

## Lerngelegenheit »Fallschirm«

### Problem im Alltag

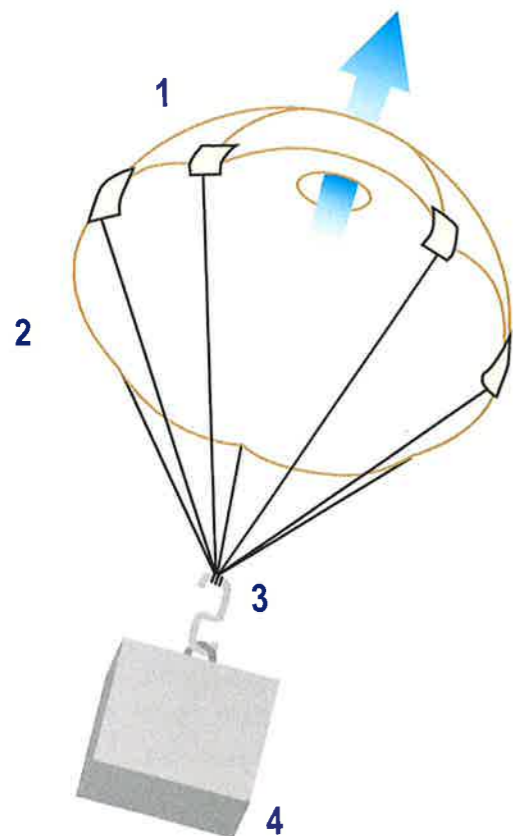
Für ein Notlager auf einer kleinen, abgelegenen Insel werden per Flugzeug Hilfsgüter geliefert. Da keine Landung möglich ist, werden diese abgeworfen. Dabei dürfen sie aber nicht zerbrechen. Wie kann das Problem gelöst werden?

### Aufgabenstellung

Entwickle einen einfachen Fallschirm, der verhindert, dass eine zerbrechliche Last (z. B. ein hartgekochtes Ei) bei einem Absturz aus ca. 1 m Höhe zerbricht.

### Sachinhaltliche Aspekte

Als Fallschirm wird eine schirmartige Konstruktion bezeichnet, die es Menschen oder Lasten ermöglicht, im *gebremsten Fall* unbeschadet zu landen.



Der im geöffneten Zustand halbkugelförmige *Rund- oder Kugelkappenfallschirm* gilt als die einfachste *Schirmform*. Diese gewährleistet maximalen Luftwiderstand und fängt die Luft gleichsam in sich ein. Die in der Wirklichkeit verwendeten Fallschirme weisen eine *Größe* von rund 55 bis 70 Quadratmetern auf, was ungefähr einem Klassenzimmer entspricht. Ungefähr 7 bis 8 Meter lange Fangleinen verbinden den unteren Rand der Schirmkappe mit dem Gurtzeug, an dem die Last festgemacht ist (Thome, 1986, S. 414).

*Flächenfallschirme* (Gleitfallschirme, Paragleiter) haben eine rechteckige Form und ermöglichen durch spezielle Konstruktionen (mit Stauluft gefüllte Luftkammern) einen steuerbaren Gleitflug (Thome, 1986, S. 414).

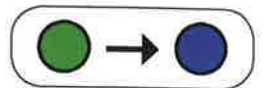
Im geschlossenen Zustand ist der Fallschirm sorgfältig auf Paketgröße – ähnlich einem Rucksack – platzsparend zusammengefaltet.

### Funktionsteile des Fallschirms

*(Schirm-)Kappe (1)*: Sie hat bremsende Wirkung bzw. vermindert die Fallgeschwindigkeit, indem sie durch ihre Form und Größe eine maximale Angriffsfläche für die Luft bietet.

*Strömungsöffnung (2)*: Im Scheitelpunkt der Kappe ist eine Strömungsöffnung eingebaut, durch die die gestaute Luft entweichen kann. Dadurch werden der Sinkflug stabilisiert und ein Hin-und-her-Pendeln vermieden, das im Extremfall zum Absturz führen kann.

*Aufhängevorrichtung (3)*: Der Fallschirm ist mittels Karabiner an der Last oder mit Gurten am Fallschirmspringer befestigt.



*Last (4)*: Der Fallschirm dient Personen als Sport- oder als Rettungsgerät oder auch zum Abwurf von Lasten (z. B. Hilfsgüter), die in einem unwegsamen Gebiet nur aus der Luft ans Ziel gebracht werden können.

### Lernziele

- Wichtige Einflussgrößen (Material der Schirmkappe, Gewicht der Last, Anzahl der Fangleinen) nennen und deren Wirkung beschreiben
- Relation zwischen großer/kleiner Schirmfläche und hohem/geringem Gewicht herstellen
- Die Bedeutung der Strömungsöffnung(en) für den stabilen gebremsten Fall erkennen und vergleichend erproben
- Mittels Vergleich verschiedener Konstruktionen die Sinkdauer messen und anschließend anhand von Parametern (z. B. zielgenaue Landung) bewerten

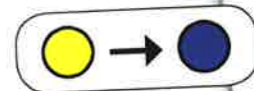
### Didaktisch-methodische Aspekte

Werkzeug: Schere

### Material

- leichte Werkstoffe für die Schirmkappe wie Papierservietten, Kunstseide, dünne Kunststofffolien, leichte Müllbeutel etc.
- Schnüre (Garn, Acrylwohle, Bindfaden o. Ä.) als Fangleinen
- Klebeband zum Befestigen der Schnüre
- diverse Gegenstände als Nutzlast (Spielfiguren, hart gekochtes Ei, Stofftiere ...)

## Hinweise zur Ausführung



**Form der Schirmkappe:** In der Praxis bewähren sich zentrierte, symmetrische Grundformen wie Kreis, Quadrat, Achteck oder auch Rechteck. Letzteres eignet sich besonders zum Experimentieren. Ideen zur vielfältigen Gestaltung von Fallschirmmodellen sind bei Lacey & Walker (2014, S. 126–127) dargestellt. Die Anknüpfungspunkte der Halteleinen sollten jeweils den gleichen Abstand zueinander haben.

**Länge der Fangleinen:** Gleich lange Befestigungsschnüre sind wichtig, damit gewährleistet ist, dass sich die Last mittig unter der Schirmkappe befindet. Ihre optimalen Längen orientieren sich nach dem Durchmesser bzw. der Diagonale des Schirms. Nach dem Anknüpfen am Schirm lassen sich gleich lange Leinen verknoten oder mit Kleband fixieren. Erleichtert wird das Abgleichen der Längen durch Übereinanderlegen der Leinen. Unterschiedliche Werkstoffe erfordern je nach Materialeigenschaft (starr, weich, flexibel, reißfest ...) eine sorgfältige Handhabung. Sprachbildende Elemente unterstützen die Kommunikation über die unterschiedliche Qualität der Leinen.

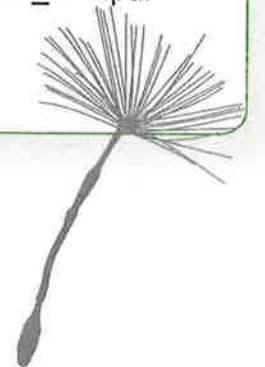
## Fragestellungen

- Welcher Teil eines Fallschirms wirkt bremsend? Wozu dient die Last?
- Welche Form und welche Werkstoffe eignen sich für eine Bremsung des Falls? Hast du eigene Ideen? Begründe deine Idee!
- Wie lässt sich das gefährliche Hin-und-her-Pendeln eines Fallschirms vermeiden, sodass er mit seiner Last gleichmäßig und sicher zu Boden schwebt?
- Das Montieren der Fangleinen erfordert viel Geschick. Probiert es auch in Partnerarbeit. Welche Längen sind für diese Leinen günstig? Was passiert, wenn nur zwei Leinen vorhanden sind? Was ändert sich, wenn es z. B. acht Leinen gibt?
- Wie stehen die Masse der Last und die Fallschirmgröße miteinander in Zusammenhang?

## Lebensweltbezug

Der Fallschirm hat sich bis heute als Rettungsgerät für in Not geratene Flugpassagiere oder Pilotinnen und Piloten und für den Abwurf von Hilfsgütern in schwer zugänglichen Krisenregionen bewährt. Ebenso werden Fallschirme als Bremssystem für diverse Fluggeräte verwendet, um die Landestrecke deutlich zu verkürzen oder um die Aufprallgeschwindigkeit zu reduzieren (z. B. Landung einer Raumkapsel). Auch als Sportgerät werden Fallschirme geschätzt.

In der Natur wird das Prinzip des gebremsten Falls – z. B. am Löwenzahnsamen – für die verlangsamte und damit behutsame Weiterverbreitung von unterschiedlichen Samen durch das Medium Luft wahrnehmbar. Hierbei wird eine Analogie zwischen Natur- und Technikobjekt deutlich sichtbar. Das Österreichische Sprachen-Kompetenz-Zentrum (ÖSZ) bietet dazu wertvolle Arbeitsmaterialien an: [http://oesz.at/download/chawid/su2015\\_vomloewenzahnumfallschirm\\_web.pdf](http://oesz.at/download/chawid/su2015_vomloewenzahnumfallschirm_web.pdf)



Was ist am Löwenzahnsamen anders als am Fallschirm, was ist vergleichbar?

Die Abstände zwischen den einzelnen Fasern bilden gleichsam Strömungsschlitze. Der Samen stellt das Gewicht dar, er stabilisiert den Flug.

## Literatur

Lacey, M. & Walker, A. (2014). *365 Science Activities*. London: Usborne.

Österreichisches Sprachen-Kompetenz-Zentrum (ÖSZ). (2012). *Sprachsensiblerunterricht.at. Deutsch als Unterrichtssprache in allen Fächern*. Abgerufen am 03.12.2015 von [http://oesz.at/sprachsensiblerunterricht/main\\_02.php](http://oesz.at/sprachsensiblerunterricht/main_02.php)

Thome, K. (Hrsg.). (1986). *Wie funktioniert das? Die Technik im Leben von heute*. 3., vollständig überarbeitete Auflage. Mannheim u. a.: Bibliographisches Institut.



SoSe 2020

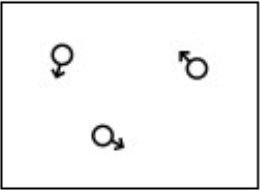
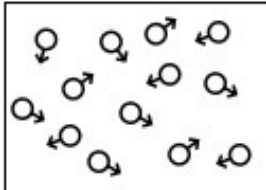
Mag. Erwin Neubacher

Inhalt FLIEGEN - STRÖMUNGSTECHNIK:**Strömungstechnik Grundlagen:****Luft**

Als **Luft** bezeichnet man das Gasgemisch der Erdatmosphäre und besteht hauptsächlich aus den zwei Gasen Stickstoff (ca.80 %) und Sauerstoff (ca.20 %).

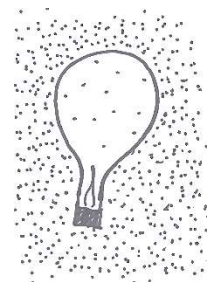
Luft besteht aus einzelnen Molekülen, die zueinander große Abstände haben. Im Unterschied zu anderen Stoffen befinden sich vergleichsweise wenig Moleküle in einer Volumseinheit (d.h. eine geringe Dichte). Daher sind sie auch so leicht. Trotzdem hat Luft ein **Gewicht** und übt somit auf seine Umgebung Kraft aus - Luftdruck.

Je nach Anzahl der Moleküle verändert sich auch die Dichte von Luft (damit auch das Gewicht) und auch der Druckzustand. Je geringer die Molekülanzahl, desto kleiner die Dichte und der Druck und umgekehrt.

	
<p><b>Geringe Molekülanzahl =</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geringe Dichte</li> <li>- Geringer Druck</li> </ul>	<p><b>Hohe Molekülanzahl =</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hohe Dichte</li> <li>- Hoher Druck</li> </ul>

Dieser Dichtezustand kann z.B. durch Temperatur oder mechanische Einwirkung verändert werden.

Warme Luft weist eine geringere Dichte gegenüber kalter Luft auf, weil sich die Moleküle schneller bewegen und dadurch mehr Raum beanspruchen. Dies nutzt man z.B. bei Heißluftballonen aus, die durch das Erwärmen der Balloninnenluft den Dichteunterschied zwischen der kalten Außenluft stark erhöhen. Dadurch wird der Ballon leichter als die umgebende Luft, wodurch ein Schwebestand erreicht wird.



<https://www.youtube.com/watch?v=bea8TnxuvM4>

Luft ist durch seine geringe Dichte in seinem Formzustand auch leicht veränderbar. Geringe Kräfte reichen schon aus, um Luftmoleküle zu bewegen. Eine große Menge in **Bewegung versetzter Luftmoleküle nennen wir Wind**.

Ein Kompressor (z.B. Luftpumpe) verdichtet Luft und schafft dadurch eine hohe Dichte mit hohem Druck.

## Luft - Druck

Gase (z.B. Luft) können zusammengedrückt – komprimiert werden und können dadurch unterschiedliche Druckzustände – Dichten – einnehmen (= Luftdruck).

**Luft kann man also verdichten**, wodurch ein Überdruck entsteht. Dieser Überdruck ist eine Kraft, die man technisch gut nutzen kann (Luftkissen).

Um einen Überdruck (oder auch Unterdruck) zu erzeugen, braucht es ein abgeschlossenes System, das sich von den umgebenden Luftdruckverhältnissen abgrenzen lässt (z.B. Gummischlauch). Die beiden unterschiedlichen Druckzustände versuchen sich auszugleichen, wodurch ein Ausströmen der Luftteilchen vom höheren Druckzustand (weil mehr Luftteilchen) in den niedrigeren passiert – bewegte Luft entsteht (z.B. beim Auslassen eines Radventils).



*Wagenheber mit Druckluft*



*Fahrradschlauch*

## **Druckunterschied – Druckdifferenz**

Druckunterschiede (Druckdifferenzen) versucht die Natur also automatisch auszugleichen, indem das Medium höherer Dichte in Richtung des Mediums niedriger Dichte strömt.

Trennt eine flexible Schicht (z.B. Gummimembran) zwei Medien unterschiedlicher Dichte = unterschiedlichen Drucks, so wölbt das Medium mit höherem Druck die Schicht in Richtung des niederen Drucks aus. Je nach Größe des Druckunterschieds wölbt (drückt) das dichtere Medium die Trennschicht stärker oder weniger stark aus (z.B. Ausmaß der Luftmenge im Luftballon).



Luftballon - Füllzustände

	<p><b>keine Trennung der unterschiedlichen Dichtemassen</b></p> <p>dadurch ist ein freier Ausgleich des Druckunterschieds durch Strömung der Luft mit höherem in die mit niederem Druck möglich.</p>
	<p><b>feste Trennschicht zwischen den Dichtemassen</b></p> <p>Ein Druckausgleich ist nicht möglich - die Druckunterschiede bleiben erhalten.</p>
	<p><b>flexible Trennschicht (Membran) zwischen den Dichtemassen mit geringer Druckdifferenz</b></p> <p>Ein Druckausgleich ist nicht möglich - die Druckunterschiede bleiben erhalten. Allerdings wölbt der etwas höhere Druck die flexible Trennschicht leicht in Richtung niederen Druck.</p>
	<p><b>flexible Trennschicht zwischen den Dichtemassen mit hoher Druckdifferenz</b></p> <p>Ein Druckausgleich ist nicht möglich - die Druckunterschiede bleiben erhalten. Allerdings wölbt der stark höhere Druck die flexible Trennschicht weit in Richtung niederen Druck.</p>

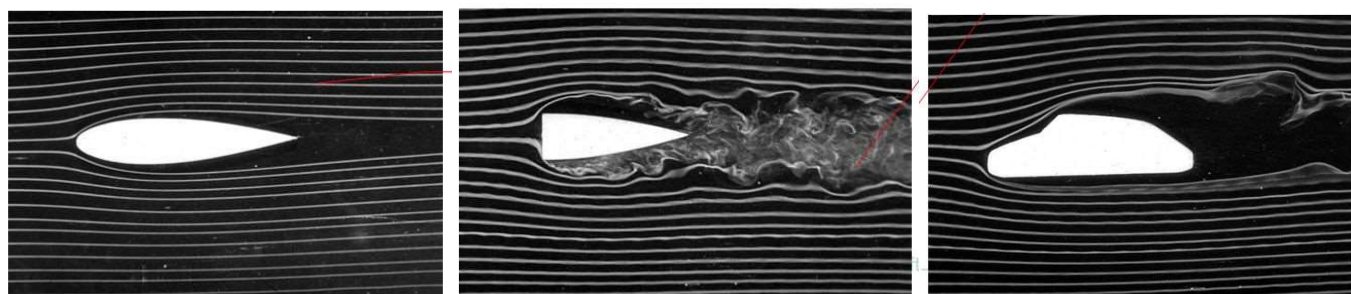
### Bewegte Luft erzeugt permanent Druckunterschiede

Durch bewegte Luft (Strömung) werden Luftmassen zueinandergeschoben, was unterschiedliche Dichtezustände innerhalb der Luftmassen erzeugt, die wiederum Druckunterschiede bewirken.

Bewegte Luftmoleküle werden als **Strömungslinie** sichtbargemacht und dargestellt. Damit können Verdichtungen von Luftmassen (damit auch Druckverhältnisse) gut dargestellt werden (z.B. bei Windkanaltest)



*Windkanaltest*



*Strömungsverhalten unterschiedlicher Körper*

SoSe 2020

Mag. Erwin Neubacher

Inhalt FLIEGEN - STRÖMUNGSTECHNIK:**Strömungstechnik Grundlagen:****Luft - Strömung**

**Strömung** ist eine Bewegungsform von **Fluiden**. Als Fluide bezeichnet man Flüssigkeiten, Gase und Dämpfe. Fluide (z.B. Luft) haben keine feste Gestalt, sie sind durch relativ kleine Kräfte in ihrer Form veränderbar - bildsam.

Weil sich Gase und Flüssigkeiten in manchen Eigenschaften nur quantitativ, also in ihren Größenordnungen, aber nicht qualitativ unterscheiden, gelten für diese Stoffe viele physikalische Gesetze gleichermaßen.

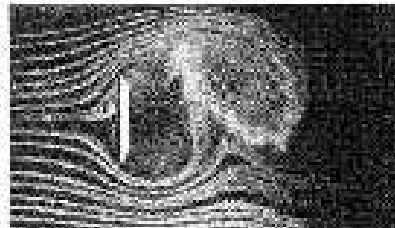
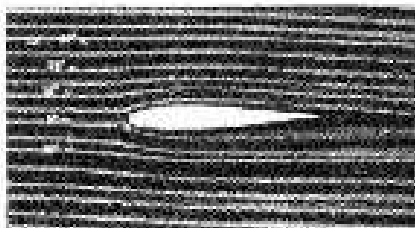
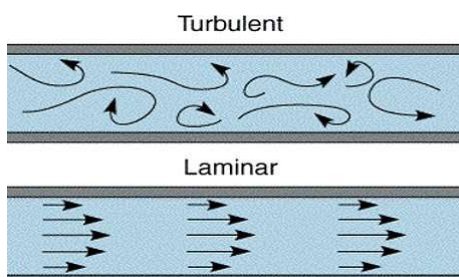
Mit dem Verhalten von Fluiden unter dem Einfluss von auf sie wirkenden Kräften beschäftigt sich die **Strömungslehre (Strömungsmechanik, Fluidmechanik)**. Die in der Strömungslehre gewonnenen Kenntnisse sind Gesetzmäßigkeiten in Strömungsvorgängen und dienen der Lösung von Strömungsproblemen bei durch- bzw. umströmten Körpern.

Man unterscheidet grundsätzlich 2 physikal. – technische Wissenschaften, die sich mit Fluiden befassen: **Aerodynamik** (Aero = Luft/Gas) und **Hydrodynamik** (Hydro = Wasser)

**Strömungsarten**

Bei der Bewegung von Fluiden unterscheidet man folgende Strömungsformen:

1. **laminare Strömung**: die Strombahnen des Fluids laufen geordnet nebeneinander
2. **turbulente Strömung**: fortwährende Wirbelbildung und Zerfall der **Wirbel**. Die Strombahnen kreuzen sich.



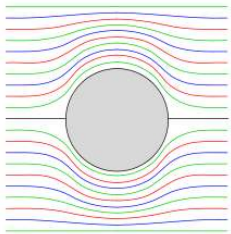
*laminare (unten) und turbulente (oben) Strömung von Zigarettenrauch  
Photo von Humphrey Bogart by Yousuf Karsh, 1946.*



## 1. Laminare Strömung

Die **laminare Strömung** (lat.: *lamina*= Platte) ist eine Bewegung von Flüssigkeiten und Gasen, bei der (noch) keine sichtbaren Turbulenzen (Verwirbelungen/Querströmungen) auftreten: Das Fluid strömt in *Schichten*, die sich nicht miteinander vermischen.

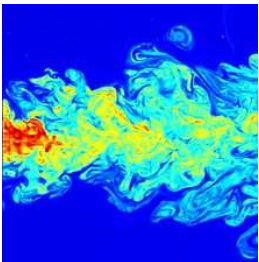
Bei laminarer Strömung wird der Strömungswiderstand nur durch die innere Reibung des Mediums verursacht.



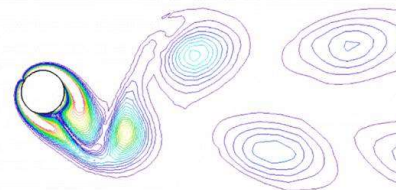
## 2. Turbulente Strömung

Die **turbulente Strömung** (lat.: *turbare* = drehen, beunruhigen, verwirren) ist die Bewegung von Fluiden, bei der Verwirbelungen auf allen Größenskalen auftreten. Diese Strömungsform ist gekennzeichnet durch meist dreidimensionale, scheinbar zufällige, instationäre Bewegungen der Fluidteilchen.

In einer turbulenten Strömung lässt sich der Strömungswiderstand nur durch Experimente bestimmen, bzw. durch aufwendige numerische Rechnung annähern.



turbulente Strömung



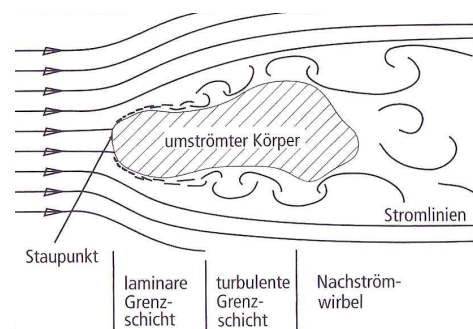
Ablösung von Wirbeln hinter einem bewegten Stab

## Strömungswiderstand

Der **Strömungswiderstand** ist die physikalische Größe, die in der Fluidodynamik (Aero-/Hydrodynamik) die Kraft bezeichnet, die das Fluid als Medium einer Bewegung entgegensetzt.

Ein Körper, der sich zu einem gasförmigen oder flüssigen Medium bewegt, erfährt einen Strömungswiderstand. Bewegt sich eine Person (z.B. ein Jogger) oder ein Gegenstand (z.B. ein Flugzeug) an der Luft oder durch die Luft, so spricht man auch vom **Luftwiderstand** oder von der **Luftreibung**, bei hydrodynamischen Problemen im Wasser von **Wasserwiderstand**.

Körper	Widerstand	
	Druck	Reibung
	100%	0%
	90%	10%
	60%	40%
	10%	90%
	0%	100%



Anteil des Druck- und Reibungswiderstandes für verschiedene Körper



## Aufgabenstellung 1 - Körpererfahrung

### Der eigene Körper als Grundlage für Strömungserfahrung

Wir erleben bewegte Luftmassen als Wind tagtäglich. Unzählige Erfahrungen prägen unser Körpererleben mit dieser Form der Kraft. Um zu verstehen, welche Kräfte durch Wind wirksam werden, können wir diese Erlebnisse bewußt machen und ka

#### **Aufgabe Körpererlebnis:**

1. Finden Sie 5 unterschiedliche Beispiele von Körpererfahrungen, in denen Ihnen Wind als Kraftphänomen in Erinnerung ist.
2. Versuchen Sie dieses persönliche Erlebnis als physikal.-technisches Phänomen zu erklären
3. Finden Sie mind. eine Anwendung dieses Phänomens

<b>Kurzbeschreibung der Körpererlebnisse</b>	<b>Erklärungsversuch</b>	<b>Phänomen angewandt</b>
<i>z.B. Haare flattern im Wind und ziehen an der Kopfhaut;</i>	<i>Die Luftströmung streicht um den Kopf und erzeugt dabei eine turbulente Strömung, die zur Bewegung der Haare führt und Unterdruck erzeugt (= ziehen der Haare)</i>	<i>Fahne, Werbebanner</i>



Versuch 2: .....

**Beschreibung**

**Fotos**

Versuch 3: .....

**Beschreibung**

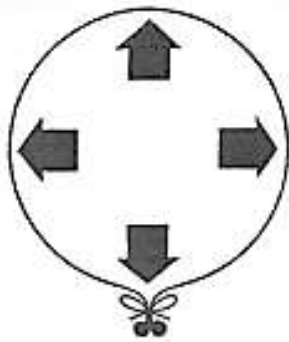
**Fotos**

### Aufgabenstellung 3 – Luft und techn. Anwendung

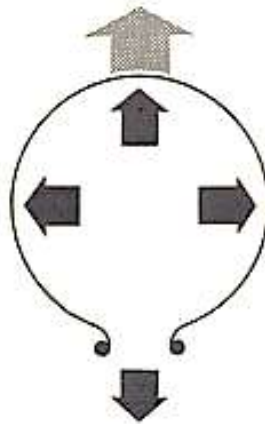
Durch das Aufblasen eines Luftballons wird im Inneren ein Überdruck erzeugt, der das Volumen durch die flexible Gummihaut vergrößert. Die Gummihaut steht stark unter Spannung und behält nur durch die nach außen drückende Kraft der Innenluft seine Form.

Durch das Verschließen der Ballöffnung wird dieser Spannungszustand gehalten.

Öffnet man allerdings den Verschluss, entweicht die unter Druck eingeschlossene Luft in dieser Richtung. Dabei wird durch die Kraft der nach hinten ausströmenden Luft die Ballonhülle in die Gegenrichtung gedrückt und nach vorne geschleudert (Vortrieb). Dies nennt man **Rückstoßprinzip**. Alle Raketenantriebe funktionieren so.



*Überdruck wird gehalten*



*Überdruck wird in Richtung der Öffnung abgegeben*



#### **Aufgabe:**

Entwickeln Sie **3 Vorrichtungen** mithilfe eines **Luftballons**, die das Phänomen des Überdrucks zum Thema haben und den Druckausgleich als Fortbewegungsmedium nutzen.

Die 3 Fortbewegungsgeräte sollten eine halbwegs kontrollierte Bewegung beschreiten und für je eine der 3 Medien geeignet sein:

- Luft
- Wasser
- fester Untergrund

Versuchen Sie den Luftballon als technisches Versuchgerät zu verstehen, das Sie beobachten und aus dessen Verhalten sie Ideen kreieren. Für die Umsetzung Ihrer Ideen können Sie Materialien und Hilfsmittel aller Art verwenden und mit dem Ballon verbinden.

1. **Entwickeln** (Ideen skizzieren) und **bauen** Sie die 3 Fortbewegungsgeräte
2. **Dokumentieren** Sie Ihre Entwicklungen durch eine Kurzbeschreibung und mit 1-3-Fotos.
3. Optional: **Kurzvideos** zu den 3 Fortbewegungsabläufen



**Dokumentation Fortbewegung in Luft:**

<b>Entwicklung Skizzen</b>	<b>Kurzbeschreibung</b>

**Dokumentation Fortbewegung in Wasser:**

<b>Entwicklung Skizzen</b>	<b>Kurzbeschreibung</b>

**Dokumentation Fortbewegung auf festem Untergrund:**

<b>Entwicklung Skizzen</b>	<b>Kurzbeschreibung</b>