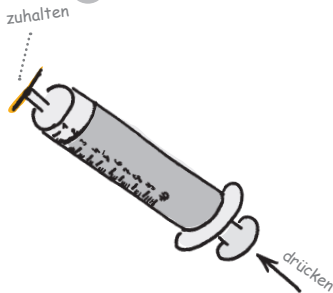
Nehmt wieder die Spritze, haltet die Öffnung zu und drückt den Kolben hinein.



Beobachtung: Der Kolben lässt sich etwas hineindrücken.



Das Volumen der Luft lässt sich zusammendrücken.
Die Luft ist komprimierbar.



Wiederholt die Versuche, nehmt bei gezogenem und gedrücktem Kolben die Fingerkuppe weg und lauscht auf das Geräusch.



Beobachtung: Es gibt unterschiedliche Geräusche.

Der Saughaken (LV 3)



Legt die leicht angefeuchtete Saugfläche auf eine glatte, lose Unterlage, legt den Haken um und hebt ihn an.



Beobachtung: Die Unterlage wird mit angehoben.



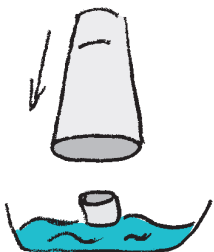
Die Taucherglocke (LV 4)



Füllt in eine Schale etwas gefärbtes Wasser, legt eine Teelicht-Hülle oder einen kleinen Deckel auf die Wasseroberfläche und stülpt ein Glas darüber.



Beobachtung: Der Deckel sinkt auf dem Schalenboden und Wasser weicht aus dem Glas.

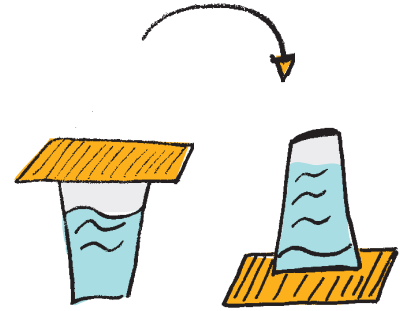




Die haftende Postkarte (LV 5)

-  Füllt etwas Wasser in ein Glas, legt die Postkarte mit der glänzenden Seite flach auf das Glas und dreht beides zusammen um. Haltet das Glas mit einer Hand fest.

 Beobachtung: **Meist bleibt alles trocken.**



Der Ballontest (LV 6)

-  Steckt einen Luftballon in eine Plastikflasche ohne Loch und pumpt ihn auf.

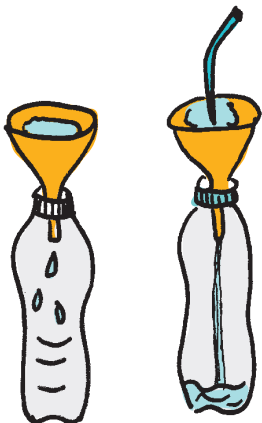
 Beobachtung: **Er lässt sich nur etwas aufpumpen.**

-  Steckt ihn in eine Plastikflasche mit Loch und pumpt ihn wieder auf.

 Beobachtung: **Er lässt sich weiter aufpumpen.**



Die Luftsperrre (LV 7)



-  Packt die Knete so um den Trichterhals, dass der Trichter dicht mit dem Flaschenhals abschließt und gießt zügig Wasser in den Trichter.

 Beobachtung: **Das Wasser bleibt im Trichter stehen.**

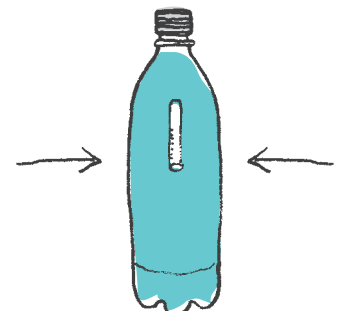
-  Steckt den Trinkhalm in den Trichter.

 Beobachtung: **Wasser fließt in die Flasche.**

Der Flaschenteufel (LV 8)

-  1 Füllt die Plastikflasche ganz voll mit Wasser.
- 2 Steckt das Röhrchen oder das gebastelte Trinkhalmstück mit der Öffnung nach unten in das Wasser.
- 3 Verschließt die Flasche gut.
- 4 Tut etwas, so dass das Röhrchen sinkt.

 Beobachtung: **Wenn auf die Flasche gedrückt wird, sinkt das Röhrchen.**





LUFTDRUCKÄNDERUNG DURCH TEMPERATURÄNDERUNG

Der thermische Wasserheber (LT 2)

- 1 Füllt eine Plastikflasche halb mit Wasser, verschließt sie mit einem Schraubdeckel mit Röhrchen, so dass es in das Wasser ragt. Legt die warmen Hände ganz leicht oben an die Flasche und beobachtet das Röhrchen. **Nicht drücken!**

Beobachtung: Nach kurzer Zeit steigt das Wasser im Röhrchen an.



Die haftenden Becher (LT 3)

- 1 Stellt ein Teelicht in einen Becher und zündet es an.
- 2 Legt ein leicht angefeuchtetes Stück Küchenpapier, das mit einem großen Loch in der Mitte versehen ist, glatt auf den Becherrand.
- 3 Nehmt den zweiten Becher, stülpt ihn über den anderen und drückt beide gut fest.
- 4 Wartet kurze Zeit.

Beobachtung: Nach kurzer Zeit erlischt die Flamme.

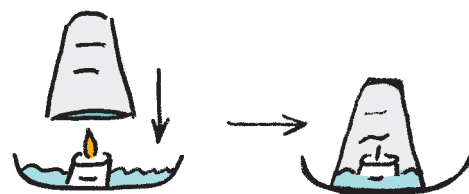
- 1 Hebt den oberen Becher an.

Beobachtung: Der untere Becher lässt sich mit anheben.

Der Kerzenfahrstuhl (LT 4)

- 1 Stellt ein brennendes Teelicht auf einen Teller, auf dem etwas gefärbtes Wasser ist, stülpt ein Glas darüber und wartet.

Beobachtung: Eine Luftblase tritt aus dem Glas, dann erlischt die Kerze, das Wasser geht ins Glas und das Teelicht steigt nach oben.



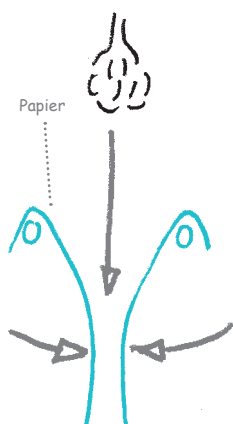
Die Heißluftspirale (LT 5)

- 1 Schneidet mit der Schere die Spirale aus.
- 2 Befestigt den Faden in der Mitte der Spirale.
- 3 Zündet eine Kerze an und hält die Spirale am Faden hoch über die Kerzenflamme.

Beobachtung: Die Spirale dreht sich.



LUFTDRUCKÄNDERUNG DURCH STRÖMENDE LUFT



Die liebenden Blätter (LS 2)

- Nehmt zwei Papierstreifen und zieht sie leicht über die Tischkante, so dass sie etwas gebogen sind. Legt die gebogenen Streifen über je eine Gabel-Zinke oder dünne Stange. Blast zwischen die beiden Streifen.
- Beobachtung: Die Papierstreifen ziehen sich an. Sie flattern etwas.
- Nehmt nun ein Blatt Papier, haltet es unter die Unterlippe und blast von oben über das Blatt.
- Beobachtung: Der Papierstreifen bewegt sich flatternd nach oben.

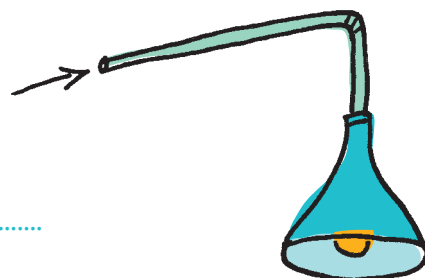
Die schwebende Pustekugel (LS 3)

- Schneidet das kurze Ende des Trinkhalmes mehrmals ein, so dass ihr einen Fächer in Trichterform biegen könnt. Knickt den Trinkhalm ab, legt eine Kugel in den Fächer und blast in den Trinkhalm.
- Beobachtung: Die Kugel schwebt.

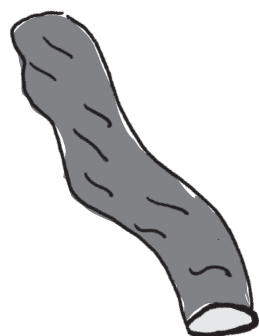


Der haltende Trichter (LS 4)

- Stülpt den Trinkhalm über den Trichter und über eine Kugel. Blast durch den Trinkhalm in den Trichter und hebt ihn an.
- Beobachtung: Die Kugel bleibt im Trichter, unabhängig davon, ob die Öffnung des Trichters nach oben oder unten zeigt.



Der Wunderschlauch (LS 5)



- Verknotet ein Ende des Schlauches gut, blast dreimal in das andere Ende, haltet ihn schnell zu und streicht die Luft zum anderen Ende zusammen.
- Beobachtung: Eine kleine Menge Luft bläht den Schlauch auf.
- Streicht die Luft wieder aus den Schlauch. Öffnet das Ende leicht, haltet es ca. 20 cm von eurem Mund entfernt und blast hinein. Verschließt ihn schnell und streicht die Luft wieder zum anderen Ende und vergleicht die Luftmengen im Schlauch.
- Beobachtung: Die Menge Luft ist jetzt größer als vorher.

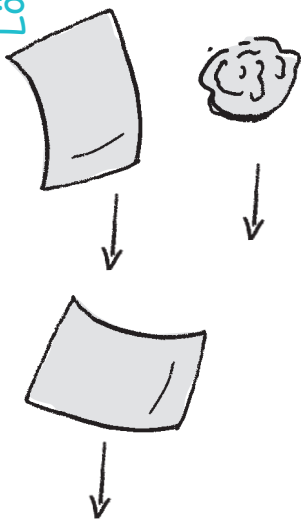
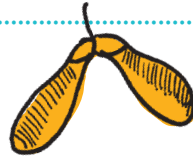


RUND UMS FLIEGEN

Flugobjekte (LF 3)

- ✂ Nehmt nacheinander einen breiten Folienring, einen Streifen Papier, eine Lindenfrucht, eine Ahornfrucht etc. und lasst sie von weit oben fallen.

👁 Beobachtung: Die Objekte fallen sich drehend nach unten.



Die Fall-Beispiele (LF 4)

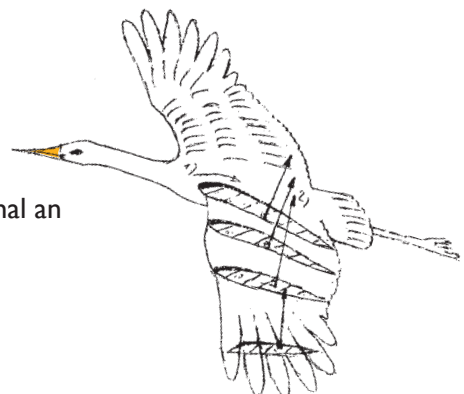
- ✂
- 1 Haltet das Blatt Papier senkrecht zum Boden, lasst es los und beobachtet seine Bewegung.
 - 2 Haltet das Blatt Papier flach in der Luft, lasst es los und beobachtet seine Bewegung.
 - 3 Werft das Blatt Papier waagrecht und beobachtet die Wurfweite und Wurfedauer.
 - 4 Knüllt das Blatt Papier zusammen, werft es hoch und beobachtet, wie es fällt.

👁 Beobachtung: Das Blatt schwebt, flattert und fällt unkontrollierbar nach unten.

- 👉 Beschreibt die Bewegungen.
- 1 Das Papier fällt zuerst schnell, dann fällt es hin und her flatternd nach unten.
 - 2 Das Papier fällt flatternd langsam nach unten.
 - 3 Mischung aus 1 und 2.
 - 4 Die Papierkugel bewegt sich viel schneller.

Lilienthals Storch (LF 5)

- ✂ Seht euch die Konstruktions-Zeichnungen von Otto Lilienthal an und markiert das Profil der Flügel des Storches.





Name:

Nacharbeit

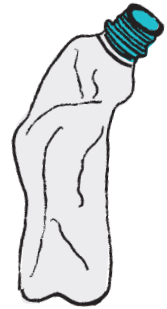
Die Knitterflasche (LN 1)

-  Lege eine mit Luft gefüllte verschlossene Plastikflasche in den Gefrierschrank und nimm sie nach einer Stunde wieder heraus.

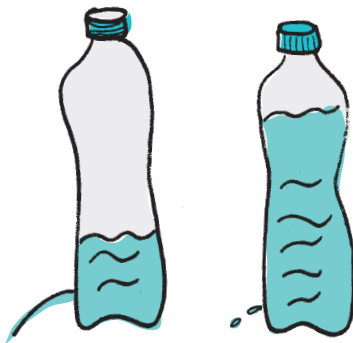
 Beobachtung:

 Nach einer weiteren Stunde:

-  Oder: Halte sie einige Zeit in Eiswasser und anschließend in heißes Wasser.



Die Flasche mit Loch (LN 2)



-  1 Nimm eine Plastikflasche mit Deckel und stich ein Loch in die Seitenwand ganz nah am Boden.
2 Verschließe das Loch mit einem dicken Klebstreifen oder einem breiten Gummiring.
3 Stelle die Plastikflasche ins Wasch- oder Spülbecken, fülle sie mit Wasser und verschließe sie wieder. Es sollte kein Wasser auslaufen.
4 Öffne das Loch und schreibe deine Beobachtung auf.

 Beobachtung:

- 5 Öffne die Plastikflasche und schreibe deine Beobachtung auf.

 Beobachtung:

Die starke Luft (LN 3)

-  1 Lege eine zusammengefaltete Zeitung über ein Holzlineal oder eine schmale Holzleiste. Die Leiste muss etwas heraushängen und über der Tischkante liegen.

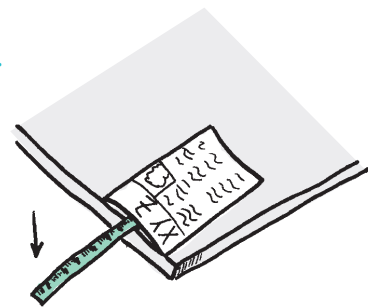
- 2 Schlage mit einem Finger leicht auf die Leiste.

 Beobachtung:

- 3 Falte die Zeitung auseinander und lege sie ganz flach über die Leiste wie oben und streiche sie glatt.

- 4 Schlage wieder mit einem Finger leicht auf die Leiste.

 Beobachtung:

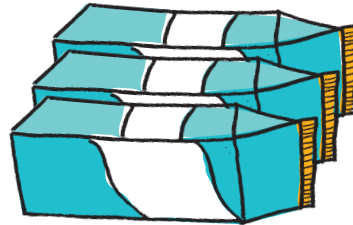




Name:

Das Luftkissen (LN 4)

- 1 Lege drei oder mehr leere verschlossene Getränke-Tüten nebeneinander und klebe sie am besten mit einem Klebeband zusammen, so dass ein Floß entsteht.
- 2 Lege sie in eine mit Wasser gefüllte Schale und lege nach und nach kleine gefüllte Tüten darauf.
- 3 Bestimme die Menge, die das Floß halten kann.



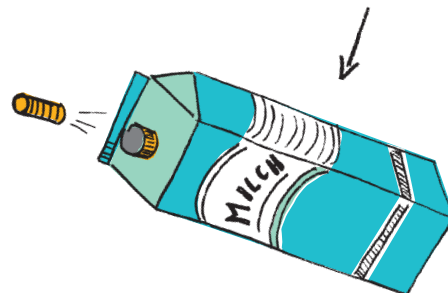
Beobachtung:

.....

.....

.....

.....



Das Korkenschießen (LN 4)

- 1 Verschließe eine leere Getränke-Tüte leicht mit einem Korken, lege sie auf den Tisch und schlage fest auf die Tüte.



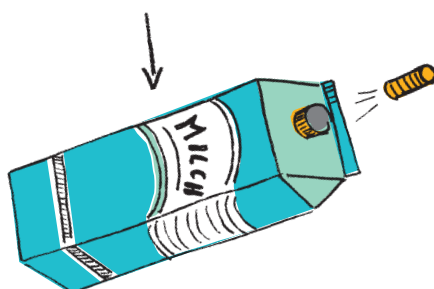
Beobachtung:

.....

.....

.....

.....





Die Knitterflasche (LN 1)

○ Seite 45, 49

Ziel: Auswirkungen der Luftdruckänderung bei Temperaturänderung erfahren.

Info: Bei Temperaturverringering verringert sich auch das Volumen der Luft in der Flasche und zieht diese zusammen. Steht die Flasche wieder außerhalb des Gefrierschranks erwärmt sich die Luft in ihr und sie geht geräuschvoll in ihre Ausgangsposition zurück.

Die Flasche mit Loch (LN 2)

○ Seite 45, 49

Ziel: Auswirkung des Druckausgleichs beobachten.

Info: Ist die Flasche mit Wasser verschlossen, tritt kaum Wasser aus dem Loch, da Druckausgleich herrscht. Wird sie geöffnet, tritt Wasser aus, da Luft in die Flasche nachfließen kann.

Die starke Luft (LN 3)

○ Seite 45, 49

Ziel: Luftdruck spüren.

Info: Auf der Zeitung lastet der Luftdruck. Drücken wir langsam auf das Holzlineal, so kann sich die Zeitung langsam heben und Luft kann allmählich unter die Zeitung strömen, so dass kein Unterdruck entsteht. Schlagen wir aber plötzlich und schnell auf das Holzlineal, entsteht sofort ein Unterdruck um es unter der Zeitung. Die Volumenvergrößerung sorgt dafür, dass weiter außen die Zeitung fest an den Tisch gepresst wird, wodurch das Nachströmen von Luft erst recht verhindert wird. Der Unterdruck wird dabei noch größer und die Zeitung verhindert, dass der Stab sich bewegen kann. Also bricht er durch, oder die Zeitung zerreißt.

Anregung: Drückt man ganz langsam auf das Lineal, wird sich die Zeitung immer heben, da sich die Luft unter ihr ausbreiten kann.

Hinweise: Die Zeitung muss sehr sorgsam ausgebreitet und auf dem Tisch glattgestrichen werden, so dass keine Luft unter sie strömen kann. Wird zu hart geschlagen, kann die Zeitung zerreißen.



Das Luftkissen (LN 4)

○ Seite 46, 50

Ziel: Wirkung von einem Floß erfahren.

Info: Die leeren, gut verschlossenen Tüten erfahren im Wasser einen Auftrieb. Wird die Gewichtskraft der Tüten durch Auflegen von Massen erhöht, sinken sie. Die Gewichtskraft ist dann größer als die Auftriebskraft.

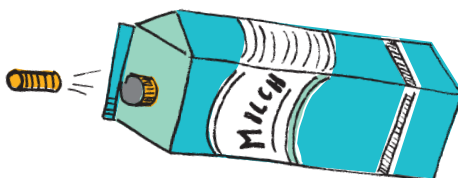
Anregung: Anwendungen dazu zusammenstellen lassen.

Das Korkenschießen (LN 5)

○ Seite 46, 50

Ziel: Vergnügen

Hinweis: Die Korken können sehr weit fliegen, aber auch stecken bleiben. Häufig treten Reste der Flüssigkeit mit aus.





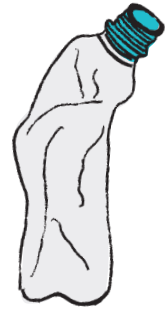
Die Knitterflasche (LN 1)

- ✂ Lege eine mit Luft gefüllte verschlossene Plastikflasche in den Gefrierschrank und nimm sie nach einer Stunde wieder heraus.

👁 Beobachtung: Sie hat sich zusammengezogen.

Nach einer weiteren Stunde: Sie hat ihre Form wiedererlangt.

- ✂ oder: Halte sie einige Zeit in Eiswasser und anschließend in heißes Wasser.



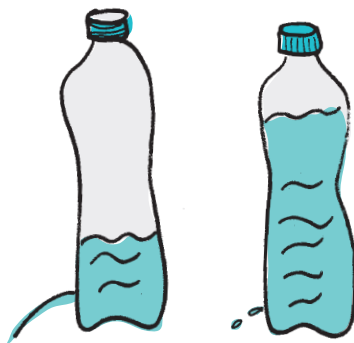
Die Flasche mit Loch (LN 2)

- ✂ 1 Nimm eine Plastikflasche mit Deckel und stich ein Loch in die Seitenwand ganz nah am Boden.
- 2 Verschließe das Loch mit einem dicken Klebstreifen oder einem breiten Gummiring.
- 3 Stelle die Plastikflasche ins Wasch- oder Spülbecken, fülle sie mit Wasser und verschließe sie wieder. Es sollte kein Wasser auslaufen.
- 4 Öffne das Loch und schreibe deine Beobachtung auf.

👁 Beobachtung: Nur wenige Tropfen Wasser kommen aus dem Loch.

- 5 Öffne die Plastikflasche und schreibe eure Beobachtung auf.

👁 Beobachtung: Wasser fließt bei geöffneter Flasche aus.



Die starke Luft (LN 3)

- ✂ 1 Lege eine zusammengefaltete Zeitung über ein Holzlineal oder eine schmale Holzleiste. Die Leiste muss etwas herauschauen und über der Tischkante liegen.

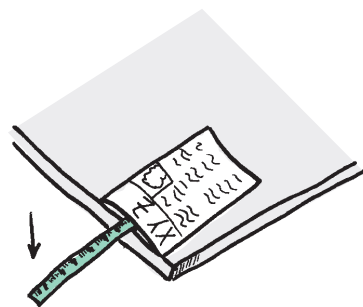
- 2 Schlage mit einem Finger leicht auf die Leiste.

👁 Beobachtung: Die Zeitung wird angehoben.

- 3 Falte die Zeitung auseinander und lege sie ganz flach über die Leiste wie oben und streiche sie glatt.

- 4 Schlage wieder mit einem Finger leicht auf die Leiste.

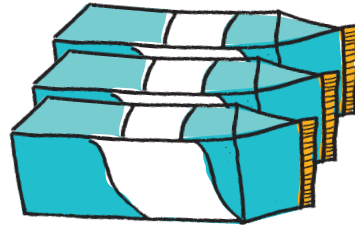
👁 Beobachtung: Die Zeitung wird nicht angehoben.





Das Luftkissen (LN 4)

- 1 Lege drei oder mehr leere verschlossene Getränke-Tüten nebeneinander und klebe sie am besten mit einem Klebeband zusammen, so dass ein Floß entsteht.
- 2 Lege sie in eine mit Wasser gefüllte Schale und lege nach und nach kleine gefüllte Tüten darauf.
- 3 Bestimme die Menge, die das Floß halten kann.

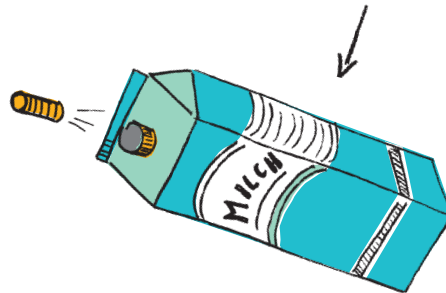


 Beobachtung: **Ungefähr 1,5 kg Masse trägt ein Floß aus drei Ein-Liter-Tüten.**

.....

.....

.....



Das Korkenschießen (LN 4)

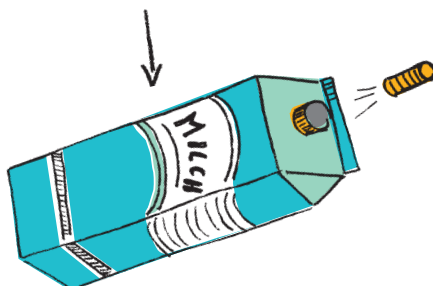
- 1 Verschließe eine leere Getränke-Tüte leicht mit einem Korken, lege sie auf den Tisch und schlage fest auf die Tüte.

 Beobachtung: **Der Korken fliegt weit.**

.....

.....

.....





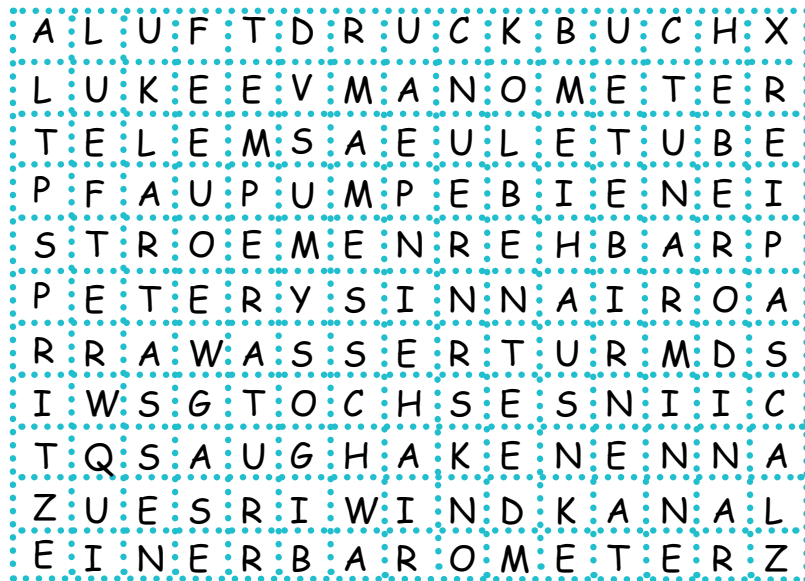
Name:

Wortsalat



Suche die Wörter waagrecht und senkrecht.

Bar • Barometer • Druck • Gas • Gase • Heber • Kolben • Luftdruck • Lüfter • Manometer
• Pascal • Pumpe • Säule • Saughaken • Sog • Spritze • Strömen • Wasserturm • Windkanal



Weißt du noch?



Luft besteht unter anderem aus

In einem Liter Luft sind drei Viertel und fast ein Viertel

Der normale Luftdruck in der Höhe von Berlin ist ungefähr

Wasser siedet bei Normaldruck auf Meereshöhe bei°C, im Himalaya auf 8000 m Höhe bei°C.

Was ziehen Raumfahrer an, bevor sie im All aus ihrer Kapsel aussteigen?

Was würde ohne diesen Anzug mit dem Raumfahrer geschehen?



Erinnere dich und schätze!



Oberhalb des Flügels strömt die Luft als unterhalb,

deshalb entsteht ein, der den Storch bewegt. Am Ende

der Flügel sind die Federn beim Storch gespreizt, weil

Ein Storch kann ungefähr Minuten ohne Flügelschlag in der Luft gleiten.



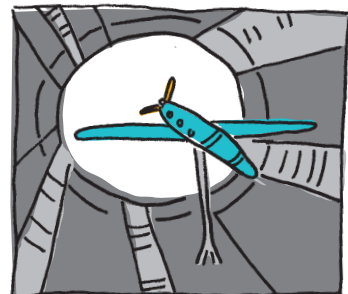
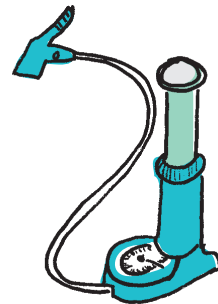
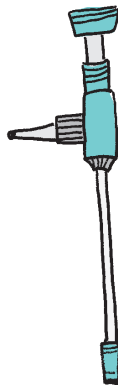
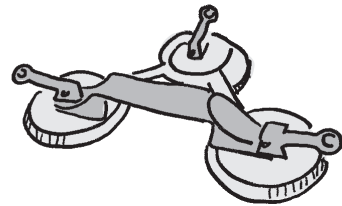
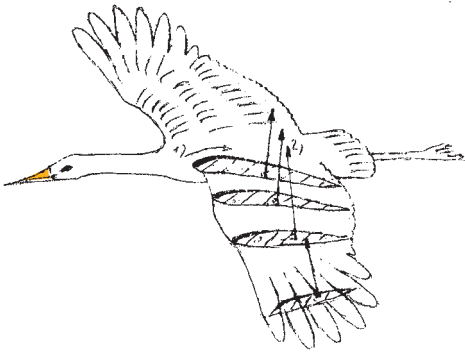
Name:

Suchbilder



Ordne die Wörter den Abbildungen zu.

die Fahrrad-Luftpumpe • das Goethe-Barometer oder Sturmglass • das Manometer • der Saugheber
• der Storch • die Wasserstrahlpumpe • der Windkanal • der Zerstäuber • die Saugnäpfe





Name:

Begriffe zuordnen



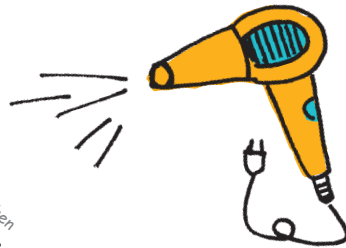
Ordne den Zeichnungen Experimente zu und weise auf dazugehörige Begriffe hin.
Doppelnennungen sind möglich.

- 1 Volumenvergrößerung • 2 Volumenverkleinerung • 3 Unterdruck • 4 Überdruck • 5 Temperaturerhöhung • 6 Temperaturverringerung • 7 Druckerhöhung • 8 Druckverringerung • 9 Strömung

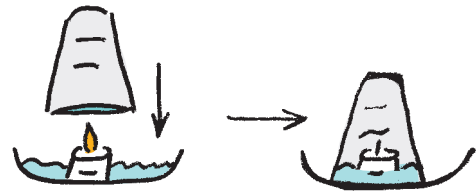
zuhalten



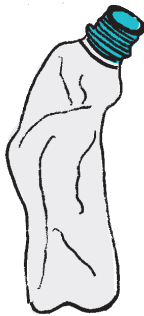
.....
.....



.....
.....

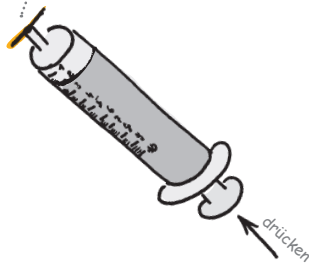


.....
.....



.....
.....

zuhalten



.....
.....



.....
.....

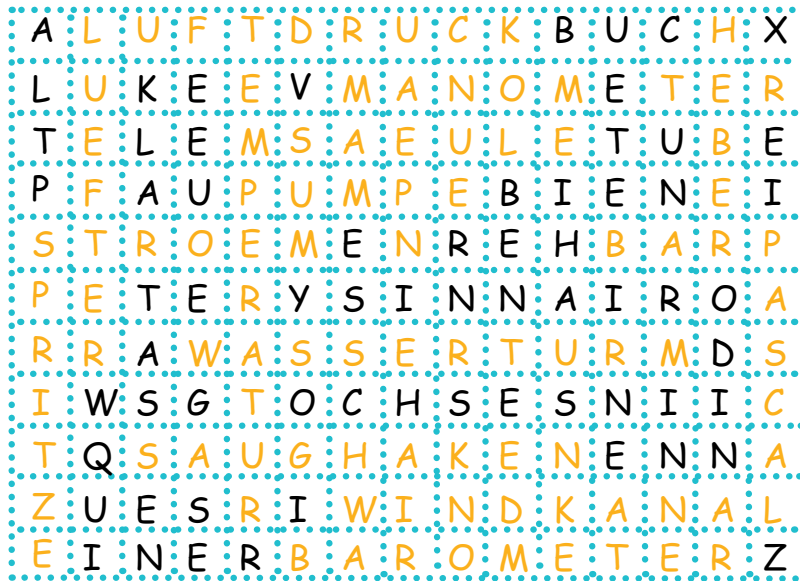


Wortsalat



Suche die Wörter waagerecht und senkrecht.

Bar • Barometer • Druck • Gas • Gase • Heber • Kolben • Luftdruck • Lüfter • Manometer
• Pascal • Pumpe • Säule • Saughaken • Sog • Spritze • Strömen • Wasserturm • Windkanal



Weißt du noch?



Luft besteht unter anderem aus 21% Sauerstoff, 78% Stickstoff und ganz wenig Kohlenstoffdioxid.
In einem Liter Luft sind drei Viertel Stickstoff und fast ein Viertel Sauerstoff
Der normale Luftdruck in der Höhe von Berlin ist ungefähr 1030 hPa
Wasser siedet bei Normaldruck auf Meereshöhe bei 100 °C.
Was ziehen Raumfahrer an, bevor sie im All aus ihrer Kapsel aussteigen? einen Raumanzug
Was würde ohne diesen Anzug mit dem Raumfahrer geschehen?
Da sie ins Vakuum aussteigen, würden sie keine Luft zum Atmen haben.
Da kein Außendruck herrscht, würden sich ihr Körper aufblähen und ihre Lungen und Gefäße würden platzen. Da die Temperatur im Weltraum bei ca. -270 °C liegt, würden sie erfrieren



Erinnere dich und schätze!



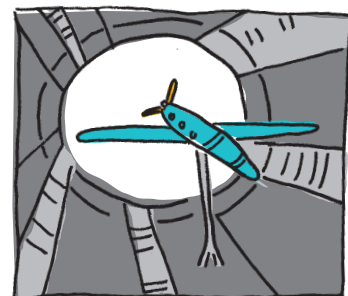
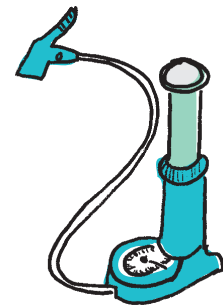
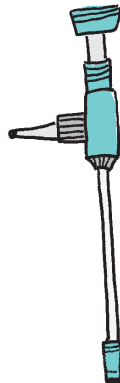
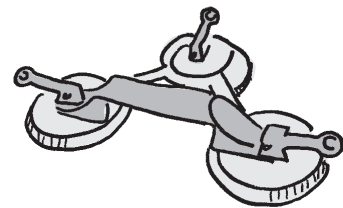
Oberhalb des Flügels strömt die Luft schneller als unterhalb,
deshalb entsteht ein Auftrieb, der den Storch nach oben bewegt bewegt.
Am Ende der Flügel sind die Federn beim Storch gespreizt, weil sie störende Luftwirbel verhindern.
Ein Storch kann ungefähr 60 Minuten Minuten ohne Flügelschlag in der Luft gleiten.



Suchbilder

Ordne die Wörter den Abbildungen zu.

die Fahrrad-Luftpumpe • das Goethe-Barometer oder Sturmglass • das Manometer • der Saugheber • der Storch • die Wasserstrahlpumpe • der Windkanal • der Zerstäuber • die Saugnäpfe

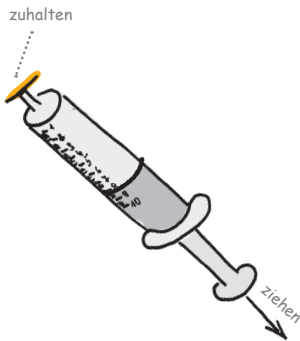




Begriffe zuordnen

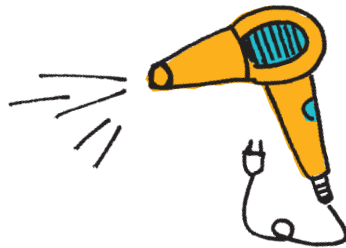
-  Ordne den Zeichnungen Experimente zu und weise auf dazugehörige Begriffe hin. Doppelnennungen sind möglich.

1 Volumenvergrößerung • 2 Volumenverkleinerung • 3 Unterdruck • 4 Überdruck • 5 Temperaturerhöhung • 6 Temperaturverringerung • 7 Druckerhöhung • 8 Druckverringerung • 9 Strömung



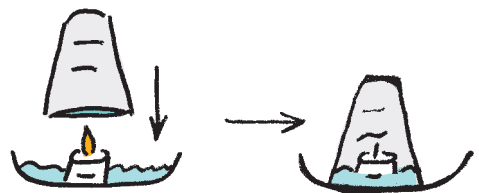
Drücken und Ziehen

Innen: 1, 3 und 8



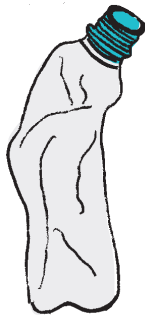
Das Flügelprofil

Außen: 9



Der Kerzenfahrstuhl

Innen: erst 5, dann 6, dann 2, dann 3



Der Unterdruck in der Flasche

Innen: 2 und 3



Drücken und Ziehen

Innen: 2 und 4 und 7



Der thermische Wasserheber

Innen oben: 5 und 1 und 7



Name:

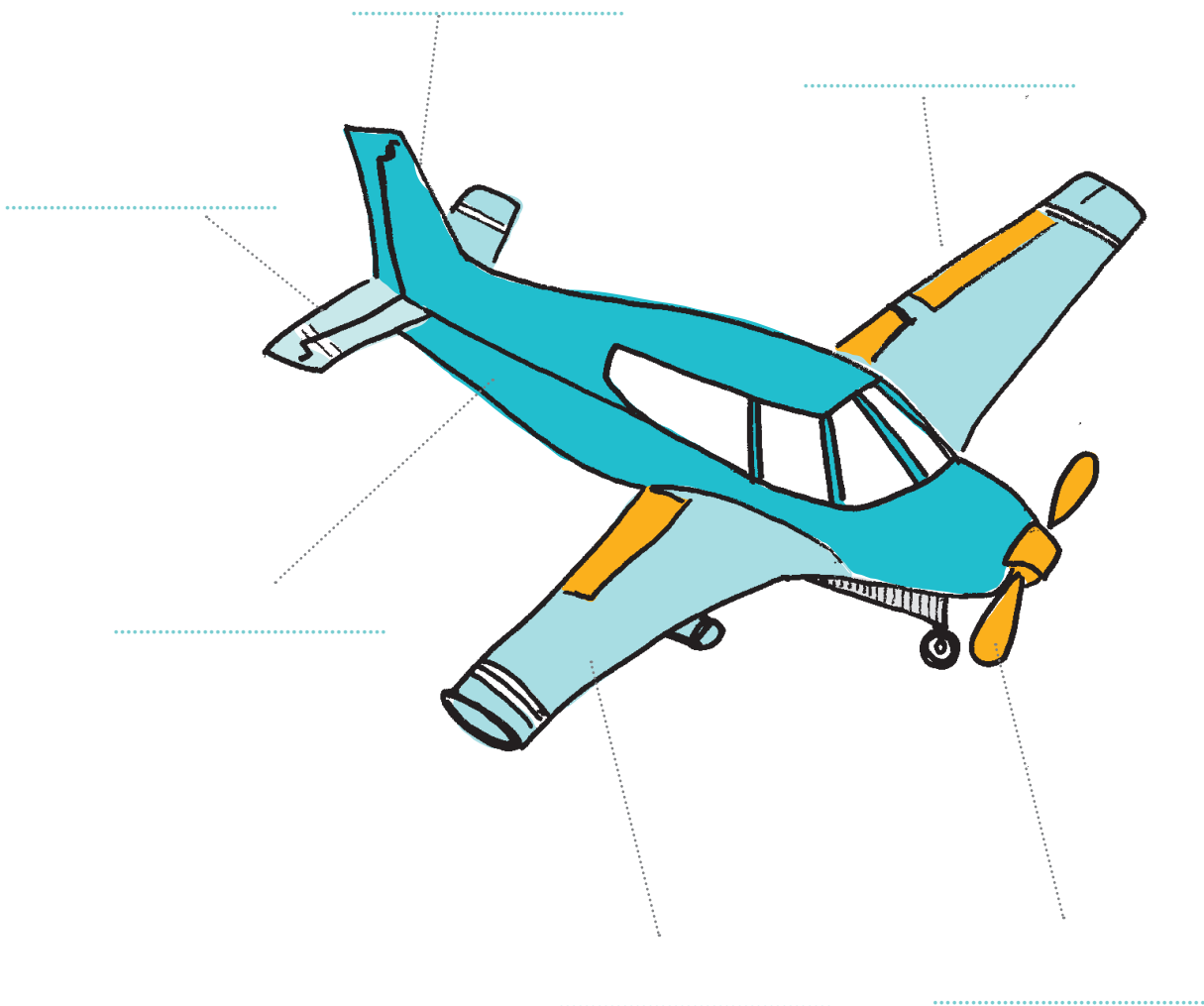
Anhang

Flugzeugteile zuordnen



Beschrifte die Flugzeugteile.

der Rumpf • das Querruder • die Tragfläche • das Seitenruder
• das Höhenruder • der Propeller



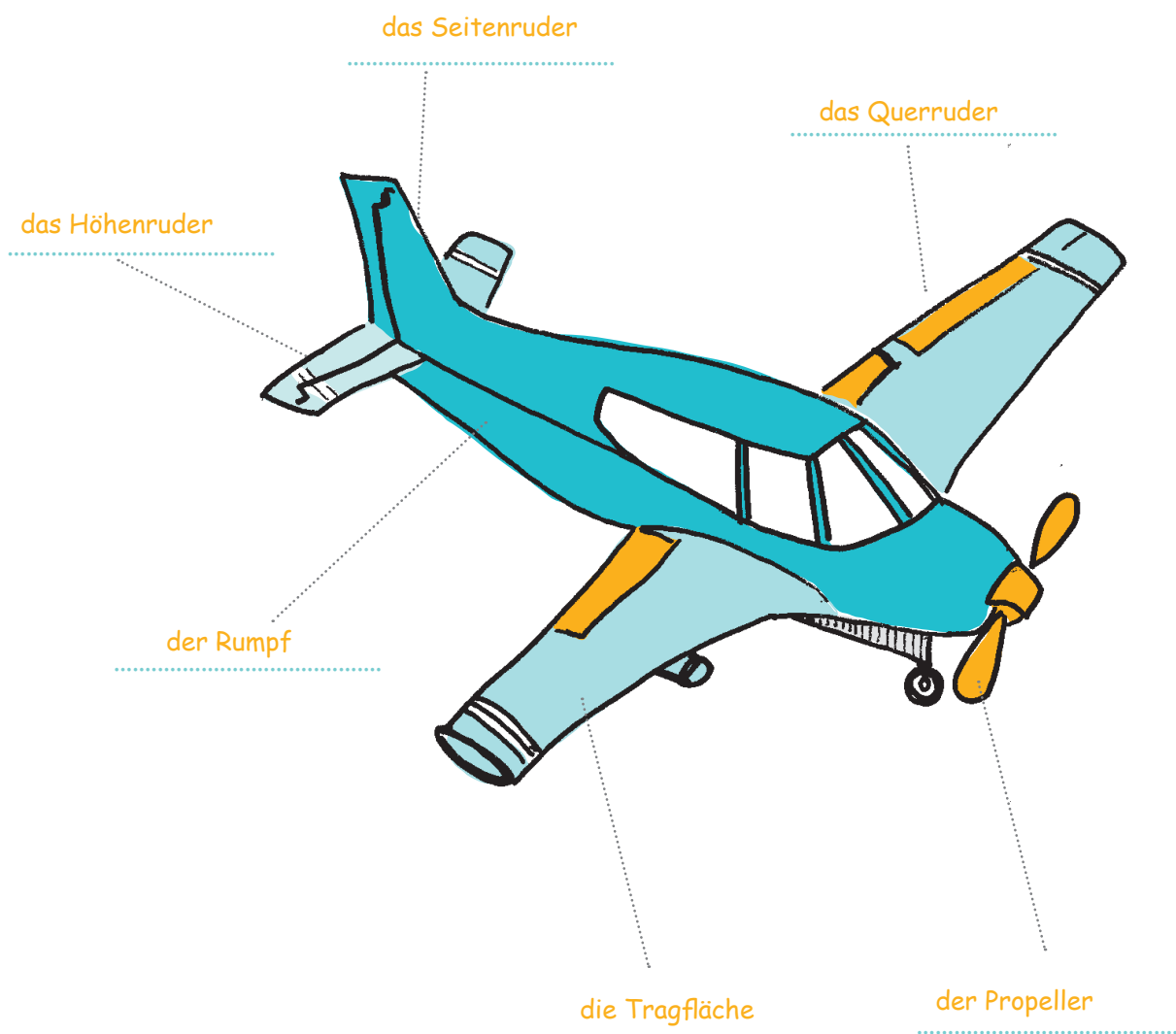


Flugzeugteile zuordnen



Beschrifte die Flugzeugteile.

der Rumpf • das Querruder • die Tragfläche • das Seitenruder
• das Höhenruder • der Propeller



Papierflieger Nr. 1



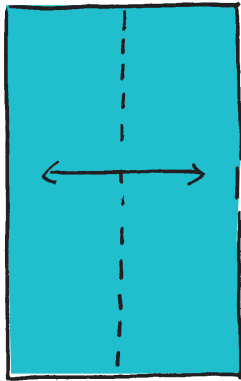
Kopiere diese Seite und lege das DIN-A4-Papier mit der kopierten Seite **nach unten** vor dich auf den Tisch. Dann faltest du den Flieger, wie auf Seite 60 gezeigt.

ZAUBERHAFFE PHYS  K

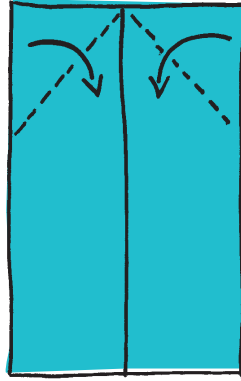
ZAUBERHAFFE PHYS  K



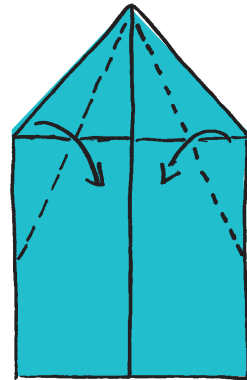
1



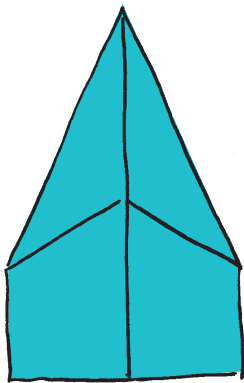
2



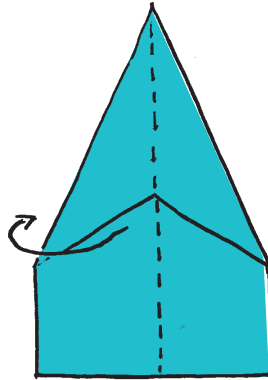
3



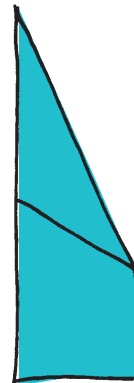
4



5



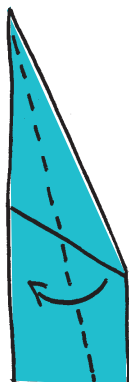
6



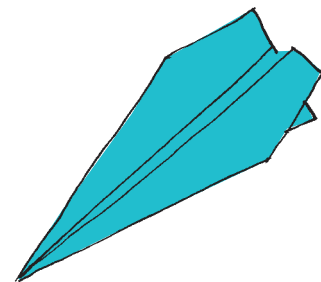
So sieht dein Flieger jetzt aus.

So sieht dein Flieger jetzt aus.

7



8



Fertig!

Papierflieger Nr. 2



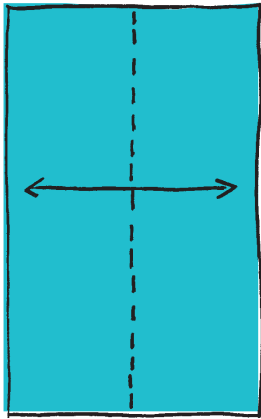
Kopiere diese Seite und lege das DIN-A4-Papier mit der kopierten Seite **nach unten** vor dich auf den Tisch. Dann faltest du den Flieger, wie auf Seite 62 beschrieben.

ZAUBERHAFT PHYS  K

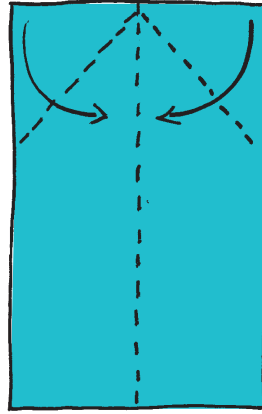
ZAUBERHAFT PHYS  K



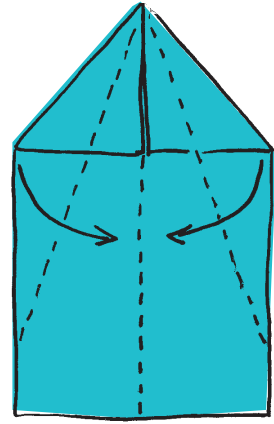
1



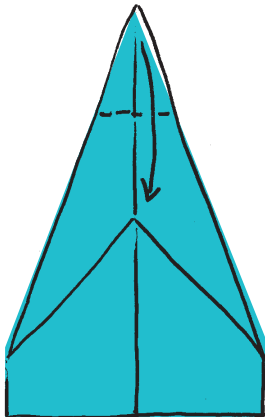
2



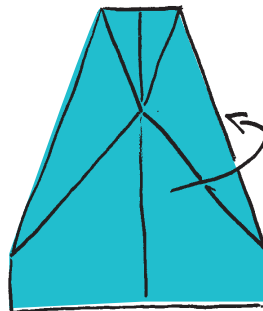
3



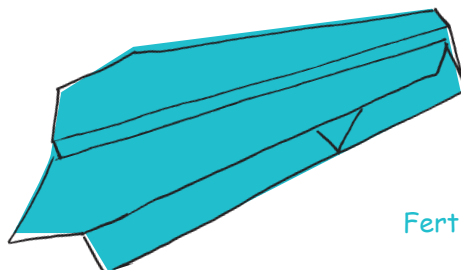
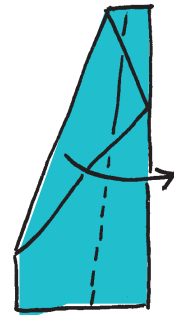
4



5



6



Fertig!



Wettbewerbsregeln

- Der Wettbewerb findet im Innenbereich statt.
- Alle Papierflieger müssen aus einem einzigen Blatt Papier angefertigt werden.
- Das Papier hat das Standard-Format DIN A4.
- Das Papier darf nur durch Falten modifiziert werden.
- Reißen, kleben, schneiden, heften oder beladen mit zusätzlichen Materialien ist nicht gestattet.
- Es gibt zwei Kategorien: die längste Strecke und die längste Flugzeit.
- Jedes Team hat in jeder Kategorie drei Versuche
- Jedem Team ist eine Wettkampffarbe zugeordnet.
- Für jeden Versuch kann ein anderer Papierflieger genutzt werden.
- Der Abwurf geschieht von der Startlinie aus, ein Anlauf ist nicht gestattet.
- Ausschlaggebend für die Messungen sind der Moment, in dem der Flieger die Hand des Werfers verlässt, und jener Moment, in dem der Flieger auf dem Boden oder an einem Gegenstand aufkommt.
- Die Weite wird von der Startlinie aus gemessen, dabei ist es unerheblich, wie weit der Flieger geflogen ist, es gilt die Strecke zwischen Startlinie und der Punkt, auf dem er gelandet ist.
- Es versteht sich von selbst, dass während des Wettbewerbs niemand den Flugbereich betritt. Ausgenommen: die Kampfrichter, um Landepunkt und Zeitpunkt besser beobachten zu können. Dabei dürfen sie aber nicht den Flug des jeweiligen Papierfliegers stören. Alle anderen bleiben hinter der Startlinie.
- Wie bei jedem Wettbewerb sollte Ruhe herrschen, damit sich die Werfer konzentrieren können
- Es wird immer der weiteste Landepunkt mit einem kleinen Fähnchen in der entsprechenden Teamfarbe markiert.
- Die Flugzeiten werden mit kleinen Klammern in der Teamfarbe auf einer aufgehängten Zeitskala Fähnchen angezeigt.



Siegerurkunde

.....
(Name)

Team
(Farbe)

hat beim heutigen Papierfliegerwettbewerb
in der Klasse

Weitester Flieger
den ersten Platz belegt.

Euer Flieger
legte eine Strecke
von m zurück.

Es ist ein fabelhaftes Ergebnis.
Ihr solltet weiter trainieren
und euch später,
bei Schul- oder anderen Wettkämpfen,
mit anderen messen.

Datum:





Siegerurkunde

.....
(Name)

Team

(Farbe)

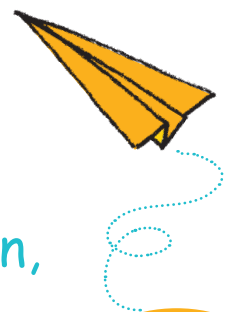
hat beim heutigen Papierfliegerwettbewerb
in der Klasse

Längste Flugdauer
den ersten Platz belegt.

Euer Flieger

blieb..... Sekunden
in der Luft.

Es ist ein fabelhaftes Ergebnis.
Ihr solltet weiter trainieren
und euch später,
bei Schul- oder anderen Wettkämpfen,
mit anderen messen.



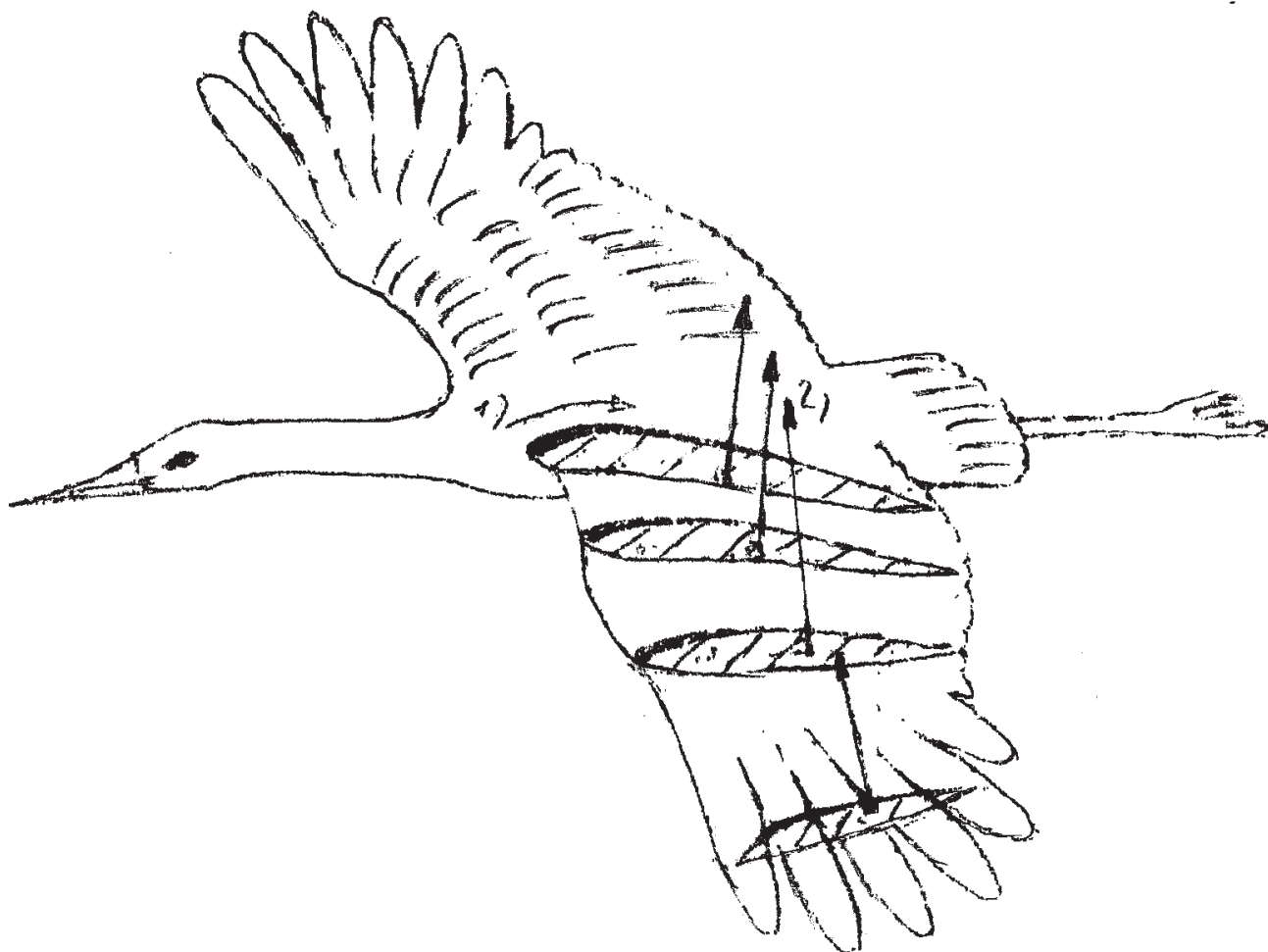
Datum:

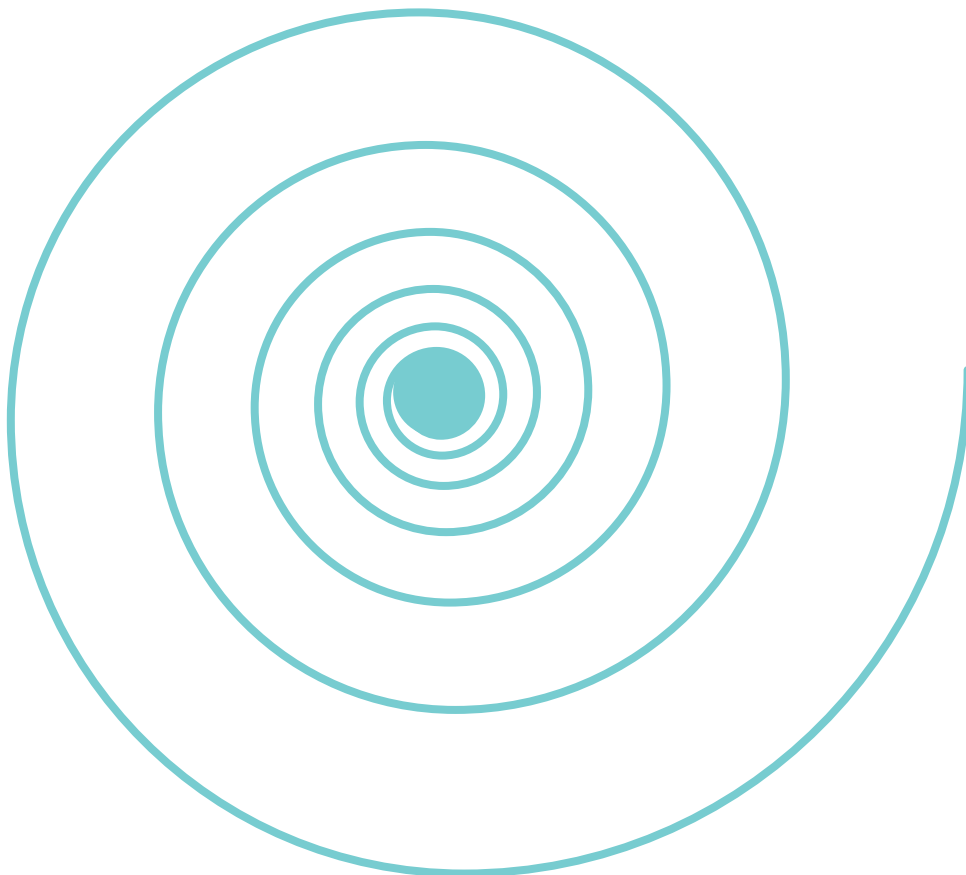
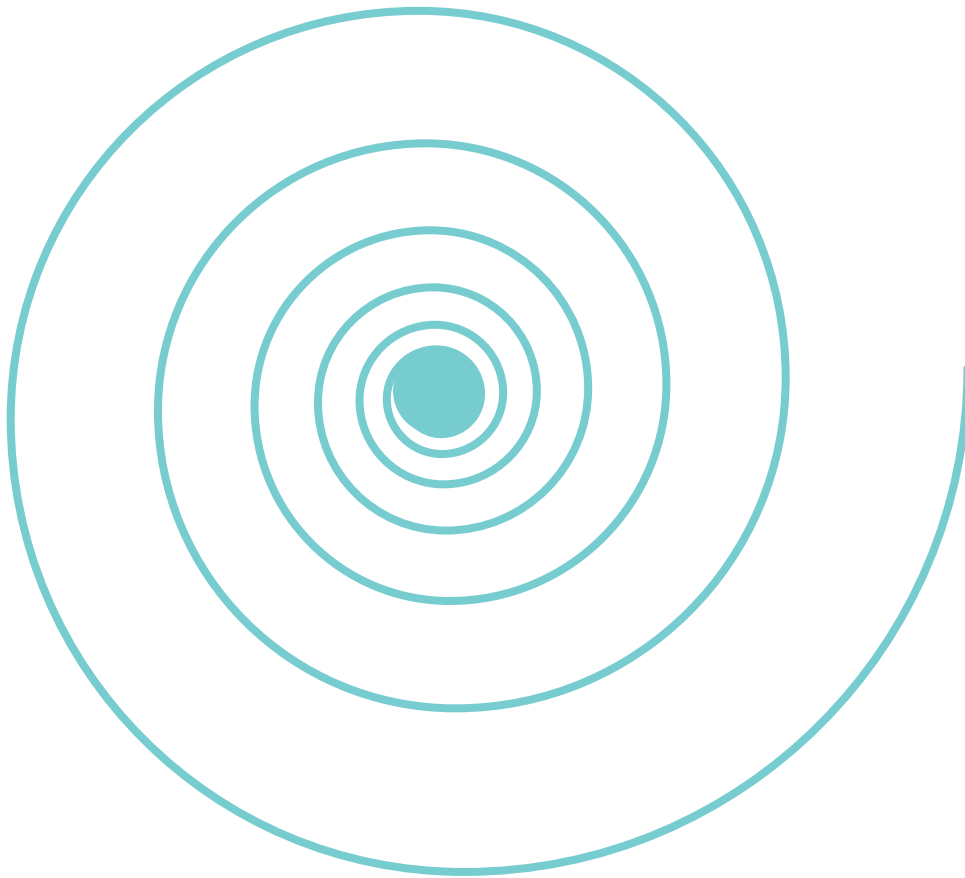




Der Storch im Flug

- ✕ Markiert weitere Profile in dem Flügel.
- ✕ Zeichnet Luftströmungslinien ein.
- ✕ Diskutiert den Auftrieb.







Geschäftsführer

Steffen Schröder
E-Mail: s.schroeder@buergerstiftung-berlin.de

Unsere Adresse

Bürgerstiftung Berlin
Schillerstraße 59
10627 Berlin
Tel: 030/83 22 8113
E-Mail: mail@buergerstiftung-berlin.de
www.buergerstiftung-berlin.de

Impressum

© 2020 Bürgerstiftung Berlin
Konzept, Text: Mitglieder der „Zauberhaften Physik“
Gestaltung, Illustrationen: kreisrund | Claudia Huboi

Mit Ihrer Spende unterstützen Sie das Projekt „Zauberhafte Physik“.

Weberbank AG
IBAN: DE68 1012 0100 6156 9830 05
SWIFT-BIC: WELADED1WBB
Betreff: Zauberhafte Physik

Wir danken BOEING für
die großzügige Unterstützung
dieser Veröffentlichung.



Die Geschichte von Boeing in Deutschland reicht bis in die Zeit von Wilhelm Böing, dem Vater des Gründers des Boeing-Konzerns zurück. Wilhelm Böing wanderte 1868 aus Hohenlimburg, Nordrhein-Westfalen, in die USA aus. Sein Sohn, der Bill Boeing genannt wurde, hatte eine große Leidenschaft für die Luftfahrt und legte 1916 den Grundstein für den Boeing-Konzern. Heute ist Boeing mit rund 1000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern von Hamburg bis München ein fester Bestandteil der deutschen Luft- und Raumfahrt. Um auch die nächste Generation an Mathematik und Technik heranzuführen und für die Luft- und Raumfahrt zu begeistern, unterstützen wir seit vielen Jahren MINT-Programme wie die *Zauberhafte Physik* der Bürgerstiftung Berlin sowie Programme anderer gemeinnützigen Organisationen.

**Viel Spaß beim Experimentieren wünscht
das Boeing Deutschland Team!**

