



# Arbeitsgebiet Physik/Technik

Arbeitsblätter zur Unterrichtsgestaltung  
der Arbeitsgemeinschaften Physik/Technik



# Arbeitsgemeinschaften Physik / Technik

## Experimente Wasser

### Versuche mit Wasser

1. Fließendes Wasser
2. Wasser in die Flasche
3. Wasser aus der Flasche
4. Fliegendes Wasser 1
5. Fliegendes Wasser 2
6. Noch mehr Wasser
7. Unter Wasser

### Dichte

8. Dichte verschiedener Körper
9. Verdrängung von Wasser
10. Lösen von Salz
11. Der Flaschentaucher
12. Bau eines Aräometers

### Oberflächenspannung

13. Entspannte Kraft
14. Pfeffer in Bewegung

### Temperatur

15. Temperaturschätzung
16. Temperaturmessung
17. Siedetemperatur von Wasser
18. Schmelztemperatur von Wasser
19. Bau eines Thermometers
20. Kältemischungen



## Versuche mit Wasser

### 1. Fließendes Wasser

---

<b>Materialien:</b>	2 große Gefäße (eines davon mit Wasser gefüllt)	Schlauchstück Stuhl oder Tisch
---------------------	---	-----------------------------------

---

<b>Durchführung:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Aufgabe: Das Wasser soll durch den Schlauch von einem Gefäß in das andere transportiert werden. Überlege dir einen Versuchsaufbau.</li><li>2. Beschreibe kurz den Versuchsaufbau und die Durchführung des Versuchs.</li></ol>	
----------------------	--	--

---

### 2. Wasser in die Flasche

---

<b>Materialien:</b>	Erlenmeyerkolben Durchbohrter Gummistopfen Trichter	Trinkröhrchen Gefäß mit Wasser
---------------------	---	-----------------------------------

---

<b>Durchführung:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Setze den Trichter mit dem Stopfen auf den leeren Erlenmeyerkolben.</li><li>2. Gieße nun Wasser möglichst schnell in den Trichter. Notiere deine Beobachtungen.</li><li>4. Das Wasser soll nun gleichmäßig in den Erlenmeyerkolben fließen. Wie kannst du das erreichen? Gib Lösungsvorschläge an.</li></ol>	
----------------------	---	--

---

### 3. Wasser aus der Flasche

---

<b>Materialien:</b>	Wassergefüllte Flasche	Stoppuhr
---------------------	------------------------	----------

---

<b>Durchführung:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Aufgabe: Das Wasser soll möglichst schnell aus der Flasche ausgegossen werden. Probiere unterschiedliche Gießmethoden aus.</li><li>2. Stoppe die Zeiten, die du zum Entleeren der Flasche benötigst.</li></ol>	
----------------------	---	--

---

### 4. Fliegendes Wasser 1

---

<b>Materialien:</b>	Großes Gefäß gefüllt mit Wasser	Becherglas
---------------------	---------------------------------	------------

---

<b>Durchführung:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Tauche das Becherglas in das große Gefäß unter Wasser und stelle es auf den Kopf.</li><li>2. Hebe es so an, dass der Rand unter Wasser bleibt.</li></ol>	
----------------------	---	--

---

<b>Auswertung:</b>	Notiere deine Beobachtung und erkläre diese.	
--------------------	--	--

---



## Versuche mit Wasser

### 5. Fliegendes Wasser 2

---

**Materialien:** Glas Wasser  
(Spiel-)Karte

---

**Durchführung:**

1. Fülle das Glas mit Wasser.
2. Drücke die Karte fest auf das Glas.
3. Halte die Karte fest und drehe das Glas um.
4. Nimm die Hand von der Karte.

---

**Auswertung:** Notiere deine Beobachtung und erkläre diese.

---

### 6. Noch mehr Wasser

---

**Materialien:** Großes Gefäß mit Wasser gefüllt Trichter

---

**Durchführung:**

1. Halte die untere Öffnung des Trichters zu und fülle den Trichterhals mit Wasser.
2. Drehe den Trichter schnell herum und halte ihn so tief unter Wasser, dass nur noch ein kleiner Teil des Halses aus dem Wasser ragt.

---

**Beobachtung:** Was passiert, wenn du den Finger von der Öffnung nimmst?  
Notiere kurz deine Beobachtung.

---

### 7. Unter Wasser

---

**Materialien:** Glas Küchenpapier  
Korken Großes Gefäß mit Wasser gefüllt

---

**Durchführung:**

1. Stecke das Küchenpapier in das Glas und drücke es am Boden fest.
2. Lege den Korken auf die Wasseroberfläche.
3. Stülpe das Glas über den Korken und tauche es ins Wasser, bis es den Boden berührt.

---

**Beobachtung:** Was passiert beim letzten Schritt?  
Notiere kurz deine Beobachtung und erkläre diese.

---



## Versuche mit Wasser

### 7. Unter Wasser

**Auswertung:** Trage die Ergebnisse der Versuche 1. bis 7. in die Tabelle ein.

Experiment	Lösung zur Aufgabe			
1.				
2.				
3.	Beschreibung der Gießmethode			
	benötigte Zeit			
4.				
5.				
6.				
7.				

262



## Dichte

### 8. Dichte verschiedener Körper

---

<b>Materialien:</b>	Gleiche Körper aus unterschiedlichen Materialien (z.B. Quader aus Holz, Blei, Styropor, Aluminium und Eisen)	Becherglas mit Wasser gefüllt Digitalwaage
<b>Durchführung:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Finde heraus, welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede die Körper besitzen.</li><li>2. Lege nun alle Körper mit einer gemeinsamen Eigenschaft nacheinander in das mit Wasser gefüllte Becherglas.</li></ol>	
<b>Beobachtung:</b>	Beobachte, was mit den Körpern passiert. Finde heraus, welche Körper sich im Wasser gleich verhalten. Finde heraus, von welcher Eigenschaft das Verhalten der Körper im Wasser abhängt.	

---

### 9. Verdrängung von Wasser

263

---

<b>Materialien:</b>	Überlaufgefäß Styroporscheibe mit Vertiefung Bleiklötzchen	Messzylinder 10 ml Waage Wasser
<b>Durchführung:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Wiege zunächst das Bleistück.</li><li>2. Gib an, wie viel Wasser verdrängt wird, wenn das Klötzchen direkt ins Wasser geworfen wird. Formuliere deine Antwort allgemein (in Worten, nicht in Zahlen).</li><li>3. Fülle das Überlaufgefäß mit Wasser, so dass Wasser aus dem Röhrchen herausläuft.</li><li>4. Warte ab, bis alles überschüssige Wasser abgelaufen ist.</li><li>5. Lege jetzt die Styroporscheibe auf die Wasseroberfläche.</li><li>6. Schätze zunächst, wie viel Wasser herauslaufen wird, wenn du nun das Bleistück in die vorgesehene Vertiefung der Scheibe legst. Schätzung: _____</li><li>7. Von dem überlaufenden Wasser sollen sowohl die Masse (das Gewicht) als auch das Volumen bestimmt werden. Überlege zuerst, wie du vorgehen musst, um die Masse zu ermitteln.</li><li>8. Stelle dann den Messzylinder unter das Röhrchen und lege das Bleistück auf das Styropor.</li></ol>	
<b>Auswertung:</b>	<b>Messergebnisse</b> Masse: _____ Volumen: _____ Vergleiche die Messergebnisse mit deiner Schätzung. Beachte, dass die Volumenmessung nicht sehr genau ist.	

---



## Dichte

### 10. Lösen von Salz

---

<b>Materialien:</b>	1 Stück Karotte Becherglas	Löffel zum Umrühren
---------------------	-------------------------------	---------------------

---

<b>Chemikalien:</b>	Wasser	Natriumchlorid (Kochsalz)
---------------------	--------	---------------------------

---

<b>Durchführung:</b>	1. Fülle das Becherglas mit Wasser und lege das Karottenstück hinein. 2. Gib nun nach und nach Salz in das Wasser und rühre mit dem Löffel um.	
----------------------	---	--

---

<b>Auswertung:</b>	Beobachte, was mit der Karotte passiert, wenn man immer mehr Salz in das Wasser schüttet. Welche physikalischen Größen der Flüssigkeit ändern sich?	
--------------------	---	--

---

### 11. Der Flaschentaucher

264

---

<b>Materialien:</b>	Trinkhalm Schere Heißklebepistole	Knetmasse 2 Bechergläser mit Wasser PET-Flasche mit Schraubverschluss
---------------------	---	---

---

<b>Durchführung:</b>	1. Schneide ein 3 cm langes Stück vom Trinkhalm ab und verschließe ein Ende mit der Heißklebepistole. 2. Befestige am anderen Ende des Trinkhalms etwas Knetmasse und achte darauf, dass dabei die Öffnung nicht verschlossen wird. 3. Durch Zugabe oder Wegnahme von Knetmasse (tarieren) erreichst du, dass der Trinkhalm senkrecht im Wasser des Becherglases schwimmt und gerade nicht untergeht. Der Flaschentaucher ist fertig. 4. Fülle nun eine PET-Flasche bis zwei Zentimeter unterhalb des Verschlusses mit Wasser. 5. Setze den Flaschentaucher in die Flasche, verschließe sie luftdicht und drücke sie anschließend langsam zusammen.	
----------------------	---	--

---

<b>Auswertung:</b>	<b>Welche Beobachtungen machst du?</b> 1. Welche Voraussetzung muss ein Körper erfüllen, damit er in Wasser schwimmt? Schwimmt Knetmasse? 2. Wie unterscheiden sich Wasser und Luft, wenn man Druck auf sie ausübt? 3. Erkläre nun mit den unter Punkt 1 und 2 gewonnenen Erkenntnissen, warum der Flaschentaucher ab- und auftaucht. 4. Wie kannst du deine unter Punkt 3 gewonnene Erklärung experimentell nachweisen?	
--------------------	--	--

---





## Oberflächenspannung

### 13. Entspannte Kraft

<b>Materialien:</b>	Glas Geldmünzen	Pappdeckel mit Zunge (passend zum Glas)
<b>Chemikalien:</b>	Wasser	Spülmittel
<b>Durchführung:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Fülle ein Glas randvoll mit Wasser und lege den Pappdeckel so auf das Glas, dass die Zunge über den Rand ragt.</li><li>2. Türme so viele Münzen auf die Zunge, bis der Deckel hochklappt.</li><li>3. Gib nun zwei Tropfen Spülmittel in das Wasser und führe den Versuch noch einmal durch.</li></ol>	
<b>Auswertung:</b>	Was beobachtest du? Wie viele Münzen kannst du auf den Deckel legen, dass er gerade noch liegen bleibt? Was passiert bei Zugabe des Spülmittels?	

266

### 14. Pfeffer in Bewegung

<b>Materialien:</b>	Petrischale	Wattestäbchen
<b>Chemikalien:</b>	Wasser Pfeffer	Spülmittel
<b>Durchführung:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Fülle das Unterteil der Petrischale mit Wasser.</li><li>2. Streue auf die Wasseroberfläche etwas Pfeffer.</li><li>3. Tauche ein Wattestäbchen in das Spülmittel und berühre damit die Wasseroberfläche.</li></ol>	
<b>Auswertung:</b>	Was beobachtest du? Wie kannst du es erklären?	



## Temperatur

### Einführung

Die Temperatur bezeichnet den Wärmezustand eines Stoffes. Sie ist eine wichtige Größe bei der chemischen Reaktion. Deshalb ist die Temperaturmessung die häufigste Messaufgabe in der chemischen Reaktionsführung.

## 15. Temperaturschätzung

Dieser Versuch sollte zusammen mit Versuch 16 „Temperaturmessung“ durchgeführt werden.

**Materialien:** 3 Schüsseln Wasser (kalt, lauwarm, warm)  
Flüssigkeitsthermometer

**Durchführung:**

1. Nimm drei Schüsseln und fülle die erste mit kaltem, die zweite mit lauwarmem und die dritte mit warmem Wasser.
2. Stecke gleichzeitig eine Hand in die Schüssel mit kaltem Wasser und die andere in die Schüssel mit warmem Wasser. Verharre so etwa eine halbe Minute.
3. Tauche dann beide Hände zusammen in die Schüssel mit lauwarmem Wasser.

**Beobachtung:** Wie kommt dir das lauwarme Wasser vor?  
Schätze die Wassertemperatur in den drei Schalen:

Schale	mit kaltem Wasser	mit lauwarmem Wasser	mit warmem Wasser
Temperatur [°C]			



## Temperatur

### 16. Temperaturmessung

Dieser Versuch sollte zusammen mit Versuch 15 „Temperaturschätzung“ durchgeführt werden.

#### Einführung

Der Versuch 15 zeigt dir, dass unser Temperatiergefühl gar nicht so zuverlässig ist. Deshalb benötigst du zur genauen Temperaturbestimmung ein Thermometer.

Schau dir die unterschiedlichen Teile und die Skala eines Thermometers genau an.  
Wie groß ist der Messbereich deines Thermometers?

Höchste Temperatur: \_\_\_\_\_ Niedrigste Temperatur: \_\_\_\_\_

Kennst du unterschiedliche Arten von Thermometern?

268

In Flüssigkeitsthermometern wird die Ausdehnung der Flüssigkeiten bei Erwärmung genutzt.  
Ist die Ausdehnung bei gleicher Temperaturänderung in den verschiedenen Flüssigkeiten unterschiedlich groß oder gleich groß?

Mit welchem Versuch könnte man das untersuchen? \_\_\_\_\_

In welcher Einheit wird die Temperatur angegeben? \_\_\_\_\_

#### War das schon immer so?

Erste Thermometer zur Temperaturmessung wurden vor etwa 400 Jahren gebaut. Die gebräuchlichen Thermometer damals waren allerdings alle verschieden, sodass man die unterschiedlichen Temperaturmessungen nicht miteinander vergleichen konnte. In der Regel wurden die Skalen so eingeteilt, dass sie bei der tiefsten Wintertemperatur begannen und bei der höchsten Sommertemperatur endeten. Nun war aber die tiefste Wintertemperatur ebenso wie die höchste Sommertemperatur nicht an jedem Ort und in jedem Jahr die gleiche. Hinzu kam noch, dass der Abstand zwischen beiden Temperaturen auf der Skala einmal in 10, einmal in 60 oder gar in 420 Abschnitte eingeteilt war.



## Temperatur

### 16. Temperaturmessung

Deshalb wurde vorgeschlagen, die Skala müsse sich auf bestimmte **Fixpunkte**, d.h. auf unter bestimmten Voraussetzungen unveränderliche Temperaturen beziehen. Und diese Temperaturen müssten überall leicht erzielt werden können.

Der holländische Physiker und Mathematiker **Christiaan Huygens** schlug schon damals vor, man solle bei der Einteilung von Thermometerskalen Eigenschaften des Wassers zu Hilfe nehmen. Die Skalen sollten mit der **Schmelztemperatur** des Wassers beginnen und mit der **Siedetemperatur** des Wassers enden.

Der Schwede **Anders Celsius** schlug vor, den **Abstand** zwischen den Temperaturpunkten in 100 gleiche Teile aufzuteilen. In allen europäischen Staaten werden heute die Temperaturen mit den von Celsius vorgeschlagenen Thermometern gemessen.

#### Celsius-Skala

Nach Anders Celsius, schwedischer Astronom (1701 – 1744)

269

-273°C	0°C	100°C
absoluter Nullpunkt	Gefrierpunkt von Wasser	Siedepunkt von Wasser

Hinter den Temperaturangaben steht deshalb stets ein \_\_\_\_\_. Ein Grad Celsius ist der \_\_\_\_\_

Teil des Abstandes zwischen dem \_\_\_\_\_ und dem \_\_\_\_\_ des Wassers.

In der Praxis kommen hauptsächlich zwei Messgrößen zum Einsatz: Grad Celsius (°C) und Grad Fahrenheit (°F), das im englischsprachigen Raum dominiert. Beide Temperaturskalen sind durch zwei Punkte festgelegt.

Kennst du noch andere Temperaturskalen? \_\_\_\_\_

#### Kelvin-Skala

Nach Lord Kelvin (1824 – 1907)

Die in der Physik verwendete Messgröße für die Temperatur ist Grad Kelvin. Der Zusammenhang zwischen der Kelvin-Skala und der Celsius-Skala ist der folgende:  $[K] = [°C] + 273.15$

0 K	273 K	373 K
absoluter Nullpunkt	Gefrierpunkt von Wasser	Siedepunkt von Wasser



## Temperatur

### 16. Temperaturmessung

**Durchführung:** Materialien und Aufbau wie Versuch 15 „Temperaturschätzung“. Nimm ein Flüssigkeitsthermometer und miss die Temperatur in den drei Wasserschalen.

**Beobachtung:** Beobachte dabei genau, was beim Messen passiert.

Die Thermometersäule \_\_\_\_\_ beim Erwärmen.

Die Thermometersäule \_\_\_\_\_ beim Abkühlen.

Wann ist die Temperaturmessung beendet?

**Auswertung:** Welche Temperaturen hast du in den 3 Schalen gemessen?

270

Schale	mit kaltem Wasser	mit lauwarmem Wasser	mit warmem Wasser
Temperatur [°C]			

Vergleiche die gemessenen Werte mit den geschätzten Werten aus Versuch 15.

#### Lehrerinformation

##### Verschiedene Thermometer

#### 1. Flüssigkeitsthermometer:

Prinzip: Volumenausdehnung von Flüssigkeiten (Quecksilber, Alkohol) beim Erwärmen

- 1. Quecksilberthermometer bis -35°C
- 2. Alkoholthermometer bis -60°C
- 3. Pentanthermometer bis -180°C

#### 2. Gasthermometer:

Prinzip: Druckmessung

#### 3. Widerstandsthermometer:

Prinzip: Zunahme des elektrischen Widerstands von Metallen bei steigender Temperatur

Material: Platin

#### 4. Thermoelement:

Prinzip: Spannung an der Verbindungsstelle zweier verschiedener Metalle

Einsatz von -190°C bis 900°C (z. B. Platin / Rhenium gegen Platin bis 900°C)

#### 5. Optisches Thermometer = Strahlungspyrometer

Prinzip: Vergleich der Helligkeiten glühender Körper



## Temperatur

### 17. Siedetemperatur von Wasser

**Materialien:** Erlenmeyerkolben 250 ml  
 Flüssigkeitsthermometer  
 Bunsenbrenner

Stativ mit Klemmen  
 Wasser

**Durchführung:**

1. Fülle den Erlenmeyerkolben zu einem Drittel mit Wasser.
2. Spanne dann das Thermometer so in die Klemme, dass es in die Flüssigkeit eintaucht.
3. Stelle den Brenner auf stark.

**Auswertung:** Lies nun alle 30 Sekunden die Temperatur ab und trage sie in die Tabelle ein.

t [min]	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5
T [°C]													

271

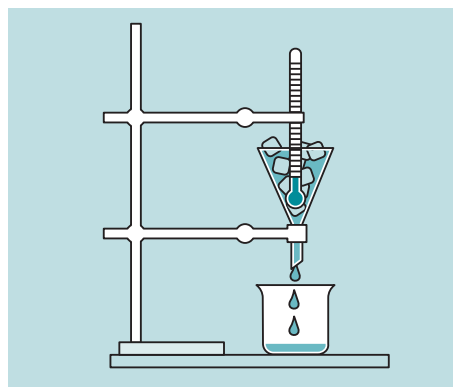
Stelle fest, um wie viel Grad die Wassertemperatur innerhalb von jeweils 30 Sekunden gestiegen ist. Was geschieht, wenn das Wasser siedet? Zeichne ein Temperatur-Zeit-Diagramm aus den Daten der Tabelle.

### 18. Schmelztemperatur von Wasser

**Materialien:** Trichter  
 Becherglas  
 Thermometer

Stativ mit Klemmen  
 Zerstoßenes Eis

**Durchführung:**



1. Fülle einen Trichter mit zerstoßenen Eis.
2. Stelle ein Becherglas unter den Trichter, damit das Schmelzwasser abfließen kann.
3. Das Thermometer wird wie im Bild festgeklemmt.
4. Miss die Temperatur des Schmelzwassers.

**Auswertung:** Eigentlich müsste das Schmelzwasser das kälteste Wasser sein, das es gibt, denn es war ja eben noch Eis! Welche Temperatur kannst du ablesen?



## Temperatur

### 19. Bau eines Thermometers

---

<b>Materialien:</b>	Glassäule Becherglas Bunsenbrenner Topf	Dreifuß mit Ceranplatte Stativ mit Klemme Topflappen Papierstreifen und Kleber
---------------------	--	---

---

<b>Chemikalien:</b>	Eis Wasser	Ethylenglykol
---------------------	---------------	---------------

---

**Sicherheit:**



**Arbeite mit Schutzbrille und Schutzhandschuhen!  
Vor dem Arbeiten mit Ethylenglykol das Sicherheits-  
datenblatt durchlesen!**

**Durchführung:**

**Gefrierpunkt**

1. Fülle die Glassäule mit Ethylenglykol.
2. Stelle die Glassäule in ein Eis-Wasser-Bad.
3. Warte ab, bis sich die Flüssigkeit in der Säule zusammengezogen hat.
4. Zeichne in Höhe der Flüssigkeitskante eine Markierung an.

**Siedepunkt**

1. Stelle einen Topf mit Wasser auf den Bunsenbrenner.
2. Halte die Glassäule hinein, wenn das Wasser kocht.
3. Warte ab, bis sich das Ethylenglykol ausgedehnt hat.
4. Markiere mit einem Stift die Füllhöhe der Flüssigkeit.

**Einteilung**

1. Miss den Abstand zwischen den beiden Markierungen und übertrage ihn auf den Papierstreifen.
2. Unterteile die Strecke mit dem Lineal in 100 gleich große Teile.
3. Befestige die Skala an der Glassäule.

272



## Temperatur

## 20. Kältemischungen

<b>Materialien:</b>	6 Bechergläser 250 ml Großer Mörser	Glasstab Alkoholthermometer
<b>Chemikalien:</b>	Wasser Calciumchlorid (kristallin, $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ; unbedingt das Hexahydrat verwenden!)	Zerkleinerte Eisstücke Ammoniumchlorid (Salmiak, $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) Kaliumnitrat (Salpeter, $\text{KNO}_3$ ) Natriumchlorid (Kochsalz, $\text{NaCl}$ )
<b>Durchführung:</b>	Mit den folgenden Kühlmitteln lassen sich Temperaturen von $0^\circ\text{C}$ bis $-49^\circ\text{C}$ erreichen. <ol style="list-style-type: none"><li>Mische jeweils die in der Tabelle genannten Substanzen miteinander in einem Becherglas. Zerkleinere dafür die Eisstücke mit einem großen Mörser möglichst klein.</li><li>Rühre mit dem Glasstab um und stecke ein Alkoholthermometer in die Masse, bevor sie fest wird.</li></ol>	

273

**Auswertung:** Verfolge den Temperaturverlauf und trage die Ergebnisse in die Tabelle ein. Wie kannst du das erklären? Warum kannst du Natriumchlorid zum Salzen der Straßen bei Glätteis verwenden?

Kühlmittel (Kältemischung)	Erreichbare Temperatur [ $^\circ\text{C}$ ]
1. Eis	
2. 10 g Wasser (Zimmertemperatur) + 25 g Calciumchlorid	
3. 10 g Wasser (Zimmertemperatur) + 3.3 g Ammoniumchlorid + 3.3 g Kaliumnitrat	
4. 10 g Wasser (Zimmertemperatur) + 10 g Ammoniumchlorid + 10 g Kaliumnitrat	
5. 10 g Zerkleinertes Eis + 3.3 g Natriumchlorid	
6. 10 g Zerkleinertes Eis + 10 g Calciumchlorid	



## Temperatur

### 20. Kältemischungen

#### Lehrerinformation

- Ergebnisse:**
1. 0°C
  2. - 8°C (Beim Calciumchlorid-Hexahydrat erfolgt ein endothermer Übergang des kristallisierten Zustands in den gelösten Zustand.)
  3. - 12°C (endotherme Umkristallisation)
  4. - 25°C (endotherme Umkristallisation)
  5. - 20°C
  6. - 49°C

#### Lehrerversuch



An dieser Stelle können Sie sehr eindrucksvoll in einem Lehrerversuch das Kühlen mit Trockeneis (Kohlensäure) und flüssigem Stickstoff demonstrieren (**Schutzbrille und Handschuhe tragen!**).

#### Kühlen mit Aceton / Trockeneis:

In ein Dewar-Gefäß werden einige zerkleinerte Stücke Trockeneis in Aceton gegeben. Mit einem Alkoholthermometer lässt sich die Temperatur messen. Sie fällt bis auf -78°C.

#### Kühlen mit Stickstoff:

Stickstoff siedet bei -196°C. Mit flüssigem Stickstoff kann man diese Temperatur annähernd erreichen. Taucht man eine Rose kurz kopfüber in ein Dewar-Gefäß, das mit flüssigem Stickstoff gefüllt ist, kann man diese anschließend an der Tischkante zersplittern.

Man verwendet flüssigen Stickstoff beispielsweise zum Einfrieren von biologischem Material.



# Arbeitsgemeinschaften Physik / Technik

## Experimente Luft

### Unsichtbare Luft

1. Anhängliche Pappstreifen
2. Anhängliche Kerzenflammen
3. Luftstrom mit Hindernissen
4. Die schwebende Kugel
5. Tragflächenmodell im Gegenwind
6. Der magere Hubschrauber

### Heißluftballon

7. Steigen – Schweben – Sinken
8. Bau eines Heißluftballons

### Luftdüsenantrieb

9. Raketenauto

### Veränderter Luftdruck

10. Barometer
11. Seltsame Flaschen
12. Die zerknüllte Getränkedose

### Membranen

13. Filtrieren von naturtrübem Apfelsaft
14. Osmose



## Unsichtbare Luft

### 1. Anhängliche Pappstreifen

**Materialien:** 2 Kartonstreifen

**Durchführung:**

1. Knicke bei zwei Kartonstreifen an der Schmalseite einen etwa 1.5 cm breiten Rand um.
2. Rolle die Streifen um den Rand herum locker auf und entrolle sie dann wieder.
3. Lege die Streifen an der Knickstelle auf zwei Schreibstifte (oder einfach auf deine Fingerspitzen) und halte die beiden Streifen parallel zueinander, so dass sich die gewölbten Seiten im Abstand von 4 – 5 cm gegenüber stehen.
4. Blase dann von oben in die Mitte zwischen die Streifen.

**Auswertung:** Was beobachtest du? Hast du eine Erklärung dafür?

276

### 2. Anhängliche Kerzenflammen

**Materialien:** Wasserstrahlpumpe                      Kerze  
Kleiner und großer Trichter                      Streichhölzer oder Feuerzeug

**Durchführung:**

1. Drehe den Wasserhahn, an dem die Wasserstrahlpumpe angebracht ist, voll auf. Verschließe mit dem Daumen das Schlauchende. Was fühlst du?
2. Stecke jetzt den Stiel des kleinen Trichters in den Schlauch. Zünde die Kerze an und halte den Trichter so an die Kerzenflamme, dass die Flammenspitze vor der Mitte des Trichters ist.
3. Halte jetzt den großen Trichter dicht neben die Kerzenflamme und zwar wieder so, dass die Flammenspitze vor der Mitte des Trichters ist. Puste dann durch den Trichterstiel gegen die Flamme.

**Auswertung:** Was beobachtest du, wenn du die Kerzenflamme vor den kleinen Trichter hältst? Was passiert, wenn du gegen die Flamme pustest? Hast du eine Erklärung dafür?



## Unsichtbare Luft

### 3. Luftstrom mit Hindernissen

---

<b>Materialien:</b>	Verschieden geformte Körper (z. B. Buch, Glasflasche, Dreieck aus Pappe, Ball, breites Lineal, CD)	Kerze Föhn
<b>Durchführung:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Zünde die Kerze an und stelle sie hinter den ersten Körper. Blase dann von vorn mit dem Föhn gegen das Hindernis.</li><li>2. Verändere die Abstände von Kerze und Föhn zum Hindernis. Probiere verschiedene Stellungen von Kerze und Föhn aus.</li><li>3. Führe den Versuch auch mit den anderen Körpern durch.</li></ol>	
<b>Auswertung:</b>	Notiere deine Beobachtungen und erstelle eine Tabelle. Kannst du Gemeinsamkeiten und Unterschiede erkennen?	

---

277

### 4. Die schwebende Kugel

---

<b>Materialien:</b>	Styroporkugel Tischtennisball	Föhn
<b>Durchführung:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Richte den Luftstrom des Föhns senkrecht nach oben und versuche, eine Styroporkugel auf dem Luftstrom zu balancieren.</li><li>2. Wenn es dir gelungen ist, drehe den Föhn langsam zur Seite. Achte darauf, dass der Luftstrom immer auf die Kugel gerichtet ist.</li><li>3. Probiere es auch mit dem Tischtennisball.</li></ol>	
<b>Auswertung:</b>	Finde eine Erklärung für deine Beobachtungen.	

---



## Unsichtbare Luft

### 5. Tragflächenmodell im Gegenwind

---

<b>Materialien:</b>	Tragflächenmodell Waage	Föhn
<b>Durchführung:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Wiege das Tragflächenmodell mit Ständer.</li><li>2. Blase dann mit dem Föhn waagrecht von vorn gegen die Tragfläche und beobachte die Anzeige der Waage.</li></ol>	
<b>Auswertung:</b>	Ändert sich das Gewicht des Tragflächenmodells? Finde eine Erklärung.	

---

### 6. Der magere Hubschrauber

278

---

<b>Materialien:</b>	Propellermodell Holzblock mit Bohrung	Faden
<b>Durchführung:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Wickle den Faden um die Stange am Propeller.</li><li>2. Stecke die Stange in die Bohrung.</li><li>3. Schiebe die Fadenwicklung ganz nach unten bis auf den Holzblock.</li><li>4. Ziehe ruckartig den Faden ab.</li><li>5. Wiederhole den Versuch und wickle jetzt den Faden in umgekehrter Richtung um den Stab.</li></ol>	
<b>Auswertung:</b>	Was beobachtest du, wenn du den Faden abziehst? Ändert sich etwas, wenn du den Faden in umgekehrter Richtung um den Stab wickelst?	

---





## Heißluftballon

### 8. Bau eines Heißluftballons

#### Einführung

„Damit ein Körper im Wasser schwimmt, muss dieser leichter als Wasser sein.“

Bei dieser Behauptung musst du als physikalisch vorgebildeter Mensch sofort protestieren:

„Damit ein Körper im Wasser schwimmt, muss

.“

Diese Erkenntnis können wir auf das „Luftmeer“, in dem wir leben, übertragen:

„Damit ein Körper in der Luft aufsteigen kann, muss seine Dichte kleiner sein als die der Luft.“

Nun kannst du leicht beobachten, dass sich Luft ausdehnt, wenn sie erwärmt wird. Wenn sich z. B. nach dem Ausgießen eine Schaumblase auf einer Bierflasche befindet und du die Flasche mit der Hand erwärmst, siehst du, dass die Blase langsam größer wird. Wenn das Volumen der eingeschlossenen Luft aber größer wird, muss die Dichte der Luft kleiner werden. Untersucht man die Ausdehnung der Luft beim Erwärmen durch Messungen, so stellt man fest, dass sich ein Luftvolumen beim **Erwärmen um 1°C um  $\frac{1}{273}$  des Anfangswertes vergrößert**. Erwärmt man ein Luftvolumen also um 10°C, so dehnt es sich um  $\frac{10}{273}$  aus. Erwärmt man um 91°C, so nimmt es um  $\frac{91}{273}$  zu, **d. h. um \_\_\_\_\_**. Das gilt auch für alle anderen Gase.

280

Anstatt einen Ballon mit einem Gas geringerer Dichte zu füllen, kann man also auch heiße Luft benutzen. Weil die Luft im Ballon sich aber durch die dünne Ballonhaut sehr schnell wieder abkühlen würde, lässt sich ein Heißluftballon nicht geschlossen bauen. Er muss unten offen sein, damit die Luft immer wieder aufgeheizt werden kann.

Um die genauen Bedingungen, die beim Bau eines Heißluftballons eingehalten werden müssen, besser zu verstehen, greifen wir auf einige Alltagserfahrungen zurück. Gewöhnlich fallen Gegenstände nach unten. Der Grund dafür ist die Erdanziehungskraft oder Schwerkraft. Bezieht man sie auf einen bestimmten Körper, so bezeichnet man sie als die **Gewichtskraft** oder kurz das **Gewicht**. Gibt man ein Stück Holz oder Kork in Wasser, so schwimmt es. Um es unter Wasser zu drücken, muss man eine Kraft aufwenden. Lässt man es unter Wasser los, wird es wieder nach oben gedrückt. Es muss also eine Kraft nach oben wirken, die es hochtreibt. Diese Kraft bezeichnet man als **Auftriebskraft** oder kurz den **Auftrieb**. Sie wirkt auch dann, wenn der Körper nicht schwimmt. Hängt man einen Gegenstand an eine Waage und taucht ihn dann in Wasser, so zeigt die Waage weniger an. Der Gegenstand scheint also leichter zu werden. Dabei wird er gerade um so viel scheinbar leichter, wie das Wasser wiegt, das er verdrängt.

**Die Auftriebskraft ist also so groß, wie die Gewichtskraft des verdrängten Wassers.**

Formuliere unter Verwendung der Begriffe Gewichtskraft und Auftriebskraft die Bedingung dafür, dass ein Körper im Wasser sinkt, dass er schwebt oder dass er schwimmt:



## Heißluftballon

### 8. Bau eines Heißluftballons

**Sinken:** \_\_\_\_\_

**Schweben:** \_\_\_\_\_

**Schwimmen:** \_\_\_\_\_

Dasselbe, was wir eben für das Sinken oder Schwimmen in Wasser betrachtet haben, gilt auch in der Luft. Damit ein Ballon aufsteigen kann, muss seine Auftriebskraft, d. h. das Gewicht der Luft, die er verdrängt, größer sein als seine eigene Gewichtskraft.

Nun besteht ein Heißluftballon nicht nur aus Luft. Es würde dann reichen, die Luft nur ein wenig wärmer als die Umgebung zu machen. Die Hülle, der Korb, der Brenner, das Heizgas und die Fahrgäste haben ebenfalls ein Gewicht, das mit getragen werden muss.

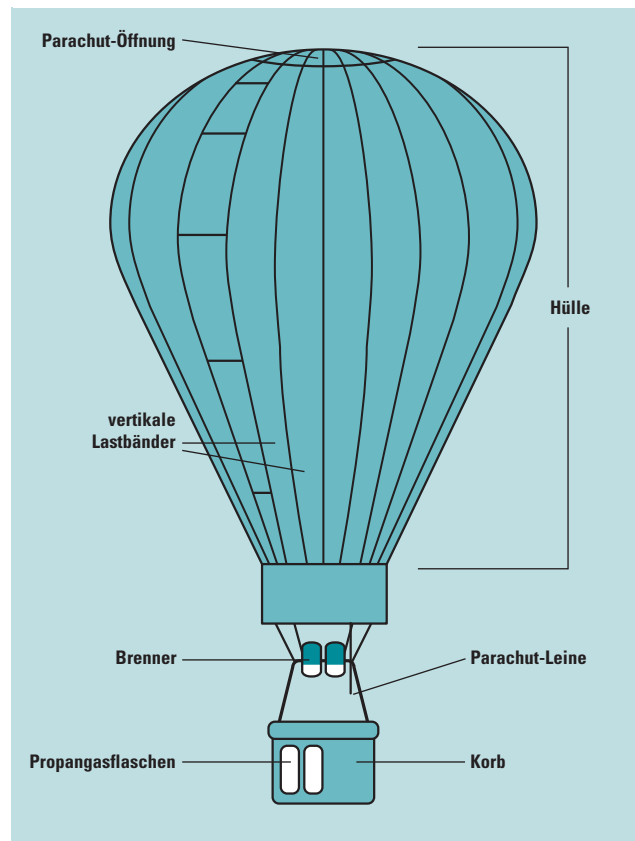
**Schätze ab, ob ein selbst gebauter Ballon mit Spiritus-Heizung aus einem Müllsack aufsteigen könnte.**

Trockene Luft hat bei 20°C eine Dichte von 1.2 g/l. Der Müllsack fasst ein Volumen von etwa 90 l. Die Luft in dem Müllsack wiegt \_\_\_\_\_. Wenn wir bei dem Beispiel von oben bleiben und annehmen, dass wir die Luft um 91°C erwärmen, dehnt sie sich um  $\frac{1}{3}$  aus. Da der Ballon unten offen ist, entweicht dieses Drittel aus dem Ballon. Die verbleibende Luft wiegt dann also noch \_\_\_\_\_. Da die Ballonhülle hauchdünn ist, wiegt die verdrängte (äußere) Luft genau so viel wie die kalte Luft im Ballon. Damit der Ballon schwebt, müssen Auftrieb und Gewicht gleich sein. Die heiße Luft kann dann also noch so viel Ballast (Hülle usw.) tragen, wie sie selbst leichter ist als die verdrängte kalte Luft. Sie kann demnach noch \_\_\_\_\_ tragen.

Wenn die Luft nicht um 90°C sondern nur um 60°C, also  $\frac{2}{3}$  so stark erwärmt wird, entweicht auch nur  $\frac{2}{3}$  der vorher berechneten Luftmenge. Demnach kann auch die getragene Last nur  $\frac{2}{3}$  so groß sein.

Ein Probe-Ballon wog 24 g. **Wird der Ballon auch aufsteigen?**

Das Bild zeigt dir den Aufbau eines Heißluftballons. **Überlege dir die Bedeutung der einzelnen Teile.**





## Heißluftballon

### 8. Bau eines Heißluftballons

<b>Materialien:</b>	Malerabdeckfolie	Klebeband
	(Breite 1.0 m, Höhe 1.7 m)	Draht
	Schere	Föhn

**Durchführung:**

1. Schneide von der Malerabdeckfolie eine 1.0 m breite und 1.7 m hohe Bahn ab.
2. Falte die Folie einmal und klebe die Oberkante und die Seitenkante mit Klebeband zusammen. Es entsteht eine 50 cm breite und 1.7 m hohe Tüte.
3. Forme aus dem Draht einen Ring von etwa 30 cm Durchmesser und befestige die untere Öffnung der Tüte mit dem Klebeband daran. Die Folie muss dazu in Falten gelegt werden. Dein Heißluftballon ist fertig.
4. Blase mit dem Föhn heiße Luft durch die untere Öffnung in den Ballon und lass ihn aufsteigen.

282

#### Lehrerinformation

Für ein genaueres Verständnis der Ballon-Physik muss man zwei physikalische Gesetzmäßigkeiten heranziehen. Das Gesetz für den Auftrieb von Archimedes (8. Klasse) und das allgemeine Gasgesetz (9. Klasse).

#### Warum muss ein Ballon so groß sein?

##### Das Gesetz von Archimedes

Die Auftriebskraft  $F_A$  eines Ballons ist gleich dem Gewicht der verdrängten (äußeren) Luft:  $F_A = F_{g, \text{Luft}, a}$  oder  $F_A = m_{\text{Luft}, a} \cdot g$  mit  $g = 9.81 \text{ N/kg}$

Hat der Ballon das Volumen  $V$  und die verdrängte (äußere) Luft die Dichte  $\rho_a$  so gilt auch:  $F_A = \rho_a \cdot g \cdot V$

Die Dichte der Luft bei Normalbedingungen ( $T = 0^\circ\text{C}$ ;  $p = 1013 \text{ hPa}$ ) ist  $\rho_0 = 1.3 \text{ kg/m}^3$ .

##### Bedingung für das Abheben des Ballons

Damit der Ballon abhebt, muss die Auftriebskraft größer als die Gewichtskraft sein. Bei der festgelegten Zählrichtung muss also die resultierende Kraft größer Null sein:

$$F_{\text{res}} = F_A - F_g > 0$$

Die Gewichtskraft des Ballons setzt sich aus mehreren Anteilen zusammen:

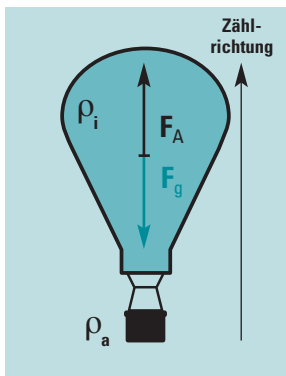
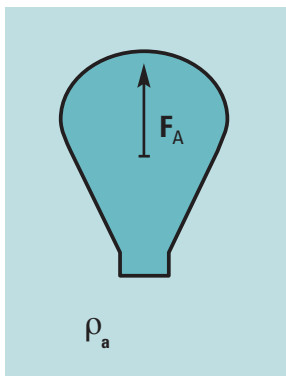
Gewichtskraft der Ballonhülle, Gewichtskraft von Korb und Zuladung (Besatzung usw.), Gewichtskraft der Gasfüllung im Ballon.

Geht man für eine erste Berechnung davon aus, dass das Gewicht von Hülle, Korb und Zuladung zu vernachlässigen ist, so gilt:  $F_{\text{res}} = V \cdot g \cdot (\rho_a - \rho_i)$

An dieser Beziehung sieht man gut, dass die resultierende Kraft nur größer Null ist, wenn die Dichte der äußeren Luft größer ist als die Dichte der (inneren) Gasfüllung.

Beispiele für einige Dichtewerte von Gasen bei Normalbedingungen ( $T = 0^\circ\text{C}$ ;  $p = 1013 \text{ hPa}$ ):

Luft:	$1.3 \text{ kg/m}^3$
Helium:	$0.18 \text{ kg/m}^3$
Wasserstoff:	$0.090 \text{ kg/m}^3$





## Heißluftballon

### 8. Bau eines Heißluftballons

#### Lehrerinformation

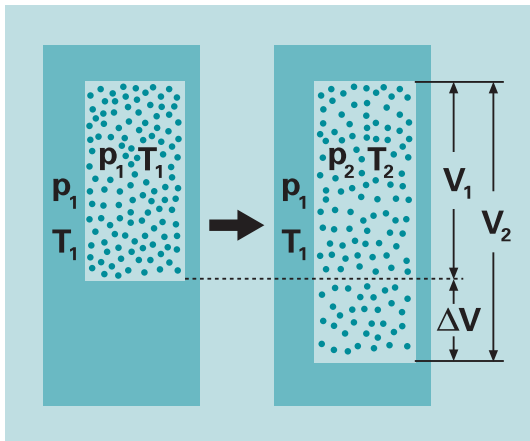
##### Der Trick bei den Heißluftballons

Neben der Füllung eines abgeschlossenen Ballons mit einem Gas geringerer Dichte (**Gasballon**) gibt es auch noch die Möglichkeit, die Luft im Ballon zu erwärmen (**Heißluftballon**).

Die Luft der Masse  $m$  nimmt bei höherer Temperatur (und gleichem Druck) ein größeres Volumen ein und hat somit eine geringere Dichte. Um die Verhältnisse beim Heißluftballon auch quantitativ erfassen zu können, benötigen wir das **allgemeine Gasgesetz**:

$$\frac{p \cdot V}{T} = \text{const. oder } \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} = \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1}$$

Wird die Luft im Ballon ( $V_1, p_1, T_1$ ) erwärmt, so geht sie in den neuen Zustand ( $V_2, p_2, T_2$ ) über. Da der Heißluftballon offen ist, gilt  $p_1 = p_2 = p_a$ . Damit vereinfacht sich die allgemeine Gasgleichung und man kann das neue Volumen des heißen Gases berechnen.



$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1} \quad \text{Gesetz von Gay Lussac} \Rightarrow V_2 = V_1 \cdot \frac{T_2}{T_1}$$

Aus dem Ballon entweicht heiße Luft vom Volumen  $\Delta V$ :

$$\Delta V = V_2 - V_1 = V_1 \left[ \frac{T_2}{T_1} - 1 \right]$$

Entweicht z. B. ein Drittel des ursprünglich vorhandenen Gases, so ist die Masse des noch im Ballon befindlichen Gases zwei Drittel der Anfangsmasse. Für die Dichte des Gases im erwärmten Ballon gilt also:

$$\rho_1 = \frac{\frac{2}{3}m}{V} = \frac{2}{3} \cdot \rho_a$$

Die resultierende Kraft auf den Ballon lässt sich berechnen. Heißluftballone gibt es mit Volumina von  $700 \text{ m}^3 - 30000 \text{ m}^3$ .

Daten eines durchschnittlichen Ballons:

Ballonvolumen:	3000 m <sup>3</sup>
Masse von Hülle, Korb und Brenner:	216 kg
Höchstzulässiges Abfluggewicht:	953 kg
Zuladung:	737 kg
Zahl der Gasbrenner:	2
Gasvorrat:	6 Propangas-Flaschen
Maximale Hüllentemperatur:	ca. 110°C
Besatzung:	1 Pilot
Passagiere:	2 – 3 Personen

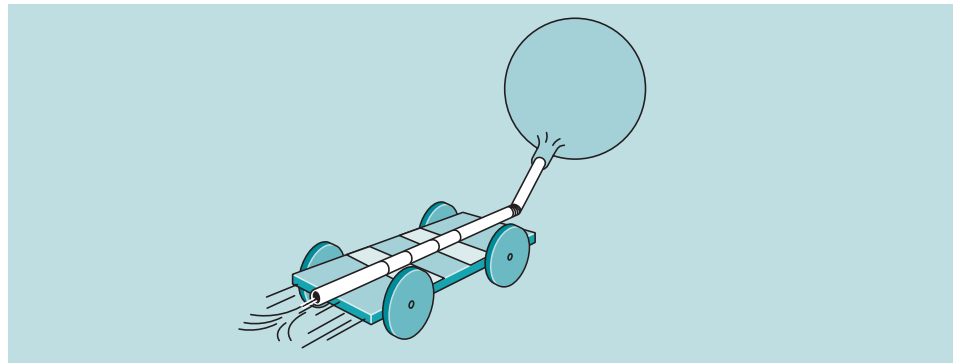


## Luftdüsenantrieb

### 9. Raketenauto

<b>Materialien:</b>	Styroporplatte	Klebeband
	Luftballon	Strohalm
	4 Nägel	Schere
	4 Holzperlen	Lackfolie
	4 Kunststoffräder	

#### Versuchsaufbau:



284

#### Durchführung:

1. Zeichne ein Rechteck von 8 x 17 cm auf die Styroporplatte und schneide es mit der Schere aus.
2. Zeichne auf der Lackfolie ein Rechteck von 20 x 17 cm und schneide das Stück aus.
3. Packe die Styroporplatte in die Lackfolie ein und klebe sie fest.
4. Drücke einen Nagel durch die Mitte des Rades, stecke danach noch eine Holzperle darauf und befestige anschließend das Rad an der Seite der Styroporplatte. Die Nägel sind die Achsen der Räder. Presse die Nägel nicht ganz dicht an die Platte, die Räder müssen frei beweglich sein. Es macht nichts, wenn die Räder etwas wackeln.
5. Blase den Ballon ein paar mal auf, um ihn zu dehnen. Stülpe den Ballon über den kurzen Teil des Strohhalmes.
6. Befestige das Ende des Ballons mit Klebeband vorsichtig am Strohhalm und dichte es gut ab, so dass der Ballon durch Pusten am anderen Ende des Strohhalmes aufgeblasen werden kann.
7. Klebe den Strohhalm wie abgebildet auf die Styroporplatte.
8. Blase nun den Ballon auf und halte die Öffnung mit dem Finger verschlossen.
9. Setze das Auto auf eine glatte Oberfläche und nimm den Finger von der Öffnung.

#### Auswertung:

Warum bewegt sich das Raketenauto? Wie musst du den Aufbau verändern, um verschiedene Geschwindigkeiten zu erreichen?



## Luftdüsenantrieb

### 9. Raketenauto

---

#### Lehrerinformation

Das Raketenauto wird angetrieben nach den Prinzipien, die **Isaac Newton** in seinem „Dritten Gesetz der Bewegung“ veröffentlicht hat. Für jede Aktion gibt es auch eine gleichwertige Reaktion. Der Ballon drückt die Luft heraus und die Luft drückt zurück auf den Ballon. Da der Ballon am Auto befestigt ist, wird dieses durch den Ballon angeschoben. Nach dem gleichen Prinzip fliegen Raketen ins Weltall.



## Veränderter Luftdruck

### 10. Barometer

---

<b>Materialien:</b>	Glasflasche Glasschüssel Blatt Papier	Schere und Bleistift Klebestreifen Wasser
---------------------	---	---

---

<b>Durchführung:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Schneide mit der Schere einen Streifen von dem Blatt Papier ab. Klebe den Streifen auf die Außenseite der Glasflasche.</li><li>2. Fülle dann die Flasche zu drei Viertel mit Wasser und stelle sie mit dem Flaschenhals nach unten in die Glasschüssel.</li></ol>
----------------------	--

---

<b>Auswertung:</b>	Markiere <b>jede Woche</b> den Wasserstand auf dem Papierstreifen (mit Datum). Notiere deine Beobachtungen in der Tabelle. Formuliere einen Zusammenhang zwischen Wasserstandshöhe und Wetter.
--------------------	--

286

<b>Datum</b>					
<b>Wasserstand [cm]</b>					
<b>Wetter</b>					



## Veränderter Luftdruck

### 11. Seltsame Flaschen

<b>Materialien:</b>	2 Plastikflaschen (PET) mit Verschluss, mindestens 750 ml Soda-Gerät zum Einblasen von CO <sub>2</sub> in Wasser	Trockenschrank 2 Etiketten Waage Wasser
---------------------	---	--

#### Durchführung:

#### Befüllung der Flaschen

1. Spüle die beiden Plastikflaschen mit destilliertem Wasser mehrmals durch. Lege sie in einen Trockenschrank (ca. 80°C warm) und lass sie vollkommen trocknen (ca. 1 h).
2. Beschrifte die beiden Plastikflaschen mit deinem **Namen und mit den Zahlen 1 bzw. 2**.
3. Wiege die beiden leeren Flaschen mit ihrem Verschluss und trage die Werte  $m_{01}$  und  $m_{02}$  in die erste Tabelle ein.
4. Fülle Flasche 1 mit Wasser und schüttele sie danach gut aus. Verschließe die Flasche sofort und wiege sie erneut ( $m_1$ ).
5. Spüle Flasche 2 am Soda-Gerät mehrmals mit CO<sub>2</sub>, indem du dreimal kräftig auf den Hebel drückst. Verschließe die Flasche sofort und wiege sie erneut ( $m_2$ ).

287

#### Lagerung

Die beiden gefüllten Flaschen sollen nun geschlossen **über mehrere Monate** am selben Ort ruhig stehen bleiben. Notiere regelmäßig die Massen der beiden Flaschen und deine Beobachtungen. Benutze hierfür die zweite Tabelle.

#### Füllung mit Wasser

1. Fülle die Flaschen **nach Beendigung des Versuchs** mit Wasser. Halte die Flasche dabei so in ein gefülltes Wasserbecken, dass der Verschluss unterhalb der Wasseroberfläche ist und bleibt.
2. Öffne die Flaschen wieder.

#### Auswertung:

#### Befüllung der Flaschen

Was ist in den leeren Flaschen?

Flasche	Masse der leeren Flaschen [g]	Masse der gefüllten Flaschen [g]
1	$m_{01} =$	$m_1 =$
2	$m_{02} =$	$m_2 =$



## Veränderter Luftdruck

### 11. Seltsame Flaschen

**Auswertung:**

**Lagerung**

Was wird passieren? Erwartest du ein unterschiedliches Verhalten der beiden Flaschen? Hast du eine Erklärung für deine Beobachtungen?

Was ist am Ende der Lagerung mit dem Inhalt der Flaschen passiert?

Datum	Masse der mit Wasser gespülten Flasche $m_1$ [g]	Masse der mit $\text{CO}_2$ gespülten Flasche $m_2$ [g]	Beobachtungen

288

**Füllung mit Wasser**

Was beobachtest du, wenn du die Flaschen unter Wasser öffnest?

Bestimme die eingeflossene Wassermenge in g und ml.

**Lehrerinformation**

In der mit Wasser gespülten Flasche sind nach etwa 6 Wochen die Wassertropfen verschwunden. Es findet ein reproduzierbarer Gewichtsverlust von ca. 0.1 g pro Woche statt. Dann beginnt die Flasche sich einzubeulen.

Die Flaschenwand wirkt halbdurchlässig. Flüssiges Wasser lässt sie nicht hindurch, während der Wasserdampf entweichen kann. Da von außen keine Luft in die Flasche eindringen kann, beult sich die Flasche ein, als würde sie mit einer Vakuumpumpe entleert.



## Veränderter Luftdruck

### 12. Die zerknüllte Getränkedose

---

<b>Materialien:</b>	Leere Getränkedose Bunsenbrenner Vierfuß mit Ceranplatte	Flache Glasschale mit einem Durchmesser von etwa 10 cm
---------------------	--	--

---

**Sicherheit:**



**Benutze Wärmeschutz-Handschuhe, wenn du mit heißen Gefäßen arbeitest! Lange Haare müssen nach hinten zusammengebunden werden, wenn mit einer offenen Flamme gearbeitet wird!**

---

**Durchführung:**

1. Fülle die Glasschale mit kaltem Wasser. Lege Wärmeschutz-Handschuhe zum Anfassen der heißen Dose bereit.
  2. Befülle die leere Getränkedose mit 30 – 40 ml Wasser.
  3. Stelle die Dose auf den Vierfuß mit Ceranplatte. Bringe das Wasser in der Dose mit dem Bunsenbrenner zum Sieden.
  4. Wenn das Wasser deutlich hörbar kocht, stülpe schnell die Dose mit dem Loch nach unten in das kalte Wasser.
- 

**Auswertung:**

Was passiert? Finde eine Erklärung.  
Vergleiche die Ergebnisse mit den Versuchen mit den leeren PET-Flaschen.



## Membranen

### 13. Filtrieren von naturtrübem Apfelsaft

---

<b>Materialien:</b>	Membranfolie (0.2 µm, hydrophil) Kleiner Glastrichter mit Papierfilter Filtriergestell	2 Bechergläser 100 ml Standmesszylinder 50 ml
---------------------	--	--

---

<b>Substanzen:</b>	Naturtrüber Apfelsaft
--------------------	-----------------------

---

<b>Sicherheit:</b>	<b>Beim Arbeiten mit Lebensmitteln im Chemielabor sind diese so zu behandeln wie Chemikalien!</b>
--------------------	---

---

<b>Durchführung:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Schneide aus der Membran nach dem Muster des Papierfilters einen Kreis aus.</li><li>2. Filtriere 50 ml naturtrüben Apfelsaft über den Glastrichter mit Papierfilter.</li><li>3. Filtriere das Filtrat über die Membran.</li></ol>
----------------------	--

---

<b>Auswertung:</b>	Was beobachtest du, wenn du den Apfelsaft mit dem Papierfilter und über die Membran filtrierst? Membranen spielen im Alltagsleben heute eine wichtige Rolle. Wo kommen in deiner Umgebung Membranen vor und was wird damit gemacht?
--------------------	--

---

### 14. Osmose

---

<b>Materialien:</b>	Tonröhre (beim Laborbedarf erhältlich) Gummistopfen Glaskapillare Pinsel Becherglas 100 ml 2 Bechergläser 250 ml	Standmesszylinder 50 ml Bunsenbrenner Vierfuß mit Ceranplatte Tesafilm Waage
---------------------	---	--

---

<b>Substanzen:</b>	Haushaltszucker Destilliertes Wasser	Leim
--------------------	---	------

---

**Sicherheit:**



**Benutze Wärmeschutz-Handschuhe, wenn du mit heißen Gefäßen arbeitest! Lange Haare müssen nach hinten zusammengebunden werden, wenn mit einer offenen Flamme gearbeitet wird!**



## Membranen

### 14. Osmose

**Durchführung:****Vorbereitung**

1. Umwickle die Tonröhre am oberen Rand mehrfach mit einem Streifen Tesafilm. Da unglasierte Tonzellen beim Aufsetzen eines Gummistopfens leicht platzen, kannst du so die Festigkeit erhöhen.
2. Gieße zur Herstellung der semipermeablen (halb durchlässigen) Membran 2 – 3 ml Holzleim in den Zylinder und verteile diesen mit einem Pinsel über die gesamte innere Wandung. Überschüssiger Kleber wird mit dem Pinsel wieder herausgerieben.
3. Lass die so hergestellte Osmosezelle nun **bis zur nächsten Woche** trocknen.

**Herstellen einer gesättigten Zuckerlösung**

1. Wiege 40 g Haushaltszucker im 100 ml Becherglas ab und füge 20 ml Wasser dazu.
2. Löse den Zucker unter Rühren und vorsichtigem Erwärmen auf der Gasflamme (nicht kochen lassen).

**Herstellen der Osmosezelle**

1. Stelle die Osmosezelle in das trockene 250 ml Becherglas und fülle sie mit Wasser. Das Wasser soll bis zum oberen Rand stehen. Die Zelle darf in den Poren keine Luftblasen enthalten.
2. Gieße auch das Becherglas voll mit Wasser.
3. Entferne die Luftblasen durch Klopfen an die Zelle. Die Zelle bleibt so 30 Minuten im Becherglas stehen.
4. Gieße die Osmosezelle aus und stelle diese wieder in das wassergefüllte Becherglas zurück. Das Wasser soll bis zum Klebefilm reichen.
5. Fülle die Zuckerlösung mit dem kleinen Trichter bis ca. 5 mm unter den oberen Rand ein.
6. Setze den Stopfen mit dem Kapillarrohr sorgfältig auf. Das Glasrohr soll dabei nicht unten aus dem Stopfen herausragen, damit sich unter dem Stopfen keine Luftblase bildet. Sollte von der Zuckerlösung etwas überlaufen, so wird durch das Wasser im Becherglas eine Verschmutzung der Oberfläche der Tonzelle verhindert.
7. Stelle unmittelbar danach die Osmosezelle in ein zweites, mit destilliertem Wasser gefülltes Becherglas.

**Auswertung:**

Was beobachtest du?

Wo ist der Druck höher, im Tonrohr oder im Becherglas?



# Arbeitsgemeinschaften Physik / Technik

## Experimente Mechanik, Akustik und Optik

### Volumen von Körpern

1. Volumenmessung unterschiedlicher Körper

### Dichtemessungen

2. Dichtebestimmung unterschiedlicher Körper

### Kräfte

3. Kraftmessung
4. Zusammensetzung von Kräften
5. Zerlegung einer Kraft

### Schwerpunkt

6. Schwerpunkt unregelmäßiger Formen
7. Schwebender Falter

### Flächenmessungen

8. Flächenmessung krummlinig begrenzter Flächen durch Messung der Länge gleich breiter Streifen
9. Flächenmessung krummlinig begrenzter Flächen durch Wägung

### Form und Festigkeit

10. Tragfähigkeit von Papier

### Sekundenpendel

11. Schwingungsdauer und Fadenlänge

### Töne auf Blas- und Saiteninstrumenten

12. Töne der Blockflöte
13. Töne einer Gitarre bei unterschiedlicher Saitenspannung
14. Töne einer Gitarre bei verschiedenen Saitenlängen
15. Schwach und stark

### Das Reflexionsgesetz einmal anders

16. Strahlengang am Spiegel
17. Strahlengang an einer planparallelen Platte
18. Strahlengang am Hohlspiegel



## Volumen von Körpern

### 1. Volumenmessung unterschiedlicher Körper

<b>Materialien:</b>	Messzylinder mit Wasser Schnur Waage	Quader und Würfel aus Metall 2 unterschiedliche Körper aus Metall (z. B. Kugel, Zylinder, Kegel)
---------------------	--	--

<b>Durchführung:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Miss die Länge a, die Breite b und die Höhe c des Quaders bzw. des Würfels.</li> <li>2. Wiege den Quader (Würfel) und notiere die Masse m.</li> <li>3. Fülle einen Messzylinder zur Hälfte mit Wasser und lies die Füllmenge <math>V_1</math> ab.</li> <li>4. Befestige eine Schnur an einem Quader (Würfel) und tauche ihn in das Wasser im Messzylinder. Lies die Füllmenge <math>V_2</math> ab.</li> <li>5. Wiederhole den Versuch (ab Punkt 2) mit den anderen zwei Körpern.</li> </ol>
----------------------	---

<b>Auswertung:</b>	Trage deine Messwerte für die unterschiedlichen Körper in die Tabelle ein. Berechne die fehlenden Werte.
--------------------	--

294

Körper	1 (Quader)	2 (Würfel)	3	4
Länge a [cm]			—	—
Breite b [cm]			—	—
Höhe c [cm]			—	—
Masse m [g]				
Füllmenge $V_1$ [cm <sup>3</sup> ]				
Füllmenge $V_2$ [cm <sup>3</sup> ]				
$V_2 - V_1$ [cm <sup>3</sup> ]				
$V = a \times b \times c$ [cm <sup>3</sup> ]				
Dichte $\rho = m/V$ [g/cm <sup>3</sup> ]				



## Dichtemessungen

### 2. Dichtebestimmung unterschiedlicher Körper

**Materialien:** Messzylinder mit Wasser  
Schnur  
Federwaage

3 verschiedene Körper gleicher Form, aber aus unterschiedlichen Materialien (siehe Tabelle unten)

**Durchführung:**

1. Miss das Volumen dreier verschiedener Körper mit dem Messzylinder (siehe Versuch 1).
2. Bestimme die Masse mit der Federwaage. 100 g haben die Gewichtskraft 1 N = 100 cN.

**Auswertung:** Trage deine Messwerte für die drei Körper in die Tabelle ein. Aus welchem Material könnten die Körper bestehen? Verwende die nachfolgende Tabelle zum Vergleich.

Körper	1	2	3
Volumen $V = V_2 - V_1$ [cm <sup>3</sup> ]			
Masse m [g]			
Dichte $\rho = m/V$ [g/cm <sup>3</sup> ]			
Material			

295

Material	Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]
Aluminium	2.7
Kupfer	8.93
Eisen	7.88
Zink	7.15
Zinn	7.29
Gusseisen	7.0
Gold	19.31
Blei	11.35
Messing	8.4 – 8.7



## Kräfte

### Einführung

Jeder Körper hat eine bestimmte Masse. Setzt man keine Kraft ein, die den Körper hält, fällt dieser lotrecht zur Erde. Alle Körper werden von der Erde angezogen. Die Kraft, mit der sie angezogen werden, nennt man Gewichtskraft der Erde oder Erdanziehungskraft.

Kräfte kann man auch ganz gezielt einsetzen. Durch eine Kraft kann ein Körper in seinem Bewegungszustand verändert werden. Er kann zum Beispiel beschleunigt oder abgebremst werden, oder die Richtung seiner Bewegung kann verändert werden.

Kräfte können Körper auch verformen. So wird eine Blattfeder durch Einwirkung einer Kraft verbogen, eine Schraubenfeder gedehnt.

Mit einer Schraubenfeder kann man eine Kraft messen, wenn die Dehnung an einer in Kräfteinheiten geeichten Skala abgelesen werden kann. Die Einheit der Kraft ist Newton N.

296

## 3. Kraftmessung

<b>Materialien:</b>	Schraubenfeder 5 Massestücke gleicher Form und Masse (à 20 g)	Massestück 100 g Kraftmesser Lineal
---------------------	---	---

<b>Durchführung:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>Hänge an eine Schraubenfeder nacheinander 5 Massestücke à 20 g. Miss jeweils die Verlängerung der Feder.</li><li>Wiederhole den Versuch mit dem Kraftmesser.</li><li>Hänge ein Massestück von 100 g an den Kraftmesser und lies den Messwert an der Skala ab.</li></ol>
----------------------	---

<b>Auswertung:</b>	1. Errechne die Dehnung je Massestück für die Feder:
--------------------	--

Anzahl der Massestücke	1	2	3	4	5
Verlängerung s [cm]					
Dehnung pro Massestück [cm]					



## Kräfte

### 3. Kraftmessung

**Auswertung:**

**(Fortsetzung)**

Fertige nach den Messergebnissen ein Schaubild an:

y-Achse: Anzahl der Massestücke

x-Achse: Verlängerung  $s$  [cm]

2. Notiere die am Kraftmesser angezeigten Werte in der Tabelle:

Anzahl der Massestücke	1	2	3	4	5
Kraft $F$ [N]					
Kraft $F$ pro Massestück [N]					

297

Stelle nun einen Zusammenhang zwischen der Verlängerung  $s$  der Schraubenfeder und der Kraft  $F$  her.

3. Welcher Kraft entspricht das Massestück von 100 g?

**Lehrerinformation**

Die Verlängerung einer Schraubenfeder ist der Kraft  $F$  proportional. Unser Versuch zeigt, dass 1 N etwa der Gewichtskraft eines Massestücks mit 100 g entspricht (genauer Wert in Mitteleuropa 102 g).



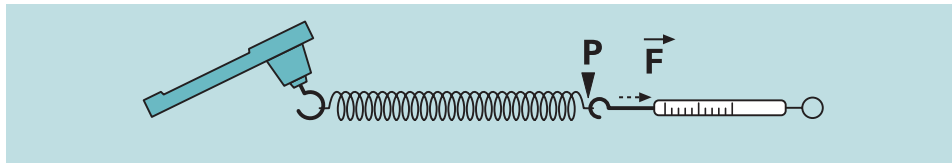
## Kräfte

### 4. Zusammensetzung von Kräften

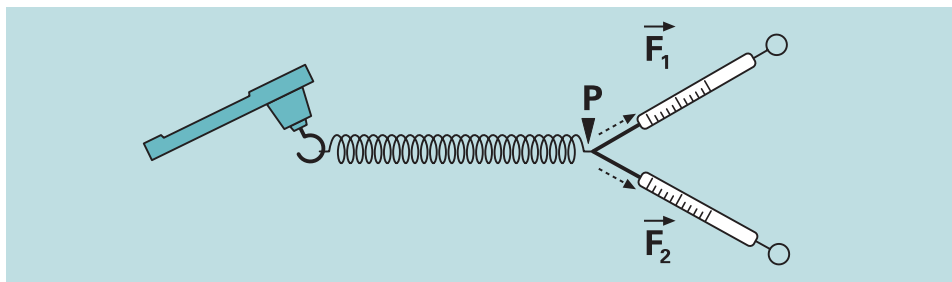
<b>Materialien:</b>	Schraubenfeder	Geodreieck
	2 Kraftmesser	Papier

**Durchführung:** **Versuch 1: Dehnung mit zwei Kraftmessern**

1. Dehne eine an einem Ende befestigte Schraubenfeder mit einer Kraft von 1 N und markiere den Punkt P auf einem untergelegten Papier.



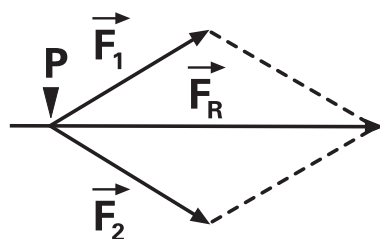
2. Dehne mit zwei Kraftmessern, die einen Winkel zueinander bilden, die Feder wieder bis zum Punkt P.



**Versuch 2: Veränderte Winkel**

Wiederhole den Versuch und ändere den Winkel, den die Kraftmesser bilden.

**Auswertung:**



Trage die Messwerte aus beiden Versuchen in die Tabelle ein und ermittle die resultierende Kraft  $F_R$ . Zeichne dazu die Kräfte  $F_1$  und  $F_2$  maßstabsgerecht (z. B. 1 N = 6 cm) und in der gegebenen Krafrichtung auf das untergelegte Papier. Ergänze die Kraftpfeile zu einem Parallelogramm. Die Diagonale stellt die resultierende Kraft  $F_R$  dar.

Kraft	$F_1$ [N]	$F_2$ [N]	$F_R$ [N]
Versuch 1			
Versuch 2			



## Kräfte

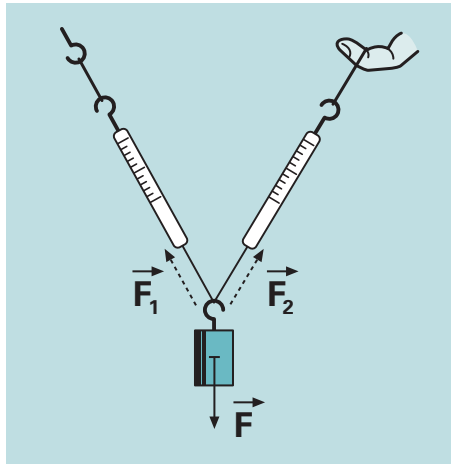
### 5. Zerlegung einer Kraft

**Materialien:**

Massestück 100 g  
2 Kraftmesser

Bindfaden  
Geodreieck

**Durchführung:**



**Versuch 1: Kraft an zwei Kraftmessern**

1. Hänge das Massestück mit einem Bindfaden an zwei Kraftmesser, die zueinander einen Winkel bilden. Wie groß ist die Kraft an jedem Kraftmesser?

**Versuch 2: Veränderte Winkel**

2. Ändere jetzt die Kraftrichtungen  $F_1$  und  $F_2$ .

**Auswertung:**

Trage die Messwerte in die Tabelle ein.  
Zeichne zu beiden Versuchen ein Kräfteparallelogramm.

Kraft	$F_1$ [N]	$F_2$ [N]
Versuch 1		
Versuch 2		



## Schwerpunkt

### Einführung

Wenn du einen Gegenstand balancieren willst, musst du ihn in seinem Schwerpunkt unterstützen. Das ist der Punkt, um den herum seine ganze Masse im Gleichgewicht ist. Der Schwerpunkt liegt bei regelmäßig geformten Körpern in deren geometrischer Mitte. Wie aber bestimmt man den Schwerpunkt bei unregelmäßig geformten Körpern?

## 6. Schwerpunkt unregelmäßiger Formen

### Materialien:

Stativ  
Bindfaden  
Pappe  
Schere

Locher  
Spitzer Bleistift  
Massestück

300

### Durchführung:

1. Schneide dir aus Pappe eine beliebige unregelmäßige Form aus.
2. Loche die Form am Rand an 3 unterschiedlichen Stellen. Das sind die Punkte A, B und C.
3. Hänge nun die Form am Punkt A auf und zeichne die Lotlinie ein. Benutze dazu einen Bindfaden, der mit dem Massestück beschwert ist.
4. Wiederhole das Ganze an Punkt B und C.
5. Balanciere die Form dann im Schnittpunkt der Lotlinien auf einer Bleistiftspitze.

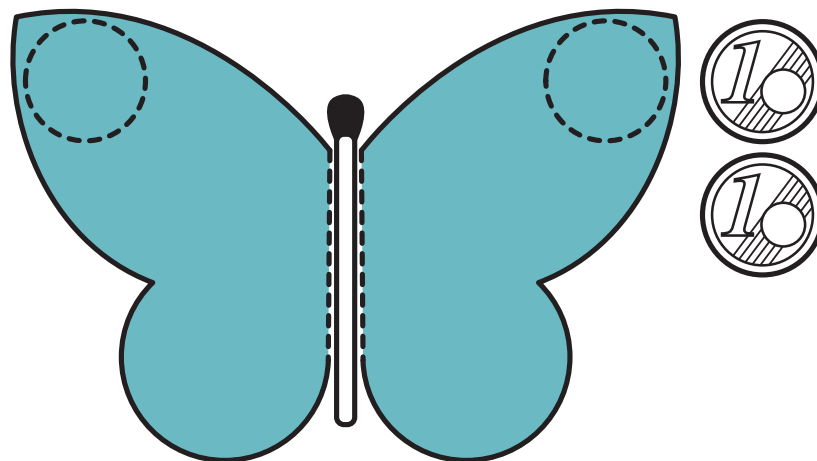


## Schwerpunkt

### 7. Schwebender Falter

<b>Materialien:</b>	Schere	Kleber
	Schreibpapier	2 Centstücke
	Streichhölzer	Stifte

#### Durchführung:



1. Schneide aus Schreibpapier zwei Schmetterlinge aus, nachdem du den Schmetterling oben als Ganzes abgepaust hast.
2. Zünde ein Streichholz kurz an, blase es aus und klebe es mit verkohltem Köpfchen nach vorne auf den Schmetterling.
3. Nimm 2 Centstücke und klebe sie auf die Flügelspitzen.
4. Klebe nun den 2. Schmetterling von oben auf den ersten. Die Centstücke sollen nicht mehr zu sehen sein.
5. Wenn du willst, verziere den Schmetterling mit Filzstiften oder bunten Papierornamenten.
6. Setze nun den Schmetterling mit seinem Kopf auf den Finger, auf eine Tischecke oder eine Bleistiftspitze.

#### Auswertung:

Warum schwebt der Schmetterling?

##### Lehrerinformation

Der Schmetterling schwebt scheinbar frei im Raum, da der Schwerpunkt durch das Gewicht der eingeklebten Münzen auf das Streichholzköpfchen verlagert wird.



## Flächenmessungen

### 8. Flächenmessung krummlinig begrenzter Flächen durch Messung der Länge gleich breiter Streifen

**Materialien:** Karton Lineal  
Schere

**Durchführung:**

1. Schneide aus einem Stück Karton eine krummlinig begrenzte Fläche.
2. Überdecke die Fläche mit Streifen von 1 cm Breite.
3. Wiederhole die Aufgabe mit Streifen von 0,5 cm Breite.

**Auswertung:** Eine Fläche wird in möglichst viele Streifen von gleicher Breite  $b$  zerlegt. Dann werden die Längen  $l_n$  der Streifen addiert.

Es gilt:  $A = b \times (l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n)$

Miss die Längen der Streifen und addiere sie.

Für Streifenbreite 1 cm:

Streifen	1	2	3	4	5
Länge [cm]					

Gesamtlänge: \_\_\_\_\_ Fläche:  $A = 1 \text{ cm} \times$  \_\_\_\_\_

Für Streifenbreite 0.5 cm:

Streifen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Länge [cm]										

Gesamtlänge: \_\_\_\_\_ Fläche:  $A = 0.5 \text{ cm} \times$  \_\_\_\_\_



## Flächenmessungen

### 9. Flächenmessung krummlinig begrenzter Flächen durch Wägung

**Materialien:** Karton Geodreieck  
Schere Waage

**Durchführung:**

1. Zeichne ein Quadrat mit beliebiger Seitenlänge  $a$  auf das Kartonpapier.
2. Schneide es aus und wiege es.
3. Schneide aus dem gleichen Kartonpapier eine beliebig umrandete Form aus und wiege sie.

**Auswertung:** Trage die Messwerte in die Tabelle ein. Für das Quadrat kannst du die Fläche leicht berechnen:

Fläche  $a^2 =$  \_\_\_\_\_

Wie kannst du die Fläche deiner neuen Form berechnen?

303

	Seitenlänge $a$ [cm]	Fläche [cm <sup>2</sup> ]	Gewicht [g]
Quadrat			
Beliebige Form			



## Form und Festigkeit

### Einführung

Bauteile für Brücken und Kräne, Halterungen für schwere Gegenstände wie Lampen in einem Fotostudio oder Rohrleitungen müssen eine große Festigkeit aufweisen. Sie dürfen nicht durchhängen und sich nicht verformen. Neben dem Material ist noch die Form der Bauteile entscheidend: Bei U- und T-Trägern erreicht man eine große Festigkeit. Auch die Dreiecks- oder die Bogenform bei Bauteilen erhöht deren Tragfähigkeit.

## 10. Tragfähigkeit von Papier

<b>Materialien:</b>	6 Blatt Papier	Bleistift
	2 Holzplatten (oder dickere Bücher)	Massestück z. B. 50 g
	Büroklammer	

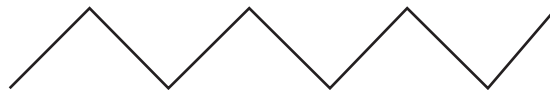
### 304 Durchführung:

#### Versuch 1: Glattes Papier

1. Lege 3 Blatt Papier über 2 Holzplatten (oder dickere Bücher).
2. Beschwere die Blätter nacheinander mit der Büroklammer, dem Bleistift und dem Massestück.

#### Versuch 2: Gefaltetes Papier

1. Falte ein Blatt Papier folgendermaßen:



2. Klebe das gefaltete Papier zwischen zwei Papierstücke.
3. Lege das Bauwerk über die Holzplatten bzw. Bücher und beschwere es nacheinander mit der Büroklammer, dem Bleistift und dem Massestück.
4. Wiederhole den Versuch, indem du das Papier folgendermaßen faltest:



<b>Auswertung:</b>	Was kannst du beobachten?
	Vergleiche die Tragfähigkeit von glattem und gefaltetem Papier.
	Nenne einige technische Anwendungen.



## Das Sekundenpendel

### 11. Schwingungsdauer und Fadenlänge

---

<b>Materialien:</b>	Stativ Faden verschiedener Länge Lineal	Massestück Stoppuhr
---------------------	---	------------------------

---

<b>Durchführung:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Stelle ein Fadenpendel her, indem du an einem Ende des Fadens ein Massestück befestigst.</li><li>2. Miss die Länge des Fadens vom Aufhängepunkt bis zum Schwerpunkt des Massestückes.</li><li>3. Stoppe anschließend die Zeit für 5 Schwingungen.</li><li>4. Wiederhole die Messungen mit unterschiedlichen Fadenlängen.</li></ol>
----------------------	---

---

**Auswertung:** Berechne die Zeit für eine Schwingung bei unterschiedlicher Pendellänge. Notiere deine Ergebnisse in der Tabelle.

<b>Pendellänge [cm]</b>						
<b>Zeit t [s] für 5 Schwingungen</b>						
<b>Zeit t [s] für 1 Schwingung</b>						

305

Trage die Messwerte in ein Achsenkreuz ein.  
x-Achse: 1 cm = 10 cm Fadenlänge  
y-Achse: 1 cm = 1 s

Ermittle aus dem Graph, welche Länge ein Sekundenpendel hat.



## Töne auf Blas- und Saiteninstrumenten

### 12. Töne der Blockflöte

---

<b>Materialien:</b>	Leere Plastikwasserflaschen	Wasser
---------------------	-----------------------------	--------

---

<b>Durchführung:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Fülle eine leere Wasserflasche mit etwas Wasser und versuche durch Überblasen der Flaschenöffnung einen Ton zu erzeugen.</li><li>2. Wenn es dir gelungen ist, kannst du noch etwas mehr Wasser einfüllen und einen weiteren Ton erzeugen.</li><li>3. Versuche es noch ein drittes Mal bei einer anderen Füllhöhe.</li></ol>	
----------------------	--	--

---

<b>Auswertung:</b>	Beschreibe die Töne und finde eine Erklärung dafür.	
	Je _____ die Luftsäule, desto _____ ist der Ton.	

---

306

### 13. Töne einer Gitarre bei unterschiedlicher Saitenspannung

---

<b>Materialien:</b>	Draht aus verschiedenen Materialien je 1 m Stativ	Rolle Leere Plastikwasserflasche Wasser
---------------------	--	---

---

<b>Durchführung:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Befestige das eine Ende eines ca. 1 m langen Drahtes an einem Stativ.</li><li>2. Lass ihn im Abstand von 50 cm über eine Rolle laufen und hänge eine leere Wasserflasche an das andere Ende des Drahtes.</li><li>3. Zupfe die Saite an und höre auf die Tonhöhe.</li><li>4. Fülle nun die Flasche ungefähr ein Viertel mit Wasser, zupfe an und höre auf die Tonhöhe.</li><li>5. Fülle die Flasche ungefähr halb mit Wasser, zupfe an und höre auf die Tonhöhe.</li><li>6. Wiederhole den Versuch mit einem Draht aus einem anderen Material.</li></ol>	
----------------------	--	--

---

<b>Auswertung:</b>	Beschreibe die Tonhöhe.	
	Je _____ die Saite gespannt ist,	
	desto _____ ist der Ton.	
	Je dünner der Draht, desto _____ ist der Ton.	
	Was hörst du, wenn du Draht aus einem anderem Material verwendest?	

---



## Töne auf Blas- und Saiteninstrumenten

### 14. Töne der Gitarre bei verschiedenen Saitenlängen

---

<b>Materialien:</b>	2 Stative	Draht
---------------------	-----------	-------

---

<b>Durchführung:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Spanne den Draht so zwischen den Stativen, dass die Drahtlänge ca. 30 cm beträgt.</li><li>2. Zupfe die Saite an und höre auf die Tonhöhe.</li><li>3. Wiederhole das Ganze noch zweimal mit veränderter Drahtlänge.</li></ol>	
----------------------	---	--

---

<b>Auswertung:</b>	Beschreibe die Tonhöhe.	
	Je _____ die Saite, desto _____ ist der Ton.	

---

### 15. Schwach und stark

307

---

<b>Materialien:</b>	2 Stative	Draht
---------------------	-----------	-------

---

<b>Durchführung:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Spanne den Draht so zwischen die Stative, dass die Drahtlänge ca. 50 cm beträgt.</li><li>2. Zupfe die Saite schwach an und höre auf den Ton.</li><li>3. Zupfe die Saite stark an und höre auf den Ton.</li></ol>	
----------------------	---	--

---

<b>Auswertung:</b>	Je _____ die Saite angezupft wird, desto _____ ist der Ton.	
--------------------	---	--

---

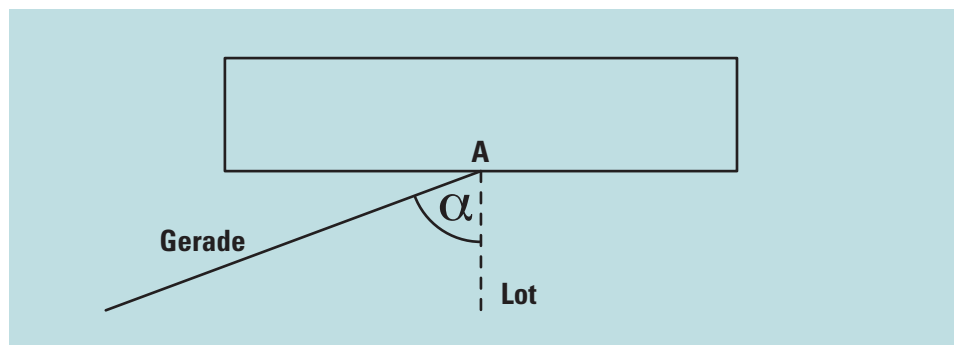


## Das Reflexionsgesetz einmal anders

### 16. Strahlengang am Spiegel

<b>Materialien:</b>	4 – 6 Stecknadeln	Kleiner rechteckiger Spiegel
	Papier in der Größe der Filzplatte	Geodreieck
	Bleistift	Filzplatte

- Durchführung:**
1. Lege ein Blatt Papier auf die Filzplatte.
  2. Stelle den Spiegel senkrecht auf das Papier und umfahre die Standfläche mit dem Bleistift.
  3. Nimm den Spiegel nun weg und zeichne eine Gerade und das Lot auf das Papier.



4. Miss mit dem Geodreieck den Winkel  $\alpha$ .
5. Stelle nun deinen Spiegel wieder in die eingezeichnete Position.
6. Stecke zwei Stecknadeln auf die Gerade. Drehe dann die Filzplatte mit dem Spiegel so lange, bis du die Stecknadeln im Spiegel als eine Stecknadel siehst.
7. Stecke bei der gedrehten Platte zwei weitere Stecknadeln so in das Papier, dass sie sich im Spiegel mit den bereits eingesteckten decken.
8. Markiere die Lage dieser Stecknadeln mit dem Bleistift und ziehe eine Gerade durch den Punkt A und die beiden Markierungspunkte.

**Auswertung:** Miss den Winkel zwischen dem Lot und der zweiten Geraden. Wie groß ist er? Wie nennt man diesen Winkel?

#### Lehrerinformation

Der Reflexionswinkel entspricht dem Einfallswinkel. Die Schüler messen Werte, die ca.  $3^\circ$  abweichen.



## Das Reflexionsgesetz einmal anders

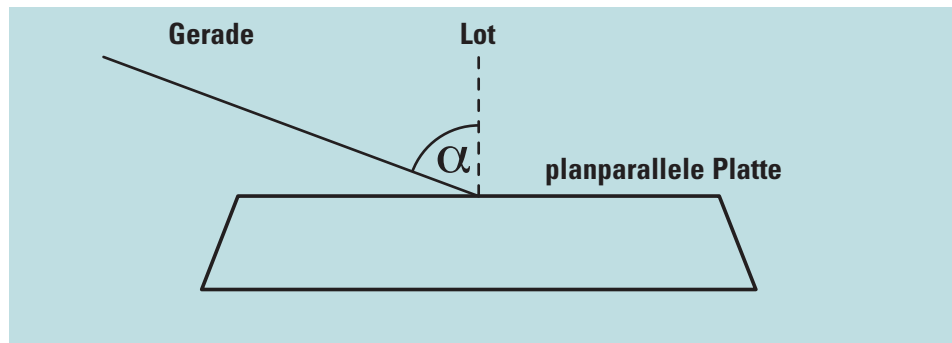
### 17. Strahlengang an einer planparallelen Platte

---

<b>Materialien:</b>	Planparallele Platte	Bleistift
	4 Stecknadeln	Geodreieck
	Papier in der Größe der Filzplatte	Filzplatte

---

- Durchführung:**
1. Lege ein Blatt Papier auf die Filzplatte.
  2. Stelle die planparallele Platte darauf und umfahre sie mit dem Bleistift.
  3. Nimm die planparallele Platte weg und übertrage das unten stehende Muster (Gerade und Lot) auf das Papier.



309

4. Miss mit dem Geodreieck den Winkel  $\alpha$ .
5. Stecke zwei Stecknadeln auf die Gerade. Lege nun die planparallele Platte wieder wie eingezeichnet auf das Papier und drehe die Filzplatte so lange, bis du die Stecknadeln als eine Stecknadel siehst.
6. Stecke zwei weitere Stecknadeln so in das Papier, dass sie sich mit den bereits eingesteckten decken.
7. Markiere die Lage dieser Stecknadeln und ziehe eine Gerade durch die beiden Markierungspunkte bis zur unteren Grundfläche der planparallelen Platte.

---

**Auswertung:** Vergleiche den ersten gezeichneten Strahl mit deinem zweiten Strahl. Wie verlaufen die austretende und einfallende Gerade?

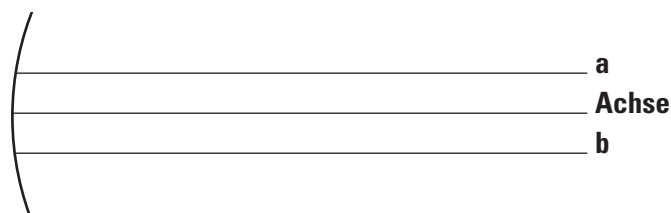


## Das Reflexionsgesetz einmal anders

### 18. Strahlengang am Hohlspiegel

<b>Materialien:</b>	Filzplatte	Geodreieck
	Papier	Hohlspiegel
	Bleistift	4 Stecknadeln

**Durchführung:** 1. Zeichne drei parallele Geraden im Abstand 1 cm. Kennzeichne sie wie in der Zeichnung angegeben mit a und b. Lege das Papier auf eine Filzplatte.



2. Lege den Hohlspiegel so auf das Papier, dass die mittlere Gerade seine Achse ist.
3. Stecke in die Gerade a zwei Stecknadeln ein und drehe dann die Filzplatte, bis du im Hohlspiegel nur eine Stecknadel siehst.
4. Versuche dann zwei Stecknadeln so einzustecken, dass sie sich mit denen im Hohlspiegel decken.
5. Markiere die Einstichstellen und ziehe durch sie eine Gerade bis zum Hohlspiegel.
6. Wiederhole dieses Verfahren bei der Geraden b.

**Auswertung:** Wie verlaufen die beiden gezeichneten Geraden?  
Wie nennt man den Punkt, an dem sich die Strahlen a und b auf der Achse schneiden?

#### Lehrerinformation

Die Strahlen a und b werden so reflektiert, dass sie sich in einem Punkt auf der Achse schneiden. Dieser Punkt heißt Brennpunkt.

## Experimente Magnetismus

### Eigenschaften von Werkstoffen

1. Magnete wirken aufeinander
2. Welche Stoffe werden von Magneten angezogen?
3. Herstellung eines Magneten
4. Bezeichnung der Magnetpole
5. Kann man Magnetpole trennen?
6. Geglühte Magnete
7. Ein einfacher Kompass

### Elektromagnete

8. Bau eines Elektromagneten
9. Wirkungsweise eines Elektromagneten
10. Bau einer Klingel
11. Bau eines Elektromotors
12. Das Roboterspiel



## Eigenschaften von Werkstoffen

### 1. Magnete wirken aufeinander

**Materialien:** 2 Stabmagnete

- Durchführung:**
1. Lege einen Stabmagneten auf den Tisch.
  2. Nimm einen zweiten Stabmagneten und nähere dessen rotes Ende dem roten Ende des liegenden Magneten.
  3. Nähere dann das grüne Ende dem roten Ende des liegenden Magneten.

**Auswertung:** Beschreibe, was passiert.

### 2. Welche Stoffe werden von Magneten angezogen?

**312 Materialien:** Gegenstände aus unterschiedlichen Materialien (z. B. Eisen, Nickel, Kobalt, Kupfer, Messing, Aluminium, Glas, Kunststoff, Holz, Papier)      Verschiedene Münzen  
Stabmagnet

- Durchführung:**
1. Versuche zunächst vorherzusagen, ob der jeweilige Gegenstand oder die Münze magnetisch ist oder nicht. Trage deine Vermutung in die Tabelle ein (ja / nein).
  2. Teste die Gegenstände und die Münzen jetzt mit dem Stabmagneten. Trage dieses Ergebnis ebenfalls in die Tabelle ein.

**Auswertung:** Welche Stoffe und Münzen haben sich als magnetisch erwiesen?

Gegenstand / Münze	Vermutung magnetisch (ja / nein)	Ergebnis magnetisch (ja / nein)



## Eigenschaften von Werkstoffen

### 3. Herstellung eines Magneten

---

<b>Materialien:</b>	Kleine Eisennägel Stabmagnet	Größerer Nagel Roter und grüner Eddingstift
---------------------	---------------------------------	--

---

<b>Durchführung:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Nimm einen Nagel und streiche mit einem Pol des Stabmagneten mehrmals an dem Nagel entlang. Dabei musst du mit demselben Pol immer in die gleiche Richtung streichen, z. B. vom Nagelkopf zur Nagelspitze.</li><li>2. Halte dann den Nagel an die kleinen Eisennägel, einmal mit dem Kopf, dann mit der Spitze.</li><li>3. Lege nun den Nagel auf den Tisch und nähere den Stabmagneten mit einem Pol einmal der Spitze des Nagels und dann dem Kopf.</li></ol>	
----------------------	--	--

---

<b>Auswertung:</b>	Was ist mit deinem Nagel passiert? Male deinen neuen Magneten mit dem Eddingstift so an, dass die Markierung (rot oder grün) der Markierung der Stabmagnete entspricht.	
--------------------	--	--

---

313

### 4. Bezeichnung der Magnetpole

---

<b>Materialien:</b>	Magnetisierter Nagel (siehe Versuch 3)	Nähfaden
---------------------	---	----------

---

<b>Durchführung:</b>	Binde einen Faden um die Mitte deines magnetisierten Nagels, so dass dieser waagrecht hängt.	
----------------------	--	--

---

<b>Auswertung:</b>	Was beobachtest du? Was fällt dir auf, wenn du dich drehst? In welche Richtung zeigen die Enden deines Magneten?  Rot _____ Grün _____ Die beiden Enden eines Magneten nennt man Magnetpole. Die Pole werden nach der Richtung bezeichnet, in die sie zeigen. Wie heißen demnach die beiden Pole?  Rot _____ Grün _____	
--------------------	---	--

---



## Eigenschaften von Werkstoffen

### 5. Kann man Magnetpole trennen?

---

<b>Materialien:</b>	Magnetisierter Nagel (siehe Versuch 3, Arbeitsblatt 02/14)	Bolzenschneider
<b>Durchführung:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Trenne deinen magnetisierten Nagel mit dem Bolzenschneider in der Mitte durch.</li><li>2. Untersuche die beiden Hälften, indem du die eine Hälfte auf den Tisch legst und die andere auf verschiedenen Wegen an die liegende Hälfte annäherst.</li></ol>	
<b>Auswertung:</b>	Was beobachtest du? Hast du die Pole getrennt?	

---

### 314 6. Geglühte Magnete

---

<b>Materialien:</b>	Bunsenbrenner Magnetisierter Nagel (siehe Versuch 3, Arbeitsblatt 02/14)	Zange Kleine Eisennägel Stabmagnet
<b>Sicherheit:</b>	<b>Lange Haare müssen nach hinten zusammengebunden werden, wenn mit einer offenen Flamme gearbeitet wird!</b>	
<b>Durchführung:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Halte die eine Hälfte des magnetisierten Nagels mit der Zange in die Bunsenbrennerflamme, bis sie glüht.</li><li>2. Lass wieder abkühlen und halte sie dann an die kleinen Nägel.</li><li>3. Probiere auch, wie die zunächst geglühte und dann abgekühlte Hälfte auf die verschiedenen Pole eines Stabmagneten reagiert.</li></ol>	
<b>Auswertung:</b>	Was stellst du fest?	

---



## Eigenschaften von Werkstoffen

### 7. Ein einfacher Kompass

---

<b>Materialien:</b>	Nähnadel Korkscheibe	Glasschale mit Wasser Tesafilm
---------------------	-------------------------	-----------------------------------

---

<b>Durchführung:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Magnetisiere eine Nähnadel, wie du es im Versuch 3 (Arbeitsblatt 02/14) mit dem Nagel gemacht hast.</li><li>2. Befestige sie mit dem Tesafilm so auf der Korkscheibe, dass sie möglichst genau in der Mitte liegt.</li><li>3. Lege den Kork auf eine Schale mit Wasser.</li></ol>	
----------------------	--	--

---

<b>Auswertung:</b>	Was beobachtest du?	
--------------------	---------------------	--

---



## Elektromagnete

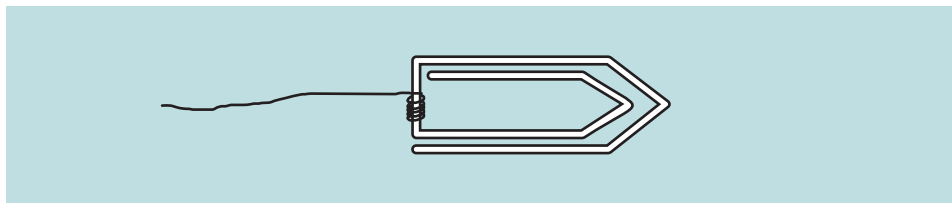
### 8. Bau eines Elektromagneten

Der Versuch sollte zusammen mit dem Versuch 9 „Wirkungsweise eines Elektromagneten“ durchgeführt werden.

<b>Materialien:</b>	Lackierter Kupferdraht ca. 3 m (Dicke ca. 0.2 mm)	Kleine Eisennägel
	Eisenschraube 50 x 5.5 mm mit Mutter	4 Babyzellen mit Halter
	Messingschraube 50 x 5.5 mm mit Mutter	Magnetisierter Eisennagel mit Faden
	Rundstab aus Kunststoff ca. 50 x 5 mm	Haftnotizzettel
	2 Büroklammern	Lochverstärker
		Schere
		Holzklammer
	Stativ	
	Faden	

#### 316 Durchführung:

1. Kratze mit der Schere an dem Kupferdraht an beiden Enden etwa 2 cm breit die Lackschicht ab. Wickle jedes blanke Ende fest um eine Büroklammer. Dies sind die Anschlüsse an die Batterie.



2. Schneide einen Haftnotizzettel folgendermaßen zu:
  - Er soll so lang wie die Eisenschraube (einschließlich Kopf) sein.
  - Er soll so breit sein, dass er zweimal um die Schraube gelegt werden kann.
  - Die Klebestreifen sollen überlappen.
3. Wickle das zugeschnittene Stück um die Schraube. Es soll so anliegen, dass sich die Schraube später wieder herausziehen lässt (nicht zu fest wickeln!). Drücke die Klebestelle fest an, so dass eine Hülse um die Schraube entsteht. Ziehe dann die Schraube aus der Hülse heraus.
4. Schneide auf beiden Seiten die Hülse mehrfach etwa 5 mm tief ein. Biege die entstandenen „Zähnen“ nach außen (siehe Zeichnung). Das soll verhindern, dass sich beim Kernwechsel (= Verwendung anderer Schrauben) der Draht abwickelt. Schiebe jetzt einen Lochverstärker über die Schraube (Klebestelle vom Kopf abgewandt) bis ganz an den Schraubenkopf heran.
5. Schiebe die Hülse wieder auf die Schraube und drücke alle Zähne – **bis auf einen** – fest an den Lochverstärker.



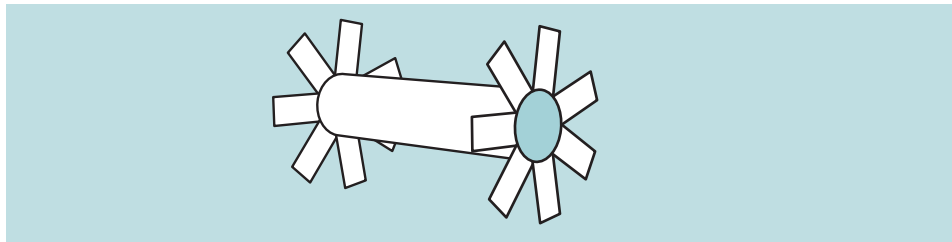
## Elektromagnete

### 8. Bau eines Elektromagneten

**Durchführung  
(Fortsetzung):**

6. Schiebe nun einen zweiten Lochverstärker auf die Schraube (Klebeseite zur Hülse) und drücke hier ebenfalls die Zähnchen an, wie an der Kopfseite. Das geht am besten, wenn du die Mutter auf die Schraube drehst, so dass sie den Ring festhält.

Die Schraube mit Hülse sieht nun so aus:



7. Miss von der Büroklammer 30 cm Draht ab und klebe das freie Zähnchen an dieser Stelle über den Draht. Auf diese Weise ist der Draht an der Hülse fixiert.
8. Miss nun vom freien Ende des Drahtes 30 cm ab und mache einen kleinen Knick. Teile den restlichen Draht in drei etwa gleich lange Teile und mache an den Trennstellen ebenfalls kleine Knicke.
9. Wickele das erste Drittel des Drahtes um die Hülse, so dass der Draht fest anliegt. **Achtung:** Die Hülse soll nicht zusammengedrückt werden. Die Schraube soll sich wieder herausziehen lassen.

317

### 9. Wirkungsweise eines Elektromagneten

Der Versuch schließt sich unmittelbar an den Versuch 8 „Bau eines Elektromagneten“ an.

**Durchführung:**

**1. Versuch: Wirkung des Elektromagneten**

1. Zähle, wie viele Windungen das erste Drahtstück ergibt.
2. Schließe den Draht mit den beiden Büroklammern an eine Batterie an und halte ein Schraubenende des Elektromagneten mit einer Holzklammer an die Eisennägel. **Achtung:** Die Spule wird warm!
3. Ziehe **einen** Anschluss von der Batterie ab.
4. Schließe die Batterie wieder an und halte die Schraube nochmals an die Nägel.

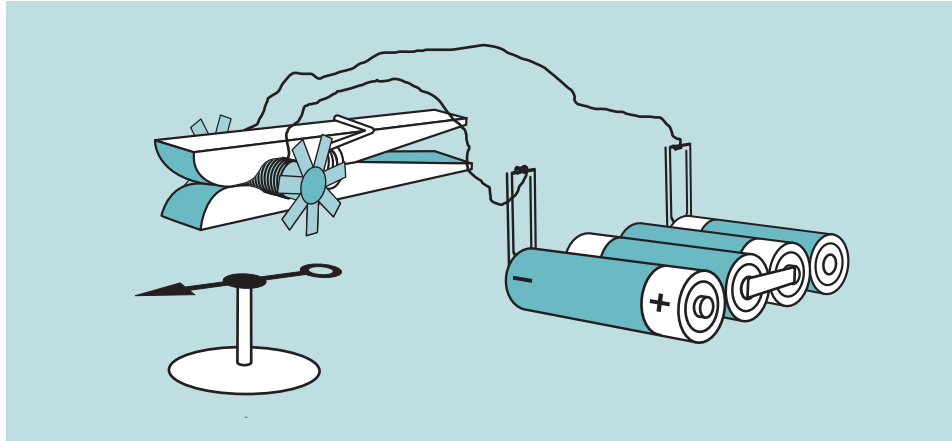


## Elektromagnete

### 9. Wirkungsweise eines Elektromagneten

**Durchführung**  
(Fortsetzung):

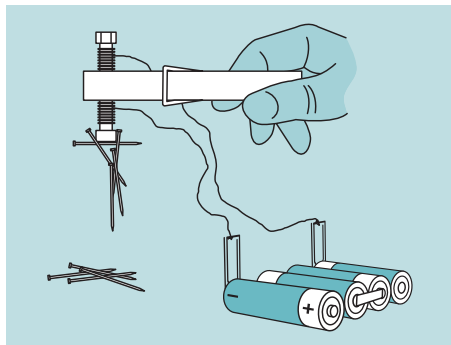
So sieht die fertige Konstruktion aus:



318

**Auswertung:**

Der Nageltest:



Was beobachtest du, wenn du die Schraube in die Eisennägel hältst?  
Was passiert, wenn der Anschluss von der Batterie abgezogen wird?  
Wie viele Nägel bleiben hängen, wenn du die Batterie das zweite Mal anschließt?

Anzahl der Nägel: \_\_\_\_\_



## Elektromagnete

### 9. Wirkungsweise eines Elektromagneten

**Durchführung:**

**2. Versuch: Stärke des Elektromagneten bei unterschiedlicher Anzahl von Windungen**

1. Wickle den zweiten Teil des Drahtes auf, zähle die Windungen und wiederhole den Nageltest.
2. Gehe genauso mit dem dritten Teil des Drahtes vor.

**Auswertung:**

Notiere die Anzahl der hängen gebliebenen Nägel bei unterschiedlichen Windungszahlen in der Tabelle.

Anzahl der Windungen	Anzahl der Nägel

319

**Durchführung:**

**3. Versuch: Stärke des Elektromagneten bei unterschiedlicher Anzahl von Batterien**

1. Schalte erst 2, dann 3 und schließlich 4 Batterien hintereinander.
2. Halte den Elektromagneten mit der Holzklammer fest und wiederhole den Nageltest mit 2, 3 und 4 Batterien.

**Auswertung:**

Zähle die jeweils festgehaltene Anzahl von Nägeln.

Anzahl der Batterien	Anzahl der Nägel



## Elektromagnete

### 9. Wirkungsweise eines Elektromagneten

---

**Durchführung:**

**4. Versuch: Magnetische Wirkung der Spule ohne Kern**

1. Schraube die Mutter von der Schraube ab und ziehe die Schraube heraus. Gegebenenfalls musst du etwas drehen, als ob du die Schraube heraus schrauben wolltest.
2. Schließe die Spule wieder an **eine** Batterie an.
3. Prüfe die magnetische Wirkung an den Nägeln.

**Auswertung:**

Was beobachtest du?

---

**Durchführung:**

**5. Versuch: Wirkung auf andere Magneten**

1. Hänge einen magnetisierten Nagel an einem Faden am Stativ auf, so dass er möglichst waagrecht hängt.
2. Halte den Elektromagneten mit der Holzklammer fest und schließe die Spule (ohne Kern) an eine Batterie an.
3. Nähere sie mit einem Ende zuerst der Nagelspitze und dann mit demselben Ende dem Nagelkopf.

**Auswertung:**

Notiere deine Beobachtung

---

**Durchführung:**

**6. Versuch: Unterschiedliche Spulenkern**

In diesem Versuch sollst du verschiedene Kerne (= unterschiedliche Materialien) ausprobieren. Überlege zuerst, bei welchen Materialien du eine ähnliche Wirkung wie bei Eisen erwarten kannst.

1. Ersetze die Eisenschraube zuerst durch eine Messingschraube.
2. Schließe die Spule mit neuem Kern an die Batterie an und teste an den Eisennägeln.
3. Wiederhole das Ganze mit dem Rundstab aus Kunststoff anstelle der Messingschraube.

**Auswertung:**

Notiere deine Beobachtungen.

---

**Verständnisfragen:**

1. Wodurch wird die magnetische Wirkung beim Elektromagneten hervorgerufen?
  2. Wovon hängt die Stärke eines Elektromagneten ab?
  3. Überprüfe deine Vermutungen bei dem letzten Experiment „Unterschiedliche Spulenkern“. Wenn sie falsch waren, überprüfe, warum sie falsch waren.
  4. Überlege dir, wo man Elektromagnete verwenden könnte.
-

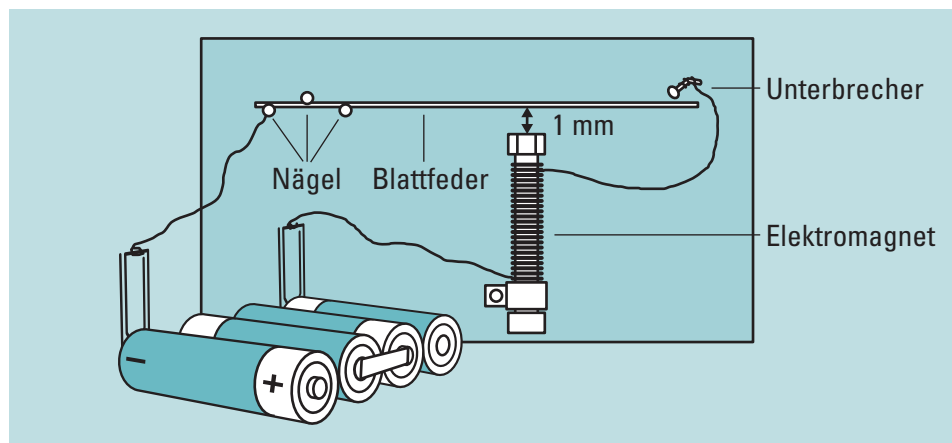


## Elektromagnete

### 10. Bau einer Klingel

<b>Materialien:</b>	Holz Brett	Nägel
	Heftstreifen (als „Blattfeder“)	Zangen
	Elektromagnet (aus Versuch 8, siehe Arbeitsblatt 05/14)	Kabelschelle
	Lackierter Kupferdraht ca. 0.5 m (Dicke ca. 0.2 mm)	Hammer
	Batterien	Fahrradklingel
		Bleistift

#### Versuchsaufbau:



321

#### Durchführung:

1. Befreie den Heftstreifen mit Sandpapier gründlich vom Lack.
2. Zeichne mit Bleistift und Lineal einen Strich auf das Brett, wo später die Blattfeder (= Heftstreifen) liegen soll.
3. Schlage vorsichtig drei Nägel leicht versetzt zum Bleistiftstrich (siehe Zeichnung) in das Brett. Achte darauf, dass du die Blattfeder zwischen die Nägel klemmen kannst. Sie muss gut halten.
4. Schlage dann den Nagel ein, der den Unterbrecher darstellen soll. Biege diesen mit zwei Zangen (siehe Nagel in der Zeichnung rechts oben). Im Ruhezustand (ohne Strom) soll die Blattfeder ohne Druck am Unterbrecher anliegen.
5. Nimm den Kupferdraht und schmirgele das eine Ende mit Sandpapier ab. Wickle es an einen der Nägel an der Blattfeder.
6. Nimm den Rest des Kupferdrahtes vom Elektromagneten und schmirgele das eine Ende ebenfalls mit Sandpapier ab. Wickle es an den Unterbrechernagel.
7. Wickle die anderen Enden der beiden Drähte jeweils an eine Büroklammer und schließe sie an die Batterie an.



## Elektromagnete

### 10. Bau einer Klingel

**Durchführung  
(Fortsetzung):**

- Nähere den Elektromagneten langsam der Blattfeder. Fixiere den Elektromagneten bei optimalem Abstand (ca. 1 mm) mit einer Kabelschelle. Was hast du nun gebaut?
- Baue nun aus dem Summer eine Klingel, indem du die Glocke von einer Fahrradklingel so nah an die Blattfeder bringst, dass die Blattfeder dagegen stößt.

**Auswertung:**

Beschreibe die Funktionsweise des Summers und der Klingel.

**Lehrerinformation**

Benutzen Sie als Blattfeder einen metallischen Heftstreifen aus einem Schnellhefter. Noch besser geeignet sind die metallischen Klammern im Schnellhefter.

322

### 11. Bau eines Elektromotors

**Materialien:**

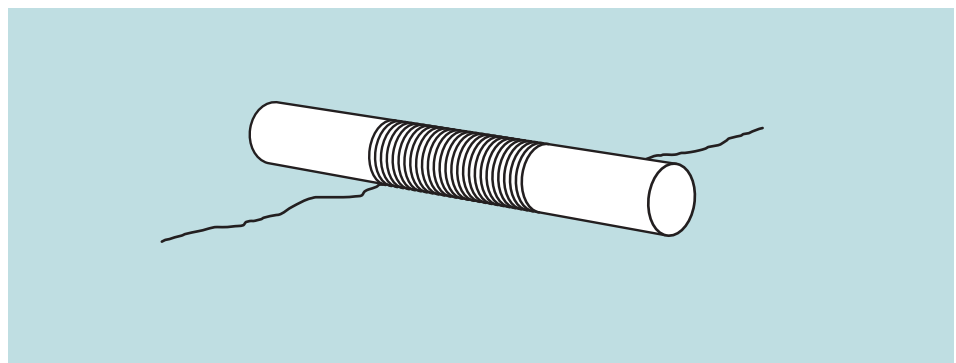
Lackierter Kupferdraht ca. 1 m  
(Dicke ca. 1 mm)  
Metallischer Heftstreifen mit  
Löchern (aus Schnellhefter)  
Rundstab (Durchmesser eines  
Besenstiels)

Sandpapier  
Brett als Unterlage  
2 Rundmagnete 10 x 10 mm  
Doppelseitiges Klebeband  
3 Büroklammern  
Flachbatterie 4.5 V

**Durchführung:**

**Bau der Spule**

- Wickle den Kupferdraht um den Rundstab, so dass auf jeder Seite ca. 7 cm Draht überstehen (siehe Zeichnung).





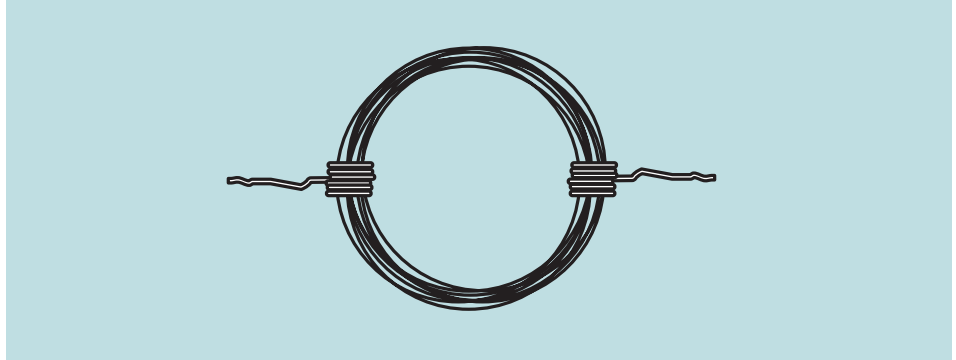
## Elektromagnete

### 11. Bau eines Elektromotors

Durchführung:

**Bau der Spule (Fortsetzung):**

2. Ziehe den Draht von dem Stab ab und schlinge die beiden Drahtenden so um die Wickelungen, dass sich die freien Enden gegenüberstehen.



323

3. Lege die Spule auf die freien Drahtenden und überprüfe, ob sie sich gleichmäßig drehen lässt. Wenn nicht, dann verschiebe die Schlingen etwas.
4. Im nächsten Schritt müssen beide Drahtenden jeweils auf der gleichen Seite (also Ober- oder Unterseite) blank geschmirgelt werden.
  - Lege dazu das Brett (als Unterlage) direkt an die Tischkante.
  - Lege ein Drahtende im rechten Winkel zum Tisch auf das Brett.
  - Schmirgele nur die Oberseite des Drahtendes blank.
  - Nimm das andere Drahtende und verfahre genauso. **Beide blanke Stellen müssen auf der gleichen Seite liegen.**

**Lager und Stromanschluss für die Spule**

1. Schneide den Heftstreifen genau in der Mitte durch. Schmirgele dann bei beiden Hälften **eine Seite** des Streifens blank. Fahre mit dem Sandpapier auch einige Male über die Innenränder der Löcher.
2. Befestige die Blechstreifen jeweils mit einer Büroklammer an den Blechlaschen der Batterie.
3. Lege deine Spule mit der blank geschmirgelten Seite nach unten in die Halterung.
4. Setze die beiden Rundmagnete aufeinander und klebe sie mit etwas doppelseitigem Klebeband oben in die Mitte der Batterie.



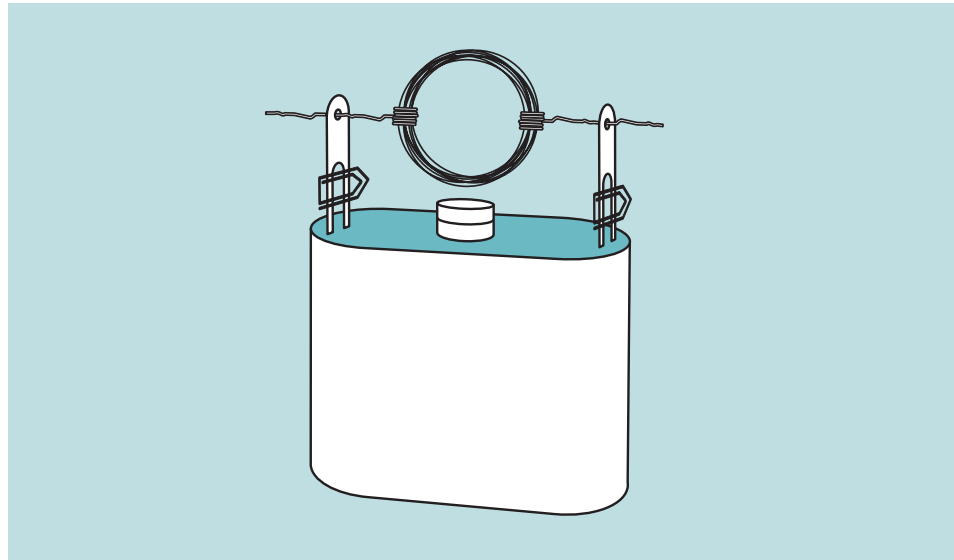
## Elektromagnete

### 11. Bau eines Elektromotors

#### Durchführung

#### Lager und Stromanschluss für die Spule (Fortsetzung):

Dein fertiger Motor sieht nun folgendermaßen aus:



5. Stoße die Spule an, so dass der Motor anfängt zu laufen.

#### Auswertung:

1. In welche Richtung musst du die Spule anstoßen, damit der Motor anfängt zu laufen?
2. Was passiert, wenn du die Spule in umgekehrter Richtung anstößt?
3. Was fällt dir auf, wenn du die Magneten umdrehst und den Motor wieder zum Laufen bringst?
4. Erkläre genau, wie der Motor funktioniert. Was passiert, wenn die blanken Seiten der Achsen die Halterung berühren?
5. Was würde passieren, wenn du nicht nur eine Seite der Achsen abgeschmirgelt hättest, sondern den ganzen Draht rundherum?
6. Mache Vorschläge, was man ändern müsste, um einen stärkeren Motor zu bekommen.
7. Informiere dich in einem Buch, wie ein „richtiger“ Elektromotor aufgebaut ist.

#### Lehrerinformation

Dieser Versuch erfordert etwas Fingerspitzengefühl, kann aber ohne weiteres mit Schülern der 7. Klasse durchgeführt werden. Es empfiehlt sich jedoch, den Versuch unbedingt vorher auszuprobieren.



## Elektromagnete

### 12. Das Roboterspiel

---

<b>Materialien:</b>	Batterie (4.5 Volt)	Kleiner Nagel
	Polklemme	Tesafilm
	Lackdraht ca. 1 m	Blatt Papier
	Großer Nagel	

---

<b>Durchführung:</b>	<b>Bau des Roboters</b>
	1. Umwickle den großen Nagel mit Lackdraht.
	2. Klebe den Nagel mit dem Tesafilm quer auf die Unterseite der Batterie.
	3. SchlieÙe ein Ende des Lackdrahtes fest an ein Polblech der Batterie mit Hilfe der Polklemme an.
	4. Berühre mit dem anderen Ende des Lackdrahtes das freie Polblech und nähere den Elektromagneten dem kleinen Nagel.

<b>Auswertung:</b>	Was passiert, wenn du den kleinen Nagel dem Elektromagneten näherst?
--------------------	--

---

325

<b>Durchführung:</b>	<b>Roboter-Spiel</b>
	1. Teile ein Blatt Papier in acht gleich große Felder ein.
	2. Schreibe beliebige Zahlen in jedes Feld. Die Zahlen entsprechen später den Punkten.
	3. Lege das Blatt auf den Fußboden.
	4. Lass nun den kleinen Nagel mit dem Elektromagneten vom Tisch auf das Blatt fallen.

Das Roboterspiel könnt ihr gegeneinander spielen. Du hast die Punktzahl des Feldes erreicht, in das der Nagel fällt. Liegt er zwischen zwei Feldern, hast du Pech gehabt. Wer erreicht die höchste Punktzahl?



# Arbeitsgemeinschaften Physik / Technik

## Experimente Elektrizität

### **Stromkreis**

1. Versuche mit Lampe und Batterie
2. Leiter und Nichtleiter

### **Batterien – Netzunabhängige Stromquellen**

3. Der Bleistiftspitzer – ein Wunderwerk?
4. Bau einer Fruchtbatterie
5. Bau einer Trockenbatterie

### **Lötkurs**

6. Löten von Figuren
7. Löten elektrischer Platinenschaltungen

### **Bau elektrischer Geräte**

8. Morseapparat
9. Bau eines UKW-Radios

### **Spiele**

10. Zitterachterbahn
11. UND-Schaltung



## Elektrizität

### Einführung

Hast du beim Berühren einer Türklinke, eines Autos oder eines anderen Gegenstandes aus Metall schon einmal einen elektrischen Schlag bekommen?

Dieses Experiment zeigt dir, wie ein elektrischer Schaltkreis funktioniert. Beim Gehen über den Boden hast du ein paar Elektronen aufgesammelt. Diese wandern durch deine Blutbahn und sammeln sich in deinen Fingern. Dort bilden sie Funken, die auf den Metallgegenstand überspringen. Von diesem wandern sie wieder in den Boden, um den Kreis zu schließen.

Elektrizität existiert seit den Anfängen des Universums und zwar überall. Blitze am Himmel gab es schon vor Milliarden Jahren. Aber auch in der belebten Welt empfängt das Auge Lichtstrahlen und verwandelt sie in winzige elektrische Signale, die über Nerven ins Gehirn gelangen. Unser Bewusstsein und die Fähigkeit zu denken und uns zu bewegen, hängt von elektrischen Signalen ab. Tiere, wie zum Beispiel der elektrische Aal in Südamerika, besitzen die Eigenschaft, Elektrizität zu erzeugen.

**328** Wir modernen Menschen nehmen elektrisches Licht, Radios, Computer, Laser usw. wie selbstverständlich an. Eine Welt ohne Elektrizität ist heute kaum vorstellbar. Vor einigen hundert Jahren kannten die Menschen dergleichen aber überhaupt noch nicht.

Bei der Erforschung der Elektrizität haben viele Wissenschaftler mitgewirkt. Bereits 600 v. Chr. entdeckte der griechische Philosoph und Mathematiker **Thales von Milet**, dass Bernstein eine elektrische Ladung erhält, wenn man ihn reibt (Bernsteinelektrizität, negative Ladung). **Benjamin Franklin** ließ 1729 während eines Gewitters einen Drachen steigen und bekam einen heftigen elektrischen Schlag. Damit entdeckte er die elektrische Natur von Blitzen. Danach gab es viele weitere Pioniere, die heute Teil unserer elektrotechnischen Terminologie geworden sind: **Alessandro Volta**, **André Ampère**, **James Watt** usw.

Wichtige Begriffe der Elektrizität sind Ladung, Spannung, Strom und Stromstärke.

Es gibt zwei Arten von Ladungen: die Glaselektrizität (positiv) und die Bernsteinelektrizität (negativ). Gleiche Ladungen stoßen sich ab, ungleiche Ladungen ziehen sich an. Die Spannung ( $U$ ) tritt in einem elektrischen System zwischen zwei Punkten mit einem Ladungsunterschied (Potential) auf. Die Spannung wird in Volt [V] gemessen. Spannungen bis 50 V bezeichnet man als Schwachstrom, bis 230 / 380 V als Starkstrom. Ab 1000 V spricht man von Hochspannung. Spannung kann man auf unterschiedliche Weise erzeugen, z. B. durch Induktion, Elektrolyse, Wärme oder Reibung. Wenn zwei Körper eine ungleiche Anzahl von Elektronen besitzen, entsteht ein Spannungsunterschied, welchen die Elektronen automatisch auszugleichen versuchen. Dies ist die Ursache des Stromflusses. Wenn diese zwei Körper unterschiedlicher Elektronenzahl durch ein leitendes Material verbunden werden, fließt ein Strom. In der Elektrotechnik gibt es verschiedene Materialien, die den Strom leiten, dazu gehören beispielsweise alle Metalle, Kohle, Säuren, Basen, Salze und zum Teil auch Leitungswasser.



## Elektrizität

---

Nichtleiter sind z. B. Glas, Porzellan, Gummi, Kunststoff, Holz und destilliertes Wasser. Je mehr Elektronen sich in einer Zeiteinheit durch den Querschnitt des Leiters bewegen, desto stärker ist der Strom, der durch den Leiter fließt. Bestimmt man den Strom, so spricht man von Stromstärke. Elektronen bewegen sich mit einer Geschwindigkeit von 1 mm/s. Der elektrische Strom wird in Ampère [A] gemessen ( $1 \text{ A} = 6 \cdot 10^{18}$  Elektronen pro Sekunde).

Elektrischer Strom lässt sich auf einfache Weise, beispielsweise in Batterien, Akkus und Kondensatoren speichern.

Elektrizität reizt und beeinflusst das Nervensystem von Lebewesen. Bei Überschreitung eines Grenzwertes (beim Menschen ab 30 mA) kann es zu einem Herzstillstand kommen.

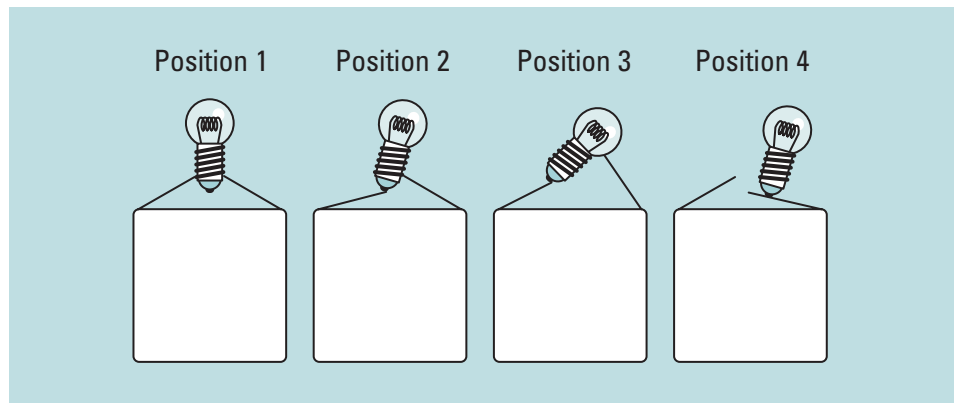


## Stromkreis

### 1. Versuche mit Lampe und Batterie

**Materialien:** Flachbatterie 4.5 Volt Lämpchen

**Durchführung:** Versuche ein Lämpchen zum Leuchten zu bringen. Probiere die verschiedenen Positionen, die in der Abbildung gezeigt sind, aus:



330

**Auswertung:** Wann leuchtet das Lämpchen?

	Position 1	Position 2	Position 3	Position 4
Lämpchen leuchtet (ja / nein)				

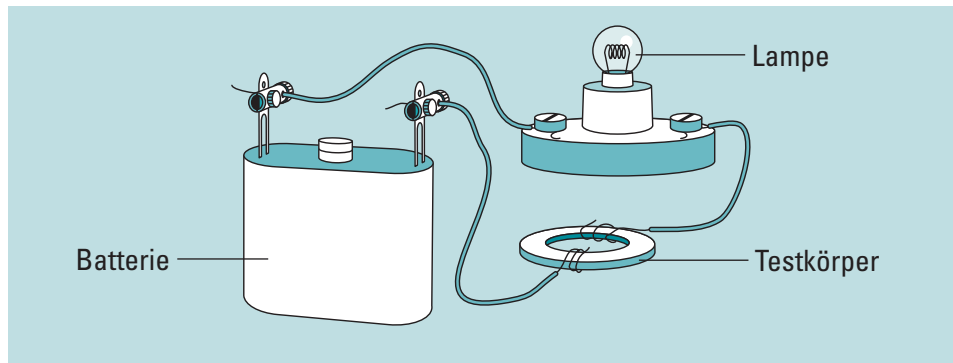


## Stromkreis

### 2. Leiter und Nichtleiter

<b>Materialien:</b>	Flachbatterie 4.5 Volt Lämpchen mit Fassung 2 Polklemmen 3 Drähte	Testkörper aus Holz, Aluminium, Kupfer, Kunststoff, Schnur, Porzellan, Gummi, Kohle, Eisen, Stein, Messing, Glas
---------------------	--	---

**Durchführung:** 1. Baue die Schaltung gemäß der Abbildung auf.



331

2. Bringe nacheinander die unterschiedlichen Testkörper in den Stromkreis. Stelle für jeden Testkörper fest, ob er den elektrischen Strom leitet oder nicht.

**Auswertung:** Welche Körper leiten den elektrischen Strom?

Testkörper	Leitet den Strom (ja / nein)
Holz	
Aluminium	
Kupfer	
Kunststoff	
Schnur	
Porzellan	
Gummi	
Kohle	
Eisen	
Stein	
Messing	
Glas	



## Batterien – Netzunabhängige Stromquellen

### Einführung

Eine Batterie ist ebenso wie unsere Steckdose eine Elektronenpumpe. In einer Batterie entsteht elektrischer Strom durch die chemische Reaktion zweier Elektroden (= elektrische Leiter) mit einem Elektrolyten (= leitende Flüssigkeit oder breiförmige Substanz).

Die Elektroden sind mit jeweils einem Metallpol der Batterie verbunden. An diese Pole wird der Verbraucher angeschlossen. Es entsteht ein geschlossener Stromkreis. Es fließt ein Elektronenstrom vom Minuspol über den Verbraucher zum Pluspol, bis eine Elektrode verbraucht ist.

## 3. Der Bleistiftspitzer – ein Wunderwerk?

332

<b>Materialien:</b>	Becherglas 250 ml Bleistiftspitzer aus Metall Spatel Waage Kunststoffstab Schraubenzieher	Krokodilklemmen Kabel Spannungsmessgerät Elektromotor (hochohmig, z. B. bei Fa. Hedinger erhältlich)
---------------------	--	--

<b>Chemikalien:</b>	Kochsalz	Wasser
---------------------	----------	--------

### Sicherheit:



**Trage eine Schutzbrille!**

### Durchführung:

#### Bleistiftspitzer im Salzbad

1. Wiege 10 g Kochsalz in ein Becherglas ab.
2. Gib zu dem Kochsalz 150 ml Wasser und rühre mit dem Kunststoffstab bis zur vollständigen Auflösung vorsichtig um.
3. Lege einen Bleistiftspitzer in diese Lösung. Was passiert mit dem Bleistiftspitzer?



## Batterien – Netzunabhängige Stromquellen

### 3. Der Bleistiftspitzer – ein Wunderwerk?

**Auswertung:** Trage deine Beobachtungen in die Tabelle ein.

Zeit	Beobachtung
sofort	
nach 10 min	
nach 1 h	
nach 8 Tagen	

333

**Durchführung:**

#### Spannung im Bleistiftspitzer

1. Wiege 10 g Kochsalz in ein Becherglas ab.
2. Gib 150 ml Wasser dazu und rühre bis zur vollständigen Auflösung vorsichtig um.
3. Löse die Klinge mit dem Schraubenzieher von dem Bleistiftspitzer.
4. Befestige je eine Krokodilklemme und ein Kabel an der Klinge und dem Anspitzkörper (Gehäuse).
5. Lass nun die Klinge und den Anspitzkörper in das Salzwasser hängen, die Krokodilklemmen dürfen das Wasser hierbei nicht berühren.
6. Verbinde die Krokodilklemmen über die Kabel mit dem Spannungsmessgerät (Messbereich: 0 – 3 Volt) bzw. schließe den Elektromotor an.

**Auswertung:**

Stelle mit dem Messgerät die Spannung fest.  
Ist die Klinge oder der Anspitzkörper der Minuspol?  
Prüfe, ob der Elektromotor läuft.



## Batterien – Netzunabhängige Stromquellen

### 4. Bau einer Fruchtbatte

---

<b>Materialien:</b>	Zitronen	Kupferblech
	Spannungsmessgerät	Zinkblech
	Kabel	Leuchtdiode (LED)
	Krokodilklemmen	

---

**Sicherheit:**

**Beim Arbeiten mit Lebensmitteln im Chemielabor sind diese so zu behandeln wie Chemikalien!  
Trage eine Schutzbrille!**

---

**Durchführung:****Zitrone als Leiter**

1. Press die Zitrone mit der Handfläche auf die Tischplatte und rolle sie eine Weile unter diesem Druck.
  2. Ritze nun die Schale der Frucht etwas an und stecke die beiden Metallbleche in die Zitrone. Achte darauf, dass sich die Bleche in der Frucht nicht berühren!
  3. Verbinde die beiden Bleche nun mit Hilfe von Krokodilklemmen und Kabeln mit dem Messgerät und miss die Spannung (Messbereich: 0 – 3 Volt).
- 

**Auswertung:**

Welche Spannung kannst du messen?  
Welches Metall bildet den Minuspol?  
Prüfe, ob die Leuchtdiode leuchtet (der längere Metallstift muss an den Pluspol angeschlossen werden). Trage deine Ergebnisse in die Tabelle ein.

---



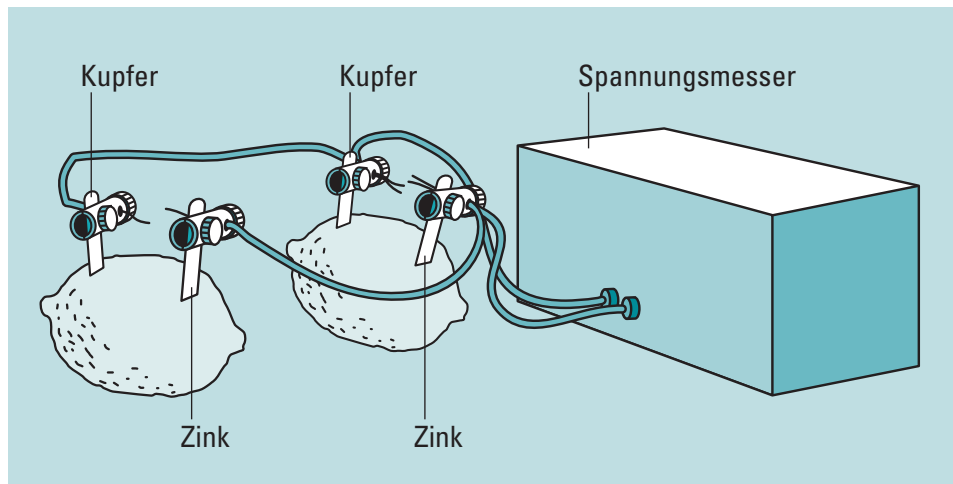
## Batterien – Netzunabhängige Stromquellen

### 4. Bau einer Fruchtbatte

**Durchführung:**

**Spannungsmessung mit Zitronen**

1. Arbeite mit deinen Mitschülern zusammen.
2. Verbindet nun zwei oder mehrere Zitronen so miteinander, dass die Kupfer- und die Zinkbleche verbunden sind (siehe Abbildung).



335

**Auswertung:**

Wie verändert sich die Spannung?  
Leuchtet jetzt die LED?

	Spannung [V]	LED leuchtet (ja / nein)
Versuch mit einer Zitrone		
Versuch mit mehreren Zitronen		

**Lehrerinformation**

Je saftiger die Zitronen, desto besser das Ergebnis. Beim Versuch mit einer Zitrone lassen sich die besten Ergebnisse erzielen, wenn die beiden Metallbleche im 90° Winkel versetzt in die Frucht gesteckt werden.



## Batterien – Netzunabhängige Stromquellen

### 5. Bau einer Trockenbatterie

Sicher kennst du Trockenbatterien (z. B. Mignon-Zellen), wie sie in Taschenlampen oder tragbaren CD-Spielern zu finden sind. Diese Batterien kannst du selbst bauen.

<b>Materialien:</b>	Teelichtbecher	Filterpapier
	Graphitstab	Porzellanschale
	Spannungsmessgerät	Becherglas 100 ml
	Elektromotor (hochohmig, z. B. ein CD-Motor)	Spatel
	Leuchtdiode (LED)	Waage
	Kabel	Schere
	Krokodilklemmen	Stift

<b>Chemikalien:</b>	Ammoniumchlorid	Stärke
	Braunstein (Mangandioxid)	Wasser
	Ethanol	

#### Sicherheit:



**Arbeite unter dem Abzug und trage eine Schutzbrille!**  
**Ethanolämpfe sind brennbar. Nicht in der Nähe einer offenen Flamme arbeiten!**  
**Ammoniumchlorid und Manganoxid nicht verschlucken; bei Hautberührung mit Wasser und Seife abspülen!**

#### Durchführung:

1. Reinige den Teelichtbecher in der Porzellanschale gut mit Ethanol.
2. Gib in ein 100 ml Becherglas 10 g Ammoniumchlorid und 15 g Braunstein.
3. Füge zu dieser Mischung zur Stabilisierung mit dem Spatel noch etwas Stärke hinzu.
4. Gib Wasser unter Rühren in kleinen Portionen zu, bis du einen zähen Brei erhältst.
5. Schneide ein Filterpapier so zu, dass es die Innengröße des Teelichtbeckers besitzt.
6. Lege es auf den Boden des Teelichtbeckers, fülle den Brei ein und stecke dann den Graphitstab hinein.
7. Verbinde den Becher und den Graphitstab nun mit Hilfe von Krokodilklemmen und Kabeln mit dem Messgerät und miss die Spannung (Messbereich: 0 – 3 Volt).
8. Versuche, den Elektromotor zu betreiben.
9. Prüfe, ob die Leuchtdiode leuchtet (der längere Metallstift muss an den Pluspol angeschlossen werden).



## Batterien – Netzunabhängige Stromquellen

### 5. Bau einer Trockenbatterie

**Auswertung:** Trage deine Ergebnisse in die Tabelle ein. Welche Spannung misst du zwischen Teelichtbecher und Graphitstab?

Spannung [V]	Elektromotor läuft (ja / nein)	LED leuchtet (ja / nein)



## Lötkurs

### 6. Löten von Figuren

<b>Materialien:</b>	Lötstation mit Lötkolben	Papier
	Draht (beliebig)	Bleistift
	Lötzinn	Unterlage aus Karton
	Zange	

#### Sicherheit:



**Trage eine Schutzbrille!**

**Lötzinn enthält giftiges Blei. Nicht verschlucken!**

**Die Spitze des Lötkolbens wird 250°C bis 350°C heiß. Halte den Lötkolben immer nach unten! Bei Verbrennungen Körperteil unter fließend kaltes Wasser halten!**

#### Durchführung:

##### Vorbereitung

1. Fertige eine Zeichnung einer beliebigen Figur auf Papier an.
2. Lege die Vorlage auf die Unterlage aus Karton.
3. Schneide Drahtstücke geeigneter Länge zu.
4. Biege die Drahtstücke entsprechend deiner Vorlage.

##### Löten einer Figur

1. Beschwere die Drähte, die du zusammenlöten willst (z. B. mit einem Buch), um sie in Position zu halten.
2. Erwärme die Lötstelle mit dem Lötkolben.
3. Führe nach dem Erwärmen das Lötzinn zu.
4. Entferne die Lötspitze, wenn die zu verbindenden Drähte von dem Lötzinn umhüllt sind und sich ein Zinnkegel gebildet hat.

#### Lehrerinformation

Eine optimale Lötstelle glänzt und ist mechanisch stabil. Es bilden sich keine Fäden oder Spitzen von Lötzinn.



## Lötkurs

### 7. Löten elektrischer Platinenschaltungen

<b>Materialien:</b>	Lötstation mit Lötkolben	3 Bausätze (siehe Lehrerinformation)
	Lötzinn	Laubsäge
	Zange	Holzplatte
	Pinzette	Farben
	Kleiner Schraubenzieher	Pinsel

**Sicherheit:**



**Trage eine Schutzbrille!**

**Lötzinn enthält giftiges Blei. Nicht verschlucken!**

**Die Spitze des Lötkolbens wird 250°C bis 350°C heiß. Halte den Lötkolben immer nach unten! Bei Verbrennungen Körperteil unter fließend kaltes Wasser halten!**

**Durchführung:**

1. Löten der Platine: Löte alle Kondensatoren, Widerstände, integrierte Schaltungen etc. auf die Platine analog der Gebrauchsanweisung der Bausätze.
2. Fehlersuche: Funktioniert die Schaltung nicht, musst du nach fehlerhaften Lötstellen suchen. Diese Suche ist oft sehr zeitaufwendig.
3. Gehäusebau: Säge die Bauteile mit einer Laubsäge aus einer Holzplatte. Bemale die Einzelteile und klebe sie zusammen.

339

**Lehrerinformation**

Der Zeitansatz beträgt ungefähr 3 Doppelstunden.

Beim Zusammenbau können die Schüler Aufgaben in verschiedenen Teilbereichen erledigen (Löten der Platine, Fehlersuche, Gehäusebau).

Die Bausätze können bei folgender Firma bestellt werden:

OPITEC Handel GmbH  
Sulzdorf / Hohlweg 1  
D-97232 Giebelstadt

Es gibt 3 unterschiedliche Bausätze (Stand September 2004):

Bausatz	Bestellnummer	Einzelpreis
Bewegungsmelder	110.187	6,30 €
Verkehrssampel	110.202	4,60 €
8-Kanal-Lauflicht	110.198	5,40 €



## Bau elektrischer Geräte

### 8. Morseapparat

#### Einführung

Die Wichtigkeit, eine Nachricht zu übermitteln ohne dabei einen Gegenstand (z. B. einen Brief) transportieren zu müssen, war den Menschen schon lange klar. Für diese Aufgabe wurden von den verschiedensten Völkern Lösungen gefunden, wie z. B. Rauchzeichen, Sonnenspiegel, Pfeiftöne oder Trommelzeichen. Aber keiner dieser Ansätze hat die moderne Welt so geprägt wie das Morsen. Die Idee, ein Telegraphenalphabet aus Punkten und Strichen (Morsealphabet) zur Nachrichtenübermittlung durch Aufzeichnung auf einen Papierstreifen zu benutzen, stammt von **Samuel Morse**. Sie ist zum ersten Mal am 24. Mai 1844 angewendet worden, um ein Telegramm im öffentlichen Nachrichtenverkehr zu übermitteln. Die ersten Morseapparate waren Stiftschreiber. Ein vom Elektromagneten betätigter Stift prägte mechanisch eine Rille in einen Papierstreifen, von dem der Text abgelesen und handschriftlich auf ein Telegrammformular übertragen wurde.

Bevor es den Morseapparat gab, konnte man Nachrichten nur per Post von einem Ort zum anderen bringen. Gerade in Amerika dauerte dies zum Teil Tage oder sogar Monate. Die Erfindung des Morseapparates ermöglichte es, Nachrichten in wenigen Minuten zu übermitteln. Dazu nutzte man das Morsealphabet. Es ist aus Punkten und Strichen aufgebaut.

340

Ein – (Strich) bedeutet: langer Ton bzw. langer Druck auf den Taster.

Ein · (Punkt) bedeutet: kurzer Ton bzw. kurzer Druck auf den Taster.

Gemorst wird immer nacheinander. Am Ende eines Satzes wird immer **Stop** gemorst. Wenn der Text beendet ist, wird immer **Ende** gemorst. So weiß der Empfänger, dass die Nachricht zu Ende ist.



## Bau elektrischer Geräte

### 8. Morseapparat

Die einzelnen Buchstaben:

Buchstabe	CW-Zeichen	gesprochen
A	· –	di da
B	– ···	da di di di
C	– · – ·	da di da di
D	– ··	da di di
E	·	di
F	·· – ·	di di da di
G	– – ·	da da di
H	····	di di di di
I	··	di di
J	· – – –	di da da da
K	– · –	da di da
L	· – ··	di da di di
M	– –	da da
N	– ·	da di
O	– – –	da da da
P	· – – ·	di da da di
Q	– – · –	da da di da
R	· – ·	di da di
S	···	di di di
T	–	da
U	·· –	di di da
V	··· –	di di di da
W	· – –	di da da
X	– ·· –	da di di da
Y	– · – –	da di da da
Z	– – ·	da da di

Buchstabe	CW-Zeichen	gesprochen
0	– – – – –	da da da da da
1	· – – – –	di da da da da
2	·· – – – ··	di di da da da di di
3	··· – –	di di di da da
4	···· – ··	di di di di da di di
5	·····	di di di di di
6	– ····	da di di di di
7	– – ···	da da di di di
8	– – – ··	da da da di di
9	– – – – ·	da da da da di
Trennung =	– ····	da di di di
Komma	– – ·· – –	da da di di da da
Bruchstrich (/)	– ·· – ·	da di di da di
Spruchanfang	– · – · –	da di da di da
>KA<		
Spruchende	· – · – ·	di da di da di
>AR<		
Verkehrsende	··· – · –	di di di da di da
>SK<		
Punkt	· – · – · –	di da di da di da
Fragezeichen	·· – – ··	di di da da di di



## Bau elektrischer Geräte

### 8. Morseapparat

**Materialien:**

Batterie 9 Volt

Taster (im Bau- und Bastelmarkt  
erhältlich)

Lämpchen

3 Holzplatten, Dicke ca. 1 cm

Holzleim

2 Kabel ca. 15 cm

1 Kabel ca. 3 m

Schraubenzieher

Akkubohrer

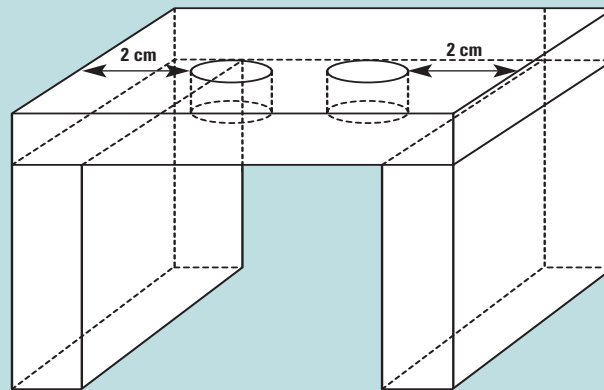
Lötstation mit LötKolben

Lötzinn

Laubsäge

**Durchführung:****Vorbereitung der Holzplatte**

1. Säge eine Holzplatte mit den Maßen 7 cm x 10 cm zurecht.
2. Bohre mit einem Akkubohrer jeweils 2 cm vom linken und rechten Rand entfernt ein Loch in die Holzplatte. Die Größe der Löcher richtet sich nach dem Durchmesser von Taster und Lampenfassung.
3. Säge dir zwei weitere Holzplatten mit den Maßen 7 cm x 5 cm aus.
4. Klebe die drei Holzplatten nun gemäß der Zeichnung zu einem Tisch zusammen.

**Bau des Morseapparates**

1. Setze das Lämpchen in das linke Loch und den Taster in das rechte Loch deines Tisches.
2. Befestige beides mit Hilfe der Muttern (diese sind beim Kauf von Lämpchen und Taster dabei), so dass sie nicht mehr herausfallen können.
3. Verlöte die Kabel, wie in der Abbildung gezeigt. Benutze die beiden längsten Kabel (deines und das Kabel deines Nachbarn), um die Morseapparate miteinander zu verbinden.
4. Stecke nun die Batterien in die beiden Morseapparate und probiere, ob beide Lichter leuchten, wenn du auf den Taster drückst. Wenn ja, kannst du morsen.

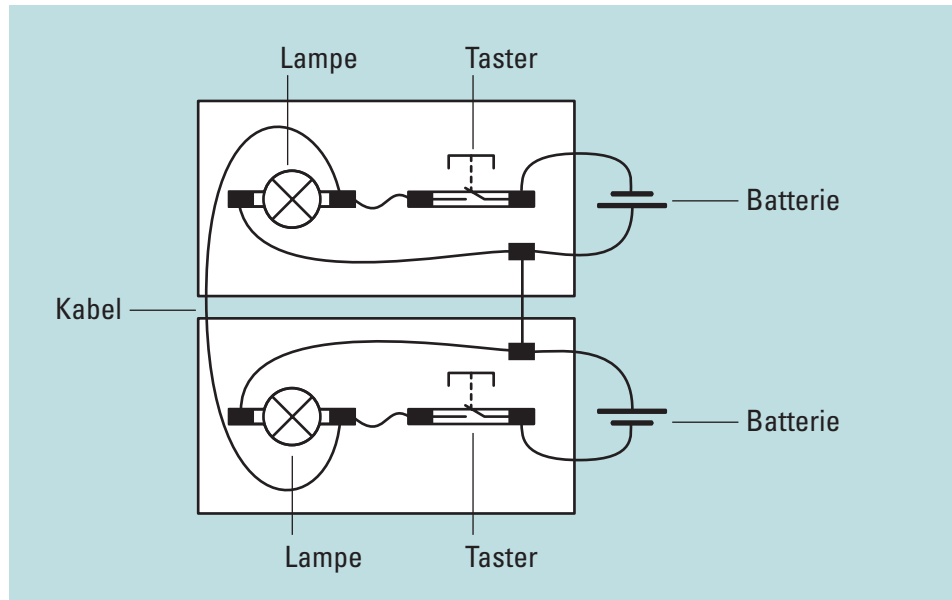


## Bau elektrischer Geräte

### 8. Morseapparat

Durchführung:

Bau des Morseapparates (Fortsetzung)



343

#### Lehrerinformation

Ein Morseapparat sollte als Anschauungsobjekt vorher gebaut werden. Das lange Kabel dient dazu, die Morseapparate über die Bänke hinweg zu verbinden.



## Bau elektrischer Geräte

### 9. Bau eines UKW-Radios

<b>Materialien:</b>	Lötstation mit Lötkolben	Bausatz (siehe Lehrerinformation)
	Lötzinn	Laubsäge
	Zange	Holzplatte
	Pinzette	Farben
	Kleiner Schraubenzieher	Pinsel

<b>Durchführung:</b>	1. Gehäusebau: Säge alle Bauteile mit einer Laubsäge aus einer Holzplatte aus. Bemale die Einzelteile und klebe sie zusammen.
	2. Löten der Platine: Löte alle Kondensatoren, Widerstände, integrierte Schaltungen etc. auf die Platine (analog der Gebrauchsanweisung des Bausatzes).
	3. Fehlersuche und Einstellen des Senderspektrums: Funktioniert das Radio nicht, musst du nach fehlerhaften Lötstellen suchen. Die Suche ist oft zeitaufwendig.
	4. Stelle das Senderspektrum durch Veränderung der Spulenbreite ein.

344

#### Lehrerinformation

Diese Einheit erstreckt sich über ca. 10 Doppelstunden und ist wenig betreuungsintensiv. Der Bau erfordert von den Schülern allerdings Geschicklichkeit und Teamarbeit. Beim Zusammenbau des Radios sollen die Schüler Aufgaben in verschiedenen Teilbereichen erledigen (Gehäusebau, Löten der Platine, Fehlersuche).

Der Radiobausatz kann bei folgender Firma bestellt werden:

OPITEC Handel GmbH  
Sulzdorf / Hohlweg 1  
D-97232 Giebelstadt

Bestellnummer des Radios: 110 682

Einzelpreis: 13.55 Euro (Stand September 2004)

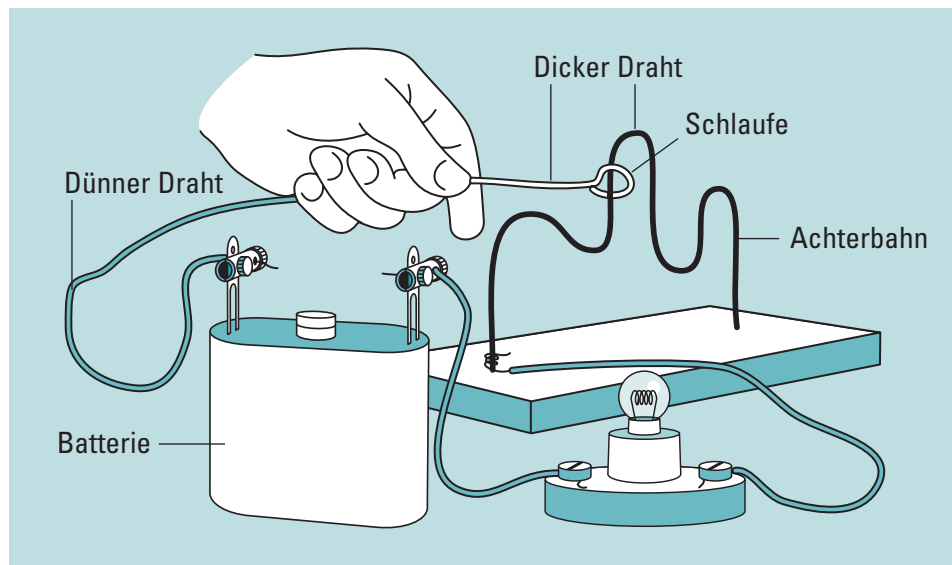


## Spiele

### 10. Zitterachterbahn

<b>Materialien:</b>	Styroporstück, mindestens 15 cm x 15 cm x 4 cm Batterie 4.5 Volt 2 Polklemmen Lämpchen mit Fassung	3 dünne Stücke isolierter Draht 2 dicke Stücke nicht-isolierter Draht, etwa 20 cm und 50 cm lang (z. B. aus einem Drahtkleiderbügel oder aus einem dicken Stromkabel)
---------------------	--	---

#### Versuchsaufbau:



345

- Durchführung:**
1. Biege aus einem Stück dicken Drahtes (ca. 50 cm) eine Achterbahn (siehe Abbildung).
  2. Stecke die Enden dieser Achterbahn in das Styroporstück.
  3. Biege das zweite Stück des dicken Drahtes (20 cm) an einem Ende zu einer Schleife und verbinde diese mit der Achterbahn. Verbinde das andere Ende des Drahtes mit dem dünnen, isolierten Draht.
  4. Befestige den dünnen Draht mit einer Polklemme am Pol der Batterie.
  5. Schalte das Lämpchen zwischen die Batterie und deine Achterbahn.
  6. Versuche, die Achterbahn möglichst schnell zu durchfahren, indem du die Schleife bewegst.

**Auswertung:** Kannst du die Bahn durchfahren, ohne das Lämpchen aufleuchten zu lassen? Erfinde verschiedene Regeln und spiele mit deinen Mitschülern: Wenn deine Mitspieler zittern und die Lampe aufleuchtet, gibt das z. B. einen Minuspunkt. Du kannst auch die Zeit beim Durchfahren der Achterbahn stoppen.



## Spiele

### 11. UND- Schaltung

**Materialien:**

- |                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| Atlas                | Batterie               |
| 8 Schalter           | Drähte                 |
| Lämpchen mit Fassung | Papier zum Beschriften |

**Durchführung:**

**Vorbereitung**

1. Suche im Atlas vier unbekannte Nebenflüsse von deutschen Flüssen. Sie sollen in verschiedenen Bundesländern fließen.
2. Entwickle ein elektronisches Frage- und Antwortspiel, aus dem hervorgeht, welcher Nebenfluss in welchem Bundesland fließt.

**Elektronik**

1. Beschrifte die Schalter der linken Spalte mit den Nebenflüssen und die der rechten Spalte mit den Bundesländern in unterschiedlicher Reihenfolge.
2. Stelle deinem Partner nun eine Frage. Beispiel: „In welchem Bundesland fließt die Alsenz?“ Verbinde dabei das Fragekabel mit dem Schalter Alsenz.
3. Ergänze den Stromkreis, ohne dass es dein Partner sieht. Verdecke die Verbindung mit einem Blatt Papier.
4. Dein Partner sucht nun mit dem Antwortkabel unter den Bundesländern nach der richtigen Antwort.

**Auswertung:**

Das Lämpchen leuchtet nur, wenn der richtige Antwortschalter angeschlossen wurde.  
Denke dir andere Frage- und Antwortspiele aus.

346

**Lehrerinformation**

Der Aufbau der Schaltung sieht folgendermaßen aus:

