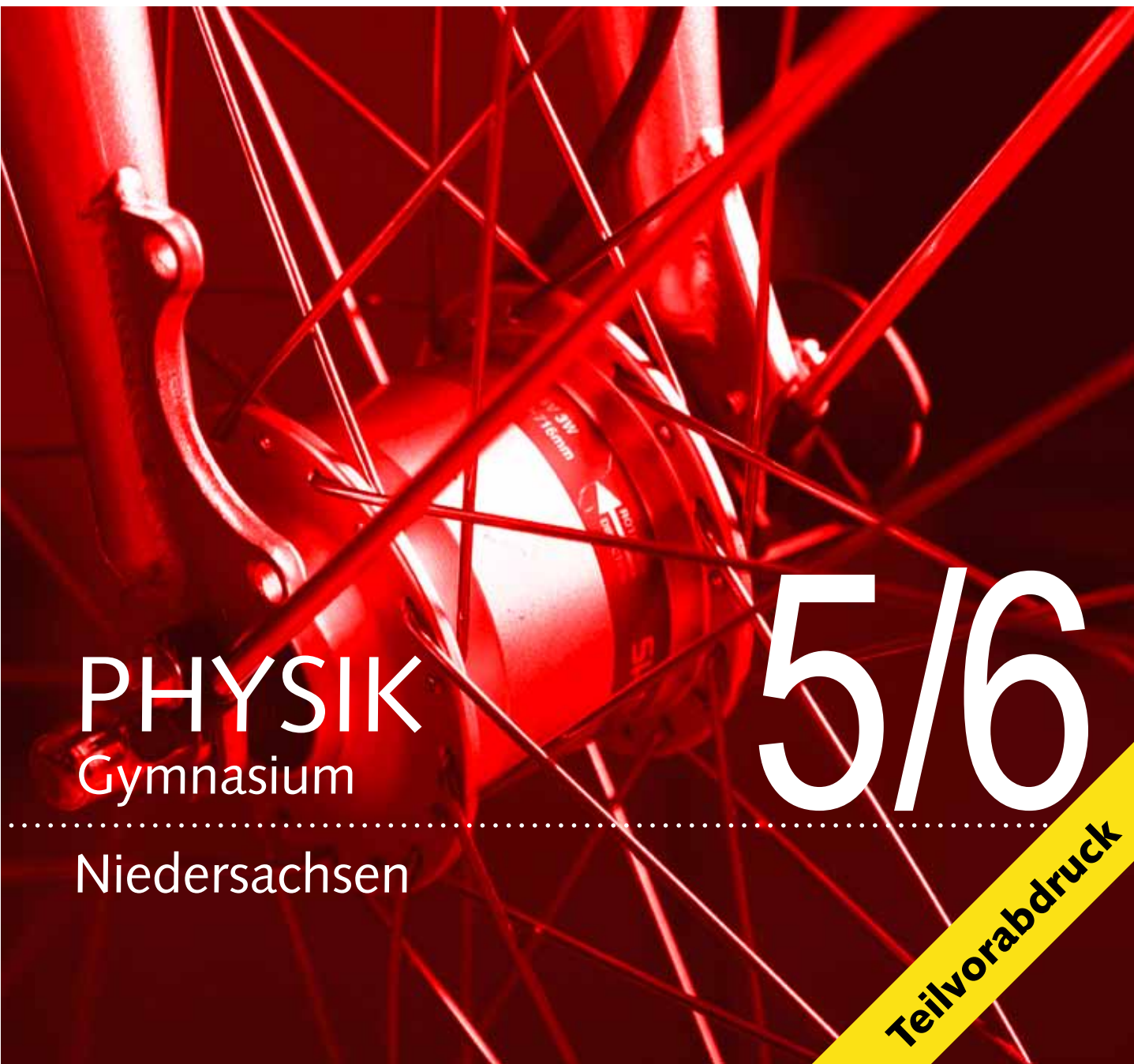


# DORN • BADER



PHYSIK  
Gymnasium

Niedersachsen

5/6

Teilvorabdruck





# **PHYSIK 5/6**

**Gymnasium  
Niedersachsen**

**Schroedel**

In diesem Werk wurden Teile aus folgenden Titeln übernommen:

978-3-507-86231-9, DORN•BADER Physik Gymnasium 5/6  
herausgegeben von Prof. Dr. Franz Bader, H.-W. Oberholz

978-3-507-86285-2, DORN•BADER Physik Gymnasium 1  
978-3-507-86287-6, DORN•BADER Physik Gymnasium 2  
herausgegeben von Prof. Dr. Franz Bader, H.-W. Oberholz

**Herausgegeben von**

Heinz-Werner Oberholz

**Mitbegründet von**

Prof. Dr. Franz Bader, Prof. Friedrich Dorn †

**Bearbeitet von**

Dietmar Fries

Heinz-Werner Oberholz

Werner Wegner

© 2012 Bildungshaus Schulbuchverlage  
Westermann Schroedel Diesterweg  
Schöningh Winklers GmbH, Braunschweig  
[www.schroedel.de](http://www.schroedel.de)

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Nutzung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlages. Hinweis zu § 52 a UrhG: Weder das Werk noch seine Teile dürfen ohne Einwilligung gescannt und in ein Netzwerk eingestellt werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen. Auf verschiedenen Seiten dieses Buches befinden sich Verweise (Links) auf Internet-Adressen. Haftungshinweis: Trotz sorgfältiger inhaltlicher Kontrolle wird die Haftung für die Inhalte der externen Seiten ausgeschlossen. Für den Inhalt dieser externen Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich. Sollten Sie dabei auf kostenpflichtige, illegale oder anstößige Inhalte treffen, so bedauern wir dies ausdrücklich und bitten Sie, uns umgehend per E-Mail davon in Kenntnis zu setzen, damit beim Nachdruck der Verweis gelöscht wird.

Druck A<sup>1</sup> / Jahr 2012

Alle Drucke der Serie A sind im Unterricht parallel verwendbar.

Redaktion: Dr. Imke Goertz

Herstellung: Udo Sauter

Grafiken: Franz Josef Domke, Maryse Forget, Robert Fontner-Forget,

Liselotte Lüddecke, Bernhard A. Peter, Werner Wildermuth

Umschlaggestaltung: elbe-drei, Hamburg

Typografie, Layout und Satz: Jesse Konzept & Text GmbH, Hannover

Druck und Bindung: westermann druck GmbH, Braunschweig

ISBN 978-3-507-86770-3

|                                                                                                     |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Dein erstes Physikbuch .....                                                                        | 5    |
| <b>Stromkreis</b> .....                                                                             | 6    |
| Offene Aufgaben: Wir experimentieren mit Stromkreisen .....                                         | 8    |
| Einfache Stromkreise .....                                                                          | 9    |
| <i>Methode</i> – Symbole in elektrischen Schaltungen .....                                          | 9    |
| <i>Vertiefung</i> : Die Batterie-Pole sind verschieden .....                                        | 10 ■ |
| <i>Interessantes</i> : Wasserkreislauf – Modellvorstellung<br>für den elektrischen Stromkreis ..... | 11 ■ |
| Leiter und Nichtleiter .....                                                                        | 12   |
| <i>Physik und Technik</i> : Schalter und Kabel .....                                                | 12 ■ |
| Sicherer Umgang mit Elektrizität .....                                                              | 14   |
| <i>Physik und Medizin</i> : EEG und EKG .....                                                       | 14 ■ |
| <i>Kompetenz</i> – Versuchsprotokoll anfertigen .....                                               | 15   |
| <i>Projekt</i> : Eine kriminaltechnische Untersuchung .....                                         | 16 ■ |
| <i>Projekt</i> : Wie feucht ist Blumenerde? .....                                                   | 17 ■ |
| <i>Kompetenz</i> – Messgerät benutzen .....                                                         | 17 ■ |
| <i>Kompetenz</i> – Physik anwenden .....                                                            | 17   |
| Reihen- und Parallelschaltung .....                                                                 | 18   |
| Lampenschaltung beim Fahrrad .....                                                                  | 20   |
| <i>Physik und Technik</i> : Ist die Fahrradbeleuchtung in Ordnung? ...                              | 21 ■ |
| Verschiedene Stromkreise im Einsatz .....                                                           | 22   |
| <i>Methode</i> – Lernen an Stationen und fachtypische Darstellung ...                               | 24 ■ |
| <i>Interessantes</i> : Reihen- und Parallelschaltung zu Hause .....                                 | 25 ■ |
| <i>Projekt</i> : Elektroinstallation im Modellhaus .....                                            | 25 ■ |
| Offene Aufgaben: Elektrische Geräte im Haushalt .....                                               | 26   |
| Von Heizdraht, Glühwendel und Sicherung .....                                                       | 27   |
| <i>Physik und Technik</i> : Heizdraht-Stromstärke-Messgerät .....                                   | 27 ■ |
| <i>Physik und Technik</i> : Sicherungsautomat .....                                                 | 29 ■ |
| <i>Interessantes</i> : Glühwendel .....                                                             | 30 ■ |
| <i>Projekt</i> : Der Styroporschneider .....                                                        | 31 ■ |
| Auf die richtige Spannung kommt es an .....                                                         | 32   |
| <i>Physik und Unfallverhütung</i> : Gefahren durch<br>elektrischen Strom .....                      | 34 ■ |
| <i>Physik und Technik</i> : Von der Glühlampe zur Leuchtdiode .....                                 | 35 ■ |
| <i>Vertiefung</i> : Energie in der Physik .....                                                     | 36 ■ |
| <i>Zusammenfassung</i> :                                                                            |      |
| Das ist wichtig/Das schafft Überblick .....                                                         | 38   |
| Das kannst du schon .....                                                                           | 39   |
| Kennst du dich aus? .....                                                                           | 40   |
| <i>Projekt</i> : Standlicht mit Energiespeicher .....                                               | 41 ■ |
| <b>Magnete</b> .....                                                                                | 42   |
| Offene Aufgaben: Magnete im Alltag .....                                                            | 44   |
| Eigenschaften von Magneten .....                                                                    | 45   |
| <i>Projekt</i> : Abschirmung gegen magnetische Wirkung .....                                        | 45 ■ |
| Elementarmagnete – ein hilfreiches Modell .....                                                     | 48   |
| Magnetisieren und Entmagnetisieren .....                                                            | 50   |
| Die Erde – ein Magnet .....                                                                         | 52   |
| <i>Interessantes</i> : Karte, Kompass, GPS .....                                                    | 54 ■ |
| Elektromagnete – Magnete zum Abschalten .....                                                       | 56   |

Die mit „■“ gekennzeichneten Seiten beinhalten ergänzende Vertiefungen, Themen und Projekte für zusätzliche Physikstunden.

## Stromkreis



## Magnete



|                                                                            |       |
|----------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Kompetenz</b> – das Modell der Elementarmagnete anwenden . . . .        | 57    |
| <b>Methode</b> – Arbeitsteilig experimentieren . . . . .                   | 58 ■  |
| <b>Projekt:</b> Magnetschalter kontrollieren den Wasserstand . . . . .     | 59 ■  |
| <b>Interessantes:</b> Elektromagnete melden Besuch oder Gefahr . . . .     | 60 ■  |
| <b>Interessantes:</b> Die Magnetschwebbahn . . . . .                       | 61 ■  |
| <br><i>Zusammenfassung:</i>                                                |       |
| Das ist wichtig . . . . .                                                  | 62    |
| Das kannst du schon . . . . .                                              | 63    |
| Kennst du dich aus? . . . . .                                              | 64    |
| <br><b>Optik</b> . . . . .                                                 |       |
| <i>Offene Aufgaben:</i> Wir sehen mit den Augen . . . . .                  | 66    |
| Lichtquellen und Lichtempfänger . . . . .                                  | 68    |
| Beleuchtete Gegenstände . . . . .                                          | 69    |
| <b>Kompetenz</b> – Physik hilft bewerten . . . . .                         | 72    |
| <b>Projekt:</b> Wir bauen einen Reaktionstester . . . . .                  | 72 ■  |
| <b>Vertiefung:</b> Messung der Beleuchtungsstärke . . . . .                | 73 ■  |
| <b>Forscherwerkstatt:</b> Wie hell sind Lampen? . . . . .                  | 74 ■  |
| <b>Kompetenz</b> – Diagramme lesen . . . . .                               | 75 ■  |
| <i>Offene Aufgaben:</i> Wo viel Licht ist, da ist auch viel Schatten . . . | 76    |
| Beleuchtete Himmelskörper . . . . .                                        | 77    |
| <b>Forscherwerkstatt:</b> Beleuchtete Planeten . . . . .                   | 79 ■  |
| <b>Kompetenz</b> – Denken in Modellen . . . . .                            | 79    |
| Licht und Schatten . . . . .                                               | 80    |
| <b>Projekt:</b> Himmelsrichtung ohne Kompass . . . . .                     | 83 ■  |
| <b>Projekt:</b> Bau einer Sonnenuhr . . . . .                              | 83 ■  |
| Spiegelbilder . . . . .                                                    | 84    |
| Das Reflexionsgesetz . . . . .                                             | 86    |
| <b>Kompetenz</b> – Experimente planen . . . . .                            | 86    |
| <b>Vertiefung:</b> Der Reflektor . . . . .                                 | 87 ■  |
| Die Lochkamera . . . . .                                                   | 88    |
| <b>Projekt:</b> Bau einer verbesserten Lochkamera . . . . .                | 89 ■  |
| Linsen erzeugen Bilder . . . . .                                           | 90    |
| Das Auge . . . . .                                                         | 94    |
| <b>Interessantes:</b> Das Sehen . . . . .                                  | 96 ■  |
| Lichtbrechung . . . . .                                                    | 98    |
| <b>Methode</b> – Von der Messung zum Diagramm . . . . .                    | 100 ■ |
| <b>Interessantes:</b> Mehrfachbrechung . . . . .                           | 101 ■ |
| <b>Interessantes:</b> Reflexion und Brechung . . . . .                     | 102 ■ |
| <i>Offene Aufgaben:</i> Die Welt der Farben . . . . .                      | 104   |
| Jetzt wird's bunt . . . . .                                                | 105   |
| <b>Forscherwerkstatt:</b> Die Spektren farbiger Lampen . . . . .           | 107 ■ |
| <b>Interessantes:</b> Farbige Lichter . . . . .                            | 108 ■ |
| <b>Interessantes:</b> Der Regenbogen . . . . .                             | 109 ■ |
| <b>Vertiefung:</b> Licht ist Energie . . . . .                             | 110 ■ |
| <b>Vertiefung:</b> Energie im Alltag . . . . .                             | 112 ■ |
| <br><i>Zusammenfassung:</i>                                                |       |
| Das ist wichtig/Das schafft Überblick . . . . .                            | 114   |
| Das kannst du schon . . . . .                                              | 115   |
| Kennst du dich aus? . . . . .                                              | 116   |
| <br>Anhang . . . . .                                                       |       |
| Stichwortverzeichnis . . . . .                                             | 118   |
| Bildquellenverzeichnis . . . . .                                           | 122   |

## Optik



## Das kannst du in diesem Kapitel erreichen:

- Du wirst elektrische Stromkreise mithilfe von Schaltskizzen darstellen und ihre Bedeutung im Alltag entdecken.
- Du wirst mit verschiedenartigen Schaltungen experimentieren und Beispiele für ihre Nutzung im Alltag kennen.
- Du wirst in Experimenten herausfinden, welche Materialien Elektrizität leiten und welche sie nicht leiten.
- Du wirst elektrische Quellen anhand ihrer Spannung unterscheiden und bei der Benutzung elektrischer Geräte auf die richtige Spannung achten.
- Du wirst sicher mit Elektrizität umgehen können, da du lernst, worauf man achten muss.



# Wir experimentieren mit Stromkreisen



Der elektrische Strom hat die Welt verändert. Um die vielen Geräte und Schaltungen zu verstehen, müssen wir uns mit ihnen vertraut machen. Das geht am besten durch eigenes Erforschen ungefährlicher Stromkreise.



**A1** Schaue dir das Innenleben der Taschenlampe genau an. Überlege dann, wie der Schiebschalter im blauen Kopf die Lampe anschaltet.



**A2** An diesem aufgeschnittenen Kabel siehst du verschiedene Stoffe. Zähle sie auf und erkundige dich, welchen Zweck sie jeweils haben.



An der elektrischen Anlage zu Hause darfst du nie basteln, da an den Leitungen eine gefährlich hohe Spannung von 230 Volt herrscht.

**A3**

## Isolationsschaden als Brandursache

(gm). Die Brandursache eines Großfeuers in Drochtersen am 9. Dezember, bei der eine Obstlagerhalle ausbrannte und ein Sachschaden in Höhe von 500 000 Euro entstand, ist geklärt: Nach Auskunft der Polizei hat ein Isolationsschaden an einer elektrischen Leitung das Feuer verursacht.

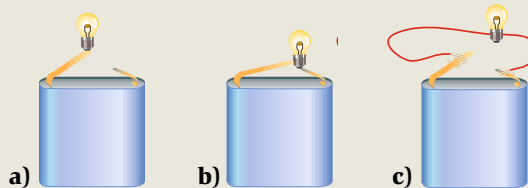


Julia findet diese defekte Leitung. Sage ihr, was sie tun sollte.

**A6** Alina baut mit Timo Lampen auseinander → Bild oben und findet dabei einzelne Bauteile. Macht es ihnen nach. Schreibe auf, welche Bauteile für das Funktionieren der Lampe wichtig sind, welche die Lampe lediglich zusammenhalten und welche ganz weggelassen werden könnten.

**A7** Malte prüft eine Reihe von Lämpchen mit einer 4,5-Volt-Batterie. Manche Lampen leuchten, andere blitzen nur kurz auf. Er grübelt, was er falsch gemacht hat. Kannst du ihm helfen?

**A4** In welchem Fall leuchtet das Lämpchen?



**A5** Hier siehst du Materialien für die Beleuchtung eines Puppenhauses. Sortiere aus, was du nicht gebrauchen kannst. Begründe deine Wahl.



## 1. Wann leuchtet eine Glühlampe?

Versucht eine Glühlampe nur mit der Flachbatterie zum Leuchten zu bringen. Sicher findet ihr nach einigem Probieren heraus, wie ihr die Lampe an die Blechstreifen halten müsst: Die Glühlampe leuchtet nur, wenn sowohl das Gewinde als auch der Fußkontakt (Lötunkt am Fuß) jeweils einen Blechstreifen der Batterie berühren → **B1**.

Das Gewinde und der Fußkontakt sind die zwei Anschlussstellen der kleinen Glühlampe. Auch die Flachbatterie hat zwei Anschlussstellen, nämlich die beiden Blechstreifen. Bei der Batterie nennt man diese Anschlussstellen Pole. Der kurze Streifen heißt Pluspol (+), der lange Minuspol (-). Auch jede andere Batterie hat zwei Pole. Nun kommt es fast nie vor, dass eine Lampe direkt an die Batterie angeschlossen werden soll. Beim Auto etwa muss man die Anschlüsse „verlängern“, um bis zum Rücklicht zu gelangen.

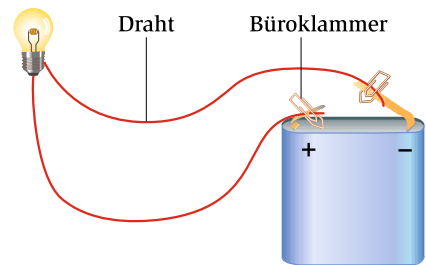
Dies möchten wir nachahmen: Bevor wir wieder eine Glühlampe zum Leuchten bringen, verlängern wir jeden Blechstreifen der Batterie mit einem Draht. Büroklammern oder Krokodilklemmen halten die Drahtenden an den Polen der Batterie fest. Jeweils das andere Drahtende halten wir an einen Anschluss der Lampe: Wieder leuchtet sie → **B2**. Man nennt die Drähte Zuleitungen oder auch nur Leitungen.

Damit in einer Taschenlampe das Lämpchen fest sitzt, wird es in eine Lampenfassung geschraubt. Diese hat zwei Klemmschrauben, die mit dem Kontaktplättchen bzw. dem Gewinde verbunden sind → **B3**.

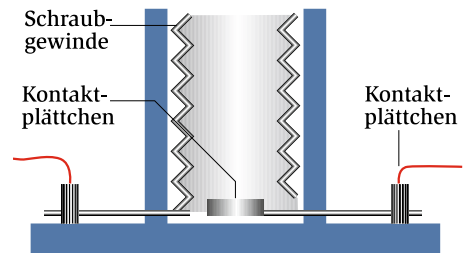
Wir befestigen die beiden von der Batterie kommenden Leitungen an den Klemmschrauben: Wieder leuchtet die Lampe.



**B1** Der einfachste geschlossene Stromkreis



**B2** Die Anschlüsse der Batterie sind mit Drähten verlängert worden.



**B3** Aufbau einer Lampenfassung

### Methode – Symbole in elektrischen Schaltungen

Elektrische Schaltungen lassen sich gar nicht so einfach zeichnen, die Bauteile sind oft kompliziert.

Will man ein gelungene Schaltung in einem Protokoll festhalten oder einer anderen Person aufzeichnen, wählt man deshalb Symbole aus wenigen einfachen Strichen.

Für jede Person, die eine Schaltung nachbauen will, muss die Information eindeutig sein.



Symbol für ...

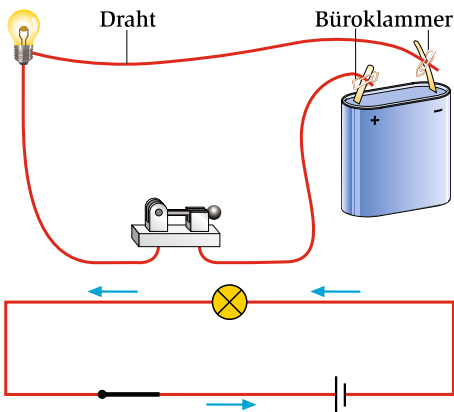
... eine einfache Leitung

... verbundene Leitung

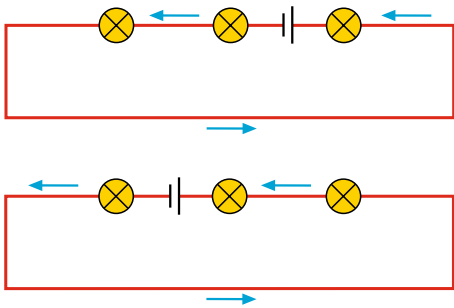
... eine Batterie

... eine Glühlampe

... einen Schalter



**B1** Einfacher Stromkreis mit Schalter



**V1** Drei Glühlampen bilden eine Mini-Lichterkette. Egal wie die Batterie angeschlossen wird: Die Lampen leuchten gleich hell.

### Vertiefung

#### Die Batteriepole sind verschieden

Jede Batterie hat zwei Pole, einen Pluspol und einen Minuspol. Timo fragt sich, ob das etwas zu bedeuten hat. Er nimmt eine Batterie, eine Glühlampe und zusätzlich einen kleinen Elektromotor. Dann baut er alle Teile in einem Kreis zusammen.

Die Glühlampe leuchtet und der Motor lässt den Propeller sausen. Wie der Uhrzeiger läuft er rechts herum. Und wenn man nun die Pole der Batterie vertauscht? Timo probiert es. Alina hat es schon geahnt: „Bestimmt läuft der Motor jetzt anders herum.“ Es stimmt. Beide schreiben ins Protokoll: *Für manche Geräte ist es wichtig, wie die Pole der Batterie angeschlossen werden. Bei der Glühlampe ist es gleichgültig.*

## 2. Im geschlossenen Stromkreis fließt Elektrizität

Wir wissen nun, wie man eine Glühlampe zum Leuchten bringen kann. Leuchtet die Lampe, so sagen wir: *Elektrizität fließt durch die Lampe.*

Für den Weg der **Elektrizität** finden wir bei allen bisherigen Versuchen: Er führt von der Batterie durch eine Leitung (Blechstreifen, Drahtstück) zur Glühlampe, dann weiter durch eine Leitung zurück zur Batterie. Dabei leiten die Drähte und Blechstreifen im elektrischen Stromkreis die Elektrizität auf einem vorgegebenen Weg. Dieser Weg ist geschlossen wie ein Kreis – ein **elektrischer Stromkreis** (→ **B1**).

Das Wasser in der Weser fließt zur Nordsee, es bildet einen Wasser-Strom. Die Elektrizität bildet einen elektrischen Strom. *Elektrizität fließt im elektrischen Stromkreis.*

Alina erinnert dies an den Wasserkreislauf in der Heizung: Wenn Wasser durch eine Leitung fließt, sagt man ja auch, „das Wasser strömt“. Die Elektrizität allerdings können wir nicht sehen. Sie fließt auch nicht aus dem Draht, wenn wir ihn durchschneiden.

Mit dem Schalter in → **B1** können wir den Stromkreis unterbrechen, die Lampe erlischt.

#### Merksatz

Elektrizität fließt nur in einem geschlossenen Kreis. Ein Glühlämpchen zeigt dies durch sein Leuchten an.

## 3. Die Batterie liefert nur den Antrieb

„Nichts fließt ohne Antrieb!“ sagt Timo. „Wenn wir uns vorstellen, dass in einem geschlossenen Stromkreis Elektrizität fließt, dann müssen wir auch über den Antrieb nachdenken.“ „Dazu dient die Batterie.“ erwidert Alina. „Ohne die Batterie leuchtet kein Glühlämpchen.“

Mit → **V1** kann sie Timo überzeugen. Wie in einer Lichterkette am Weihnachtsbaum leuchten drei gleiche Glühlämpchen gleich hell – egal an welcher Stelle des Stromkreises die Batterie eingebaut wird. Sie treibt von dort aus den gesamten Kreislauf der Elektrizität an. Überall im Stromkreis ist der elektrische Strom gleich stark. Genau soviel Elektrizität, wie an einem Kontakt in ein Lämpchen hineinfließt, fließt gleichzeitig aus dem anderen wieder hinaus – und fließt weiter in das nächste Lämpchen.

#### Merksatz

Im Stromkreis liefert die Batterie den Antrieb. Überall im Stromkreis ist der elektrische Strom gleich stark. Elektrizität wird in der Glühlampe nicht verbraucht und auch nicht in der Batterie erzeugt.

## Interessantes

## Wasserkreislauf – Modellvorstellung für den elektrischen Stromkreis

Wenn wir von Stromkreis, fließender Elektrizität und deren Antrieb reden, liegt der Vergleich mit einem Wasserkreislauf nahe. Anders als beim Stromkreis können wir dort *beobachten*, worüber wir reden.

Unter dem Bild sind fünf Sätze über den Wasserkreislauf aufgeschrieben. Jeder von Ihnen beschreibt Beobachtungen oder erklärt Zusammenhänge. Jeden dieser Sätze kann man versuchsweise auf den elektrischen Stromkreis übertragen.

Wenn Alina für den Stromkreis ähnliche Zusammenhänge *vermutet*, dann macht sie sich eine Vorstellung davon, wie die Vorgänge im Stromkreis sein könnten – obwohl sie das Fließen von Elektrizität nicht beobachten kann.

Aber: Alina kann die **Modellvorstellung** benutzen, um weitere Beobachtungen bei Experimenten mit dem elektrischen Stromkreis zu verstehen. So findet sie Antworten auf zwei wichtige Fragen:

1. Warum leuchtet die Lampe beim Einschalten sofort? Warum braucht die Elektrizität nicht Zeit, bis sie die Lampe erreicht?

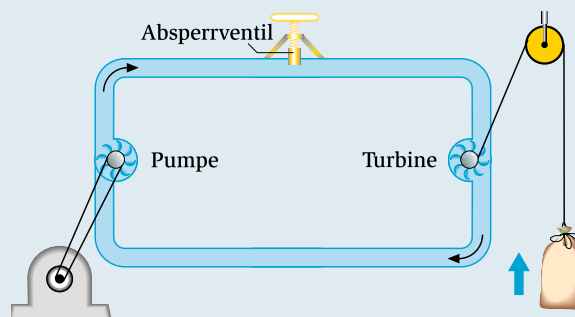
Es liegt am Kreislauf der Elektrizität. Der Schalter hindert sie zu fließen, aber sie ist immer in der Leitung, ähnlich wie das Wasser im Wasserkreislauf.

2. Warum leuchtet die Lampe nicht ohne Batterie? Wenn die Elektrizität schon überall in den Drähten ist, warum braucht dann die Lampe zum Leuchten eine Batterie?

Es liegt daran, dass die Batterie nicht die Elektrizität für den Stromkreis liefert, sondern die Elektrizität im Stromkreis antreibt – so wie die Pumpe im Wasserkreislauf das Wasser.

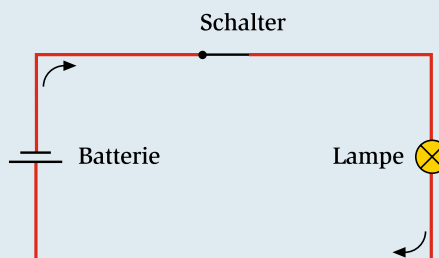
Das Strömen von Wasser in einem Rohrsystem ist eine Modellvorstellung vom Strömen der Elektrizität in den Leitungen. Wir machen uns damit ein Bild von der Wirklichkeit. Bild und Wirklichkeit dürfen wir aber nicht verwechseln.

Ein Unterschied zwischen den Kreisläufen fällt dir sicher auf: Wasser muss zu Beginn erst in das Rohrsystem eingefüllt werden; Elektrizität dagegen ist immer schon in den Drähten.



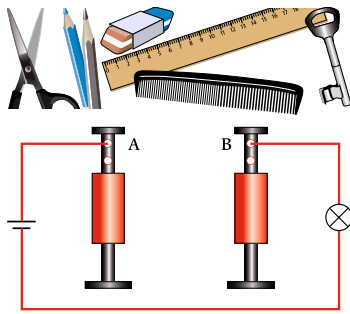
## Wasserkreislauf

1. Die Leitungen sind Rohre. In ihnen befindet sich Wasser. Dies muss vorher eingefüllt werden.
2. Zum Fließen und Antreiben des Turbinenrades braucht das Wasser einen Antrieb. Die Wasserpumpe liefert ihn.
3. Die Umdrehung des Turbinenrades zeigt uns einen Wasserstrom an.
4. Durch Drehen des Absperrventils wird der Wasserfluss immer mehr unterbunden.
5. Das Turbinenrad mit der angehängten Last setzt dem fließenden Wasser einen Widerstand entgegen.



## Elektrischer Stromkreis

1. Die Leitungen sind Drähte. In ihnen befindet sich Elektrizität. Diese ist immer schon drin.
2. Zum Fließen und zum Betreiben der Glühlampe braucht die Elektrizität einen Antrieb. Die Batterie liefert ihn.
3. Das Leuchten der Glühlampe zeigt uns elektrischen Strom an.
4. Der Schalter unterbricht schlagartig den elektrischen Strom.
5. Der dünne Lampendraht setzt der fließenden Elektrizität einen Widerstand entgegen.



**V1** Nacheinander werden verschiedene Gegenstände so zwischen A und B gehalten, dass die Leitungen bei A und B den Gegenstand berühren. Wenn die Lampe leuchtet, ist der Stoff, aus dem der Gegenstand ist, ein Leiter. Das Ergebnis ist in **T1** zusammengefasst:

| Leiter    | Isolator  |
|-----------|-----------|
| Kohle     | Glas      |
| Kupfer    | Holz      |
| Aluminium | Papier    |
| Chrom     | Plastik   |
| Messing   | Gummi     |
| Silber    | Wolle     |
| Eisen     | Bernstein |
|           | Luft      |

**T1** Einige Leiter und Isolatoren

**Wir haben unsere Versuche nur mit einer Batterie durchgeführt. Das hat Spaß gemacht. Aber: Verwende bei deinen Versuchen niemals die Steckdose; es besteht sonst Lebensgefahr!**

## 1. Leitet jede Art von Materie?

Daniel und Sofia haben das kleine Experiment in **→ V1** gemacht: „Nimm doch mal eine Metallschere, auch sie leitet Elektrizität“. Sofia schlägt vor, noch weitere Gegenstände zu testen: Lineal, Kamm, Bleistift, Radiergummi, Schlüssel usw. Wenn die Lampe leuchtet, zeigt sie uns, dass der untersuchte Gegenstand leitet **→ V1**. Überbrückt Daniel die Lücke A–B mit Gegenständen aus Metall, so leuchtet die Lampe; ist die Lücke mit Glas oder Kunststoff überbrückt, so bleibt die Lampe dunkel. Es kommt also nicht darauf an, wie ein Gegenstand geformt ist oder zu welchem Zweck er benutzt wird – der Stoff, aus dem er besteht, entscheidet.

Stoffe, die Elektrizität leiten, nennt man **Leiter**. Nichtleiter, wie z. B. Kunststoff, heißen **Isolatoren**. Sofia und Daniel notieren alle getesteten Materialien im Versuchsprotokoll.

### Merksatz

Metalle und Kohle sind Leiter.

Luft, Glas, Porzellan und Kunststoffe sind Isolatoren.

## 2. Der Trick beim Schalter

Sofia überlegt: „Wenn sonst ‚nichts‘ unsere Teststrecke überbrückt, ist immer noch Luft dazwischen.“ Die Lampe leuchtet in dem Fall aber nicht, also ist auch Luft ein Nichtleiter. Nun bringt Daniel die Drähte in **→ V1** direkt zusammen: Schon leuchtet die Lampe. Sie erlischt sofort wieder, wenn er die Kontakte trennt. Sofia und Daniel haben gemeinsam den Schalter „erfunden“ **→ Physik und Technik**.

### Merksatz

Mit Schaltern kann man Stromkreise unterbrechen.

Sie nutzen aus, dass Luft ein Isolator ist.

## Physik und Technik

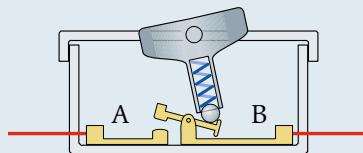
### Schalter und Kabel

Materialien aus unterschiedlichen Stoffen fühlen sich verschieden an und sehen auch verschieden aus. Auf dieser Seite haben wir erkannt, dass auch ihre elektrischen Eigenschaften unterschiedlich sein können. Manche Stoffe leiten die Elektrizität, andere lassen keinen elektrischen Strom zu, sie sind Nichtleiter. Eine wesentliche Erkenntnis war: Alle Metalle sind Leiter, gleichgültig ob weich wie Gold oder hart wie Stahl. Das macht sie zu etwas Besonderem auch für die Technik. In allen elektrischen Kabeln be-

findet sich ein Draht oder ein Bündel dünner Drähte. Meist sind sie aus Kupfer, einem häufig verwendeten

Leiter. Die äußere Hülle der Kabel besteht aus isolierendem Kunststoff. Das verhindert direkten Kontakt zwischen den Kabeln und schützt uns vor Berühren der Drähte. Wie bei Kabeln ist es auch bei Schaltern: Das Gehäuse und die meisten inneren

Bestandteile sind aus Kunststoff (bei alten Schaltern aus Porzellan). Nur die Anschlüsse und das bewegliche Teil, das den Stromkreis schließen soll, sind aus Metall.





**B1** Messgeräte für die Stärke des Stroms



**B2** Gewitter über dem Meer

### 3. Wasser – Leiter oder Isolator?

In Bädern oder anderen Feuchträumen soll man sich vor den Gefahren der Elektrizität besonders schützen. Bei einem heraufziehenden Gewitter → **B2** soll man das Meer schnellstens verlassen. Leitet denn auch Wasser Elektrizität?

In → **V1** sieht es zunächst nicht so aus. Geben wir aber etwas Salz zum Wasser hinzu, ändert sich dies. Unser Experiment weist Wasser aber nicht einfach als Leiter oder Nichtleiter aus (Lampe leuchtet oder leuchtet nicht). Es zeigt Zwischenstufen: Wasser leitet schlecht, wenn nur wenig Salz gelöst ist (die Lampe leuchtet schwach); eine kräftige Salzlösung dagegen leitet gut (die Lampe leuchtet hell).

### 4. Schwacher Strom – schlechter Leiter

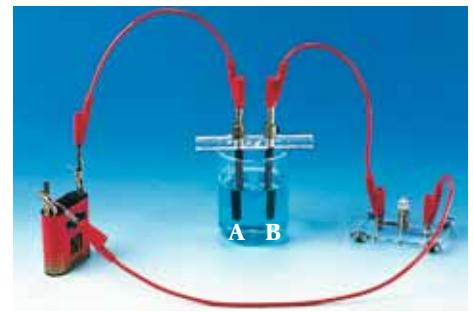
Vielleicht leitet sauberes Leitungswasser auch, aber so schlecht, dass die Glühlampe gerade noch nicht leuchtet! Um das zu prüfen, nehmen wir ein Anzeigegerät, das empfindlicher ist als unsere Lampe. Fließt Elektrizität durch ein derartiges Gerät, dann schlägt sein Zeiger aus. Je weiter der Zeiger ausschlägt, desto stärker strömt die Elektrizität.

→ **V2** bestätigt unsere Vermutung. Leitungswasser leitet Elektrizität schlecht, sie fließt nur schwach. Wir sprechen dann in der Physik von einer kleinen elektrischen Stromstärke. Das verwendete Messgerät ist also ein Stromstärke-Messgerät wie in → **B1**. Je mehr Salz wir dem Wasser zugeben, desto größer wird die Stromstärke. Daraus können wir schließen, dass die Flüssigkeit umso besser leitet, je mehr Salz in ihr gelöst ist.

Nur reines Wasser leitet Elektrizität praktisch nicht, unser Messgerät zeigt nichts an.

#### Merksatz

Reines Wasser ist ein schlechter Leiter. Salzwasser leitet Elektrizität umso besser, je mehr Salz gelöst ist.



**V1** In dem Trog liegt die Teststrecke A-B zwischen zwei Kohlestäben. Fülle nun zunächst sauberes Leitungswasser in den Trog: Die Glühlampe leuchtet nicht. Löst du aber Kochsalz gut im Wasser auf, so leuchtet sie – und dies umso heller, je mehr Salz gelöst ist.



**V2** Wir bauen zusätzlich in Reihe zur Lampe ein Stromstärke-Messgerät ein und wiederholen den Versuch → **V1**. Ergebnis: Schon bei Leitungswasser schlägt der Zeiger etwas aus und zeigt damit Strom an. Die Glühlampe leuchtet aber noch nicht. Erst wenn wir Salz zufügen, fängt sie an zu leuchten. Je heller sie leuchtet, desto größer ist der Zeigerausschlag.

Auch bei anderen sauren Flüssigkeiten entsteht Strom: Gurkenwasser, Zitronensaft, Cola usw.



**B1** Die Klasse steht mit einer Batterie im Kreis, alle fassen sich an den Händen, es fließt Elektrizität.

### Physik und Medizin

#### EEG und EKG



Unser Nervensystem besteht aus Millionen von Nervenzellen, zwischen denen Signale in Form von winzigen Stromstößen ausgetauscht werden. Diese Stromstöße bringen Informationen von Auge, Ohr oder vom Tastsinn bis in unser Gehirn. Ohne sie könnten wir nicht sehen, nicht hören, nicht fühlen und nicht denken.

Am Kopf lassen sich die elektrischen Signale bei der Aufnahme eines Elektro-Enzephalo-Gramms (EEG) mit einem sehr empfindlichen Messgerät messen und aufzeichnen. Spezielle Haftpunkte sorgen für gute elektrische Verbindung.

Werden die elektrischen Signale gemessen, die beim Herzschlag auftreten, so spricht man von einem Elektro-Kardio-Gramm (EKG). Unregelmäßigkeiten beim Herzschlag bemerkt man so, noch bevor sie lebensgefährliche Folgen haben.

### 1. Auch unser Körper leitet Elektrizität

In **→ B1** stellen sich einige Freiwillige der Klasse im Kreis auf. Mit der Taschenlampenbatterie (nicht mit einem Netzgerät!) und einem empfindlichen Stromstärke-Messgerät wollen sie gefahrlos feststellen, ob unser Körper Elektrizität leitet. Wir sehen, dass die Schülerinnen und Schüler mit der Batterie und dem Messgerät einen geschlossenen Kreis bilden. Der Zeiger schlägt sofort aus. Es ist dabei nicht gleichgültig, wie die Hände umfasst werden. Je kräftiger man zu drückt, desto größer wird die Stromstärke. Sind die Hände gar feucht, wird der Ausschlag noch größer.

Der Zeigerausschlag verschwindet, wenn auch nur eine Hand irgendwo im Kreis losgelassen wird. Elektrizität fließt eben nur im geschlossenen Kreis. Wir leiten Elektrizität, weil unsere Körperflüssigkeit dem Meerwasser ähnelt – und das enthält ja Salz.

#### Merksatz

Der menschliche Körper leitet Elektrizität.

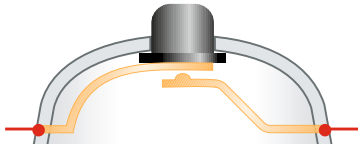
### 2. Warum kann elektrischer Strom gefährlich sein?

Unsere Nervenzellen tauschen von selbst elektrische Signale durch winzige elektrische Ströme aus **→ Physik und Medizin**. Diese wichtigen Vorgänge können durch Elektrizität von außen gestört werden. Die Batterie war ungefährlich. Gefahr für das Leben besteht aber, wenn starke elektrische Ströme entstehen. Dabei sind die Blutgefäße bevorzugte Leiterbahnen. Verläuft der Stromweg z. B. direkt über das Herz, dann führen selbst kurze Stromstöße (schon eine hundertstel Sekunde genügt!) zum Herzstillstand. Wegen der von außen erzwungenen elektrischen Ströme bewegt sich der Herzmuskel nicht mehr regelmäßig, sondern krampft sich zusammen. Die Pumpleistung des Herzens fällt dann praktisch aus. Deshalb darf man nie mit der Elektroinstallation im Haus spielen.

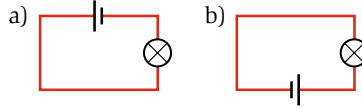
## Mach's selbst

**A1** Zeichne ein Schaltbild für einen einfachen Stromkreis mit Schalter. Zähle die Bauteile auf, erkläre wie sie zusammenwirken.

**A2** Erkläre wie die Elektrizität durch den Klingeltaster fließt. Nenne die Bauteile, die aus Metall und die, die aus isolierendem Kunststoff sein müssen.

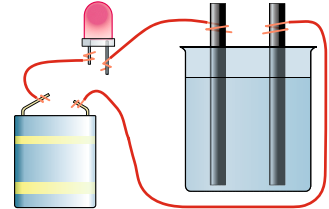


**A3** Entscheide und begründe, ob eine der beiden gleichen Lampen in den Stromkreisen a) und b) heller leuchtet.



**A4** Heimversuch: Leihe dir von deiner Schule eine Leuchtdiode (LED), etwas Schaltdraht und zwei Kohlestäbe aus. Führe dann zu Hause den abgebildeten Versuch durch.

Nimm zunächst nur Leitungswasser und beobachte die LED. Gib dann eine Prise Salz hinzu, rühre gut um und beobachte wieder. Gib schrittweise weitere Salzportionen zu. Notiere die Versuchsergebnisse in einem Protokoll.



## Kompetenz – Versuchsprotokoll anfertigen

Jemand, der deinen Versuch nicht selbst durchgeführt hat, muss nach dem Studieren deines Protokolls genau wissen, warum, wie und mit welchem Ergebnis du das Experiment durchgeführt hast. So macht man es in der Wissenschaft, genauso lernst du es im Unterricht. Weil dies wichtig ist, wiederholen wir die einzelnen Schritte der Anfertigung noch einmal – hier mit dem Versuch zu „Ist Wasser elektrisch leitend?“.

## Typische Bausteine eines Protokolls

## 1. Ziel des Versuchs

Warum machen wir eigentlich das Experiment? Wollen wir eine Vermutung überprüfen, oder wollen wir etwas Neues herausfinden?

## 2. Benötigtes Material

Welche einzelnen Bauteile müssen wir bereitlegen, um daraus den gewünschten Versuchsaufbau herzustellen?

## 3. Versuchsaufbau

Wie werden die einzelnen Teile zusammengefügt, welche geschickte Möglichkeit wählt man? Manchmal genügt eine Skizze.

## 4. Versuchsdurchführung

Hier werden die einzelnen Schritte bei der Durchführung des Experiments so genau geschildert, dass jede Person den Versuch danach selbst ohne weitere Anleitung ausführen könnte.

## 5. Beobachtung/Messwerte

Hier schreibt man auf, was man beim Ablauf des Versuchs beobachtet – und dies möglichst lückenlos. Einzelergebnisse werden übersichtlich notiert.

## 6. Auswertung/Deutung

Hier kann ein Diagramm sinnvoll sein oder eine Übersichtstabelle mit einer kurzen Erklärung. Vielleicht kann man aber das Ergebnis auch bereits erklären mit dem, was man schon gelernt hat.

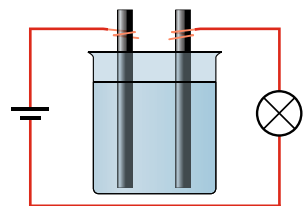
## Kurzfassung eines Versuchsprotokolls

1. Wir möchten erfahren, warum immer wieder vorelektrischen Geräten im Bad gewarnt wird. Ist Wasser ein Leiter?

2. Batterie 4,5 V, zwei Isolierstützen, Becherglas, Kohlestäbe, Krokodilklemmen, Kabel, Glühlampe (6 Volt).

3. Vereinfachte Versuchsskizze:

4. Die zwei Kohlestäbe haben wir an Isolierstützen befestigt und in das mit Wasser gefüllte Glas eingetaucht. Nach und nach haben wir immer mehr Salz in das Wasser gegeben.



5. Am Anfang hat die Lampe nicht geleuchtet. Nach mehreren Prisen Salz fing die Lampe schwach an zu leuchten. Nach etwa einem Teelöffel leuchtete sie hell.

6. Reines Wasser leitet höchstens so schwach, dass die Lampe nicht leuchten konnte. Salzwasser aber ist ein guter Leiter.

## Eine kriminaltechnische Untersuchung

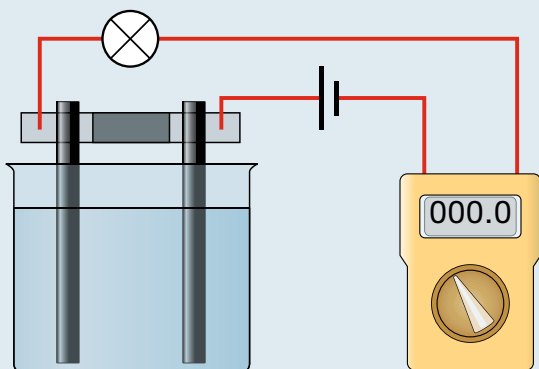
Eine Person soll des Diebstahls überführt werden. Am Untermeer soll die Person ein Boot gestohlen haben. Sie behauptet aber am Obermeer gewesen zu sein, also könne sie das Boot gar nicht gestohlen haben.



Die Polizei findet bei ihrer Untersuchung Reste von Meerwasser im Boot. Nun sind Kriminalbeamte schlaue Leute. Sie wissen, dass der Salzgehalt der Meere auf dieser Welt unterschiedlich ist – so auch im Untermeer und im Obermeer.

- In 150 ml aus dem Untermeer sind etwa 0,8 g Salz gelöst.
- Nimmt man dagegen 150 ml aus dem Obermeer, findet man dort etwa 2,8 g Salz.

Mit eurem heutigen Experiment könnt ihr selbst das Alibi des Diebes überprüfen. Ihr sollt also herausfinden, ob etwa 0,8 g in 150 ml gelöst sind, oder doch eher 2,8 g. Da die Aufgabe nicht einfach ist, geben wir euch einige Schritte als Aufträge vor:



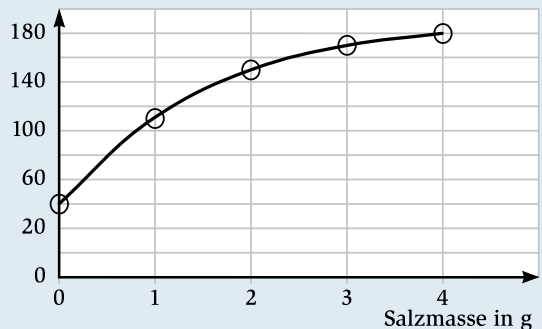
**B1** So sieht der Versuchsaufbau aus, den ihr für eure Untersuchung benötigt – hier in vereinfachter Darstellung. Eure Lehrerin oder euer Lehrer wird euch sagen, wie ihr das Messgerät einstellen müsst.

### Aufträge:

Mess die Stärke des Stromes bei unterschiedlicher Salzmenge in einem Becherglas mit 150 ml Wasser.

1. Ihr beginnt mit reinem Leitungswasser. Notiert die Salzmenge und den Stromstärke-Messwert in einer Tabelle.
2. Vor der zweiten Messung löst ihr 1 g Salz im Wasser eures Becherglases auf (gut umrühren). Tipp: Ihr könnt Portionen von je 1 g Salz schon vorher in Pralinenförmchen aus Papier abwiegen und bereithalten.
3. Vor der dritten Messung gebt ihr noch einmal 1 g Salz in eure Lösung – und das bei allen weiteren Messungen ebenso.
4. Als Schaltung wählt ihr die Schaltung aus **→ B1**. Achtet darauf, dass ihr zu jeder Messung die Kohlestifte bis auf den Boden absenkt.
5. Wählt zur Messung am Netzgerät jeweils 5 V Spannung (Drehknopf auf die Markierung einstellen). Ersatzweise nehmt ihr eine 4,5-V-Batterie.
6. Tragt eure Messergebnisse zusätzlich in das vom Lehrer vorbereitete Diagramm ein. Eine Messermesskurve sieht so aus wie in **→ B2**.
7. Zum Schluss spült ihr euer Glas aus und testet 150 ml des unbekannten Meerwassers. Eure Lehrerin oder euer Lehrer hat es in Sprudelflaschen bereitgestellt. Übertrag auch diesen Wert in das Diagramm.
8. Das Ergebnis eurer Untersuchung würden wir gern in einem **kurzen Vortrag** erfahren.

Stromstärke in mA



**B2** So ähnlich wie diese Messkurve wird auch eure eigene aussehen, aber vielleicht liegen alle Messpunkte etwas höher oder auch etwas niedriger als die von uns gefundenen.

## Projekt

### Wie feucht ist die Blumenerde?

Hast du gehört, dass man Blumen auch zuviel Wasser geben kann? Sie „ertrinken“ dann. Trockenheit dagegen lässt die Pflanzen schnell verwelken.

Das Bild zeigt einen Versuchsaufbau, mit dem du die Feuchtigkeit der Blumenerde prüfen kannst. Trockene Blumenerde leitet Elektrizität nicht. Erst wenn du Wasser dazugießt, schlägt das Messgerät aus und zeigt so einen elektrischen Strom an (anstelle des Messgerätes kannst du eine empfindliche Leuchtdiode nehmen – eine sogenannte low current LED).

*Material  
Batterie,  
Blumensopf,  
Kohlestäbe,  
Messgerät  
oder Leucht-  
diode, Kabel*

Steckst du die Kohlestäbe tief in die Erde, dann bestimmst du auch die Feuchtigkeit an den Wurzeln, die sich mit einer „Fingerprobe“ nur schwer bestimmen lässt.

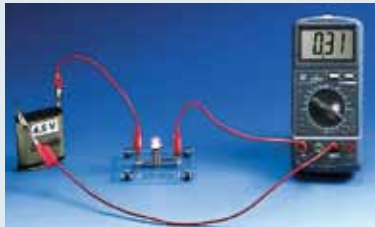
Eva möchte das Experiment noch erweitern: Nach einem Regenguss ist die obere Erdschicht feucht. Ist das Wasser auch tief genug eingedrungen? Plane eine Änderung deiner Versuchsanordnung so, dass du erkennen kannst, in welcher Tiefe es noch trocken geblieben ist (ohne dass du graben musst).



## Kompetenz – Messgerät benutzen

Ein Stromstärke-Messgerät soll den elektrischen Strom messen. Also muss es in einer Reihe mit der Lampe (oder einem Motor) in den Stromkreis eingebaut werden. Mach es also immer so wie im Bild unten.

Der Messbereich eines solchen Instrumentes gibt an, bei welcher Stromstärke der Zeiger voll ausschlägt bzw. die höchste Zahl im Display eines Zifferninstrumentes (Digitalmessgerät) erscheint. Wähle zunächst den Messbereich mit



dem größten Wert. Lass dies von deinem Lehrer oder deiner Lehrerin überprüfen. Schalte dann vorsichtig in den nächst kleineren Messbereich und behalte dabei die Anzeige im Auge.

Bei analogen Messgeräten darf der Zeiger das Ende der Skala nicht überschreiten. Digitale Messgeräte zeigen eine Überschreitung des Messbereichs durch eine 1 links im Display an. Wenn du gut ablesbare Werte bekommst, hast du alles richtig gemacht.

## Kompetenz – Physik anwenden

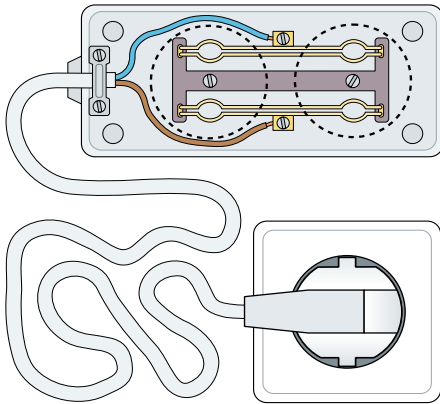
Die Physik hilft, Naturgesetze zu entdecken, mit deren Hilfe wir die Welt besser verstehen können.

Physikalisches Wissen ermöglicht aber auch, neue technische Geräte zu entwickeln und in Fabriken bauen zu lassen. Viele Leute verdienen damit ihr Geld. Wenn die Geräte nicht zu kompliziert sind, könnt ihr sie mit eurem physikalischen Wissen schon durchschauen. So habt ihr z. B. einfache Stromkreise zu Ampelanlagen kennengelernt und erprobt.

Sogar nicht so leicht durchschaubare Erscheinungen konnten wir klären: Warum leuchtet eine Lampe nicht, obwohl sie in einen geschlossenen Stromkreis mit Wasserbecken eingebaut ist? Naheliegende Antwort: Das Wasser leitet die Elektrizität nicht.

Wir sind durch den Umgang mit Messgeräten jetzt klüger geworden: Vielleicht reicht ja der Strom nur nicht aus, die Lampe leuchten zu lassen? Solche und ähnliche Fragen können mit geeignetem physikalischen Vorgehen beantwortet werden. So haben wir es gemacht – mit einem empfindlichen Messgerät konnten wir die Vermutung bestätigen.

Selbst bei der Aufklärung von Kriminalfällen hilft es, wenn man physikalische Gesetzmäßigkeiten kennt und physikalische Methoden anwenden kann. Das kann man im Projekt auf dieser Doppelseite sehen. All dies zeigt: Man muss hinter dem, was man beobachtet, die Physik entdecken. Unsere Experimente haben uns schon ein wenig den Blick dafür geschärft.



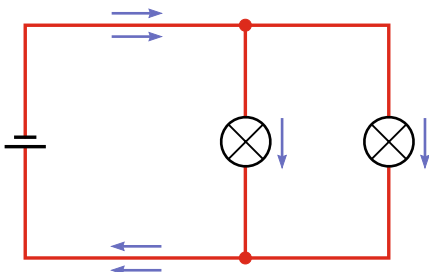
**B1** Parallelschaltung an der Mehrfachsteckdose



**B2** Stromkreis im Haushalt: Alle Geräte sind parallel an dieselbe Stromquelle angeschlossen.



**V1** a) Eine Lampe ist mit der Batterie verbunden. b) Zwei Lampen sind mit den Anschlüssen der Batterie direkt verbunden: Die Lampen sind parallel geschaltet.



**B3** Schaltplan der Parallelschaltung

## 1. Die Parallelschaltung

In einer Wohnung muss jedes elektrische Gerät unabhängig von allen anderen an- und ausgeschaltet werden können. Dies gelingt, da jedes Gerät direkt mit der Stromquelle verbunden ist. Man sieht es nur nicht, da die elektrischen Leitungen in der Wand versteckt (und damit geschützt) sind.

In **→ B2** erkennst du eine vertraute Situation. Eine Mehrfachsteckdose ist eine Verlängerung der in der Wand verlaufenden Kabel in den Raum hinein. Unabhängig voneinander lassen sich bis zu drei Geräte an diese Mehrfachsteckdose anschließen. Jedes einzelne Gerät funktioniert auch dann, wenn die anderen Geräte nicht angeschlossen sind.

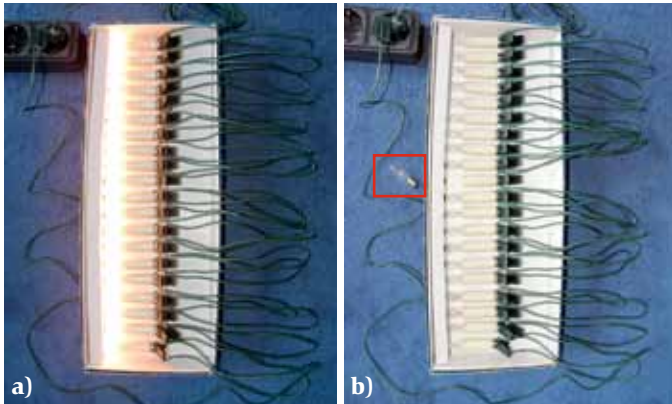
In **→ B1** erkennen wir den Grund: Alle oberen Steckkontakte sind über ein blaues Kabel mit dem einen Pol, alle unteren Steckkontakte über ein braunes Kabel mit dem anderen Pol der Stromquelle direkt verbunden.

Mit einer Batterie als Stromquelle bauen wir diese Parallelschaltung in **→ V1** nach. Zunächst verbinden wir nur eine Lampe mit den Polen der Batterie. Die Lampe leuchtet normal hell **→ V1a**. Dann schließen wir eine zweite, gleichartige Lampe ebenfalls direkt an die beiden Pole der Batterie an. Auch sie leuchtet jetzt normal hell **→ V1b**.

Es ändert sich nichts, wenn wir die Leitungen der zweiten Lampe an die Anschlüsse der ersten Lampe stecken. Auch jetzt sind ja beide Lampen mit der Batterie verbunden. In **→ B3** sehen wir auch, wie die elektrischen Ströme durch die Lampen am unteren Kontaktpunkt zusammengeführt werden. Vorher haben sie sich an der oberen Leitung aufgeteilt.

### Merksatz

Bei der Parallelschaltung sind alle Lampen direkt mit der Stromquelle verbunden.



**B4** Die Lampen dieser Lichterkette sind hintereinander in den Stromkreis gelegt.



**B5** Die Motoren dieser historischen Straßenbahn waren in Reihe geschaltet.

## 2. Die Reihenschaltung

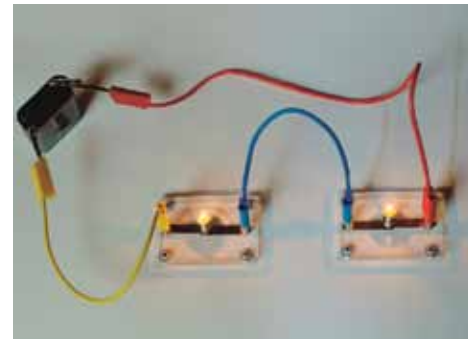
Die Lichterkette der Weihnachtsbaumbeleuchtung → **B4** benötigt nur wenige Meter Kabel. Von der Stromquelle führt nur ein Draht zur ersten Lampe. Von ihr geht ein nächster zur zweiten Lampe usw. Von der letzten Lampe geht die Leitung wieder zur Stromquelle – der Stromkreis ist geschlossen.

In → **V2** bauen wir eine solche Reihenschaltung nach und zeichnen den dazu gehörenden Schaltplan → **B6**. Wie erwartet leuchten beide Lampen gleich hell, im Gegensatz zur Parallelschaltung in → **V1** ist aber jede Lampe jetzt dunkler. Lockern wir ein Lämpchen, erlöschen alle – wie bei der Lichterkette in → **B4b**.

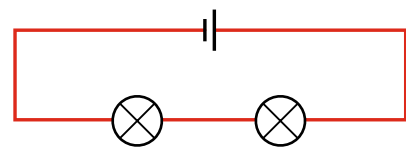
Bei der Essener Straßenbahn aus dem Jahr 1921 → **B5** wären die vorhandenen Motoren zu schnell gelaufen, hätte man sie parallel an die Stromquelle gelegt. Man hat sie deshalb in Reihe geschaltet, dann liefen sie so langsam wie gewünscht.

### Merksatz

Bei der Reihenschaltung liegen alle Lampen im selben Stromkreis.



**V2** Wir bauen zwei Lampen hintereinander in den Stromkreis. Beide Lampen leuchten, allerdings schwächer als die eine Lampe vorher in → **V1**.



**B6** Schaltplan der Reihenschaltung

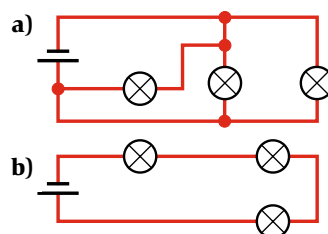
### Mach's selbst

**A1** Zeichne je einen Schaltplan zu drei parallel geschalteten Lampen und zu drei in Reihe geschalteten Lampen.

**A2 a)** Baue mit einer Batterie (4,5 V), mehreren Lämpchen und Schaltern eine Parallelschaltung auf. Jede Lampe soll unabhängig von den anderen an- und ausgeschaltet werden können.

**b)** Zeichne einen Schaltplan.

**A3** Erläutere die beiden Schaltungen. Vergleiche mit der Helligkeit bei nur einer Lampe.



**A4** Die abgebildete Lichterkette kann man durch Steckkontakte beliebig verlängern.

Liegt eine Reihen- oder Parallelschaltung vor? Begründe deine Antwort.





**B1** Trotz Dunkelheit erkennen die Radfahrer ihren Fahrweg, denn die Scheinwerfer sind hell und richtig ausgerichtet. Autofahrer, die sich von hinten nähern, werden durch die rot leuchtenden Rücklichter gewarnt. An Kreuzungen warnen die Katzenaugen und Reflexionsstreifen den Querverkehr. Diese Familie fährt sicher.

## Anstoß

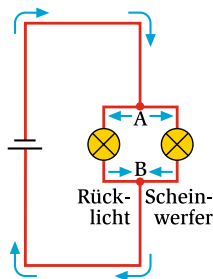
**A1** Suche bei deinem Fahrrad alle Bauteile, die zur Beleuchtungsanlage gehören. Schreibe sie auf und vergleiche deine Auflistung mit den Aufzeichnungen deiner Mitschüler.



**B2** Leitungen vom Dynamo zu den beiden Lampen. Wo sind bei älteren Fahrrädern die Rückleitungen?



**V1** Glühlampen für Scheinwerfer und Rücklicht in einer Parallelschaltung. Jede Lampe hat einen eigenen Stromkreis.



## 1. Parallelschaltung bei der Fahrradbeleuchtung

Timo ärgert sich: Er ist mit seinem Fahrrad in eine Kontrolle der Verkehrspolizei gekommen und „das Rücklicht ging nicht“. Nun möchte er es reparieren, kommt aber mit der Anlage nicht zurecht.

- *Zwei verschiedene Lampen* (Scheinwerfer und Rücklicht) werden mit einer Stromquelle („Dynamo“) betrieben;
- der Dynamo scheint nur *einen Anschluss* zu haben, von ihm führt je ein Draht zu jeder Lampe.

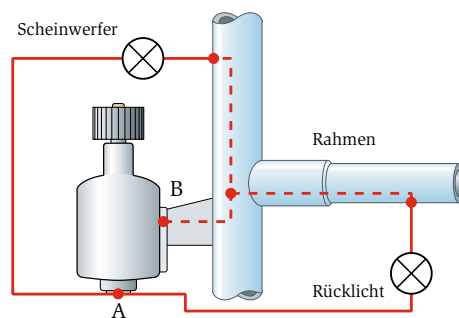
Zwei Glühlampen und eine Batterie – das könnte eine Reihenschaltung sein, aber auch eine Parallelschaltung

Timo weiß: Bei der Kontrolle war nur das Rücklicht defekt, sein Stromkreis unterbrochen. Die Lampe im Scheinwerfer aber leuchtete. Timo schließt daraus, dass die Lampenschaltung eine Parallelschaltung sein muss. An dem im **→ B2** am Dynamo sichtbaren Anschluss wird der Strom aufgeteilt, je ein Draht führt zu einer der beiden Lampen.

Im **→ V1** ist die Parallelschaltung der beiden Glühlampen für Scheinwerfer und Rücklicht nachgebaut. Punkt A ist der Verzweigungspunkt für die Ströme zum Scheinwerfer und zum Rücklicht. Schraubt man eines der Lämpchen aus der Fassung, so „geht es aus“, der andere Stromkreis bleibt mit unveränderter Helligkeit in Betrieb – wie bei Timos Fahrrad. Wie wir schon wissen, gelingt der Versuch nur mit geschlossenen Stromkreisen. Von beiden Lampen müssen Drähte zurück zum zweiten Pol der Batterie führen. Sie treffen sich im Punkt B. Dort vereinigen sich die Teilströme. Im **→ B2** sind Rückleitungen auf den ersten Blick nicht zu erkennen. Vielleicht hast du an deinem Fahrrad auch schon vergeblich nach einem Draht gesucht, der als Rückleitung dient.

## 2. Die gesparte Rückleitung

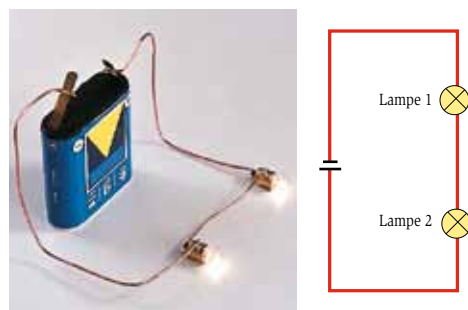
Timo weiß, dass ein Stromkreis geschlossen sein *muss*. Das Kabel zum Rücklicht scheint in Ordnung zu sein; er hat keine Unterbrechung gefunden. Aber ein zurückführendes Kabel findet er nicht! Das Rücklichtgehäuse jedoch hängt wackelig am Schutzblech – das könnte die Ursache sein! Julia hilft ihm bei der weiteren „Forschung“ und dreht das Vorderrad, während Timo das Rücklicht untersucht. Drückt er das Rücklicht dabei fest gegen das Schutzblech, dann leuchtet die Lampe. Damit haben Timo und Julia die fehlende Leitung gefunden: Sie führt von der Lampe durch das Schutzblech und weiter durch den Rahmen zurück zum Dynamo. Dessen Gehäuse ist der zweite Anschluss B. → B4 zeigt den vollständigen Schaltplan. Der Fahrradrahmen aus Metall erspart uns so ein Kabel als Rückleitung.



**B4** Der Metallrahmen ist die Rückleitung.

## 3. Die Reihenschaltung ist für das Fahrrad nicht zweckmäßig

Julia ist noch nicht ganz zufrieden. Könnte man nicht doch beide Lampen *in einer Reihe* in den Stromkreis schalten? Sie weiß schon, dass beim Versagen einer Lampe auch die andere ausfällt – entweder ist Strom im ganzen Kreis, oder überhaupt nicht. Außerdem leuchten beide schwächer als eine vorher (es ist so, als stünden beim Wasserkreislauf zwei Füße auf dem Schlauch). Sie müsste also eine stärkere Batterie nehmen, um dies auszugleichen. Etwas anderes muss sie noch probieren. Beim Fahrrad braucht das Rücklicht nicht so stark zu leuchten, man nimmt deshalb eine andere Lampe (0,6 W statt 2,4 W). Wenn man sie und das normale Vorderlicht in Reihe schaltet, leuchtet die Vorderlampe fast gar nicht mehr (→ V2). Für die Fahrradbeleuchtung eignet sich also die Reihenschaltung nicht.



**V2** Reihenschaltung mit Fahrrad-Glühlampen (2,4 W und 0,6 W).

- a) Verwendet man zwei gleiche Glühlampen einer Sorte, so leuchten beide Lampen gleich hell – allerdings schwach.  
b) Schaltet man verschiedene Glühlampen in Reihe, so leuchtet die eine fast normal (0,6 W) und die andere gar nicht mehr (2,4 W)

### Physik und Technik

#### Ist die Fahrradbeleuchtung in Ordnung?

Die Fahrradbeleuchtung dient deiner Sicherheit im Verkehr. Deshalb solltest du sie immer wieder einmal auf ihre Funktionstüchtigkeit hin überprüfen. Dazu dient die folgende Checkliste:

- Sind beide Glühlampen heil?
- Sind die Kabel unbeschädigt?
- Sitzen die blanken Drahtenden fest in den Klemmen der Strahler?
- Sind die Klemmanschlüsse der Strahler blank?
- Falls zweite Leitung fehlt: Haben Strahler und Dynamo guten Kontakt zum Rahmen?
- Sind die Strahler sauber?
- Liegt das Dynamorädchen gut am Reifen?

Weißer Frontscheinwerfer mit Frontreflektoren fest montiert

Lichtmaschine (Dynamo) mit mindestens 3 W, 6 V

Roter Großflächenrückstrahler, höchstens 60 cm über der Straße

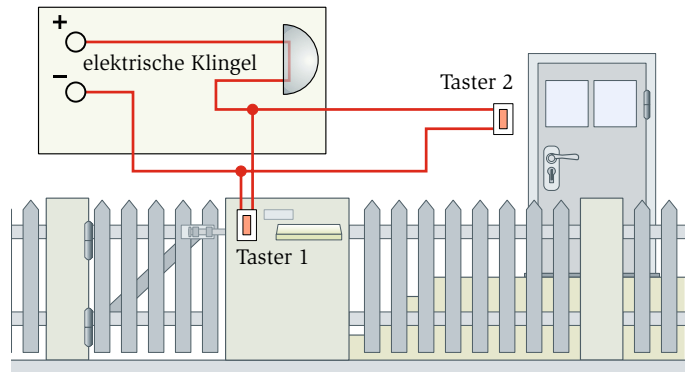
Gelbe Pedalstrahler, (nach vorn und hinten reflektierend)

Je Rad ein kreisförmiger zusammenhängender weißer Streifen oder mindestens zwei gelbe Speichenrückstrahler

Rote Schlussleuchte, fest montiert. Roter Rückstrahler (meist in die Rückleuchte integriert).



**B1** Beide Schalter müssen betätigt werden.



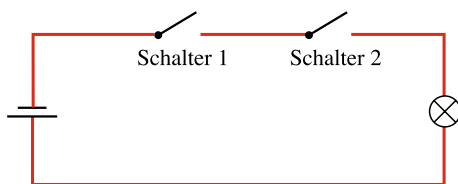
**B2** Klingelanlage einer Wohnung mit Gartenpforte

## Anstoß

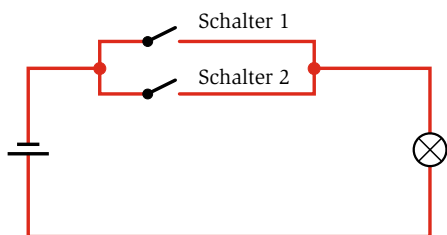
Lukas hat eine Kleinbohrmaschine, mit der er gelegentlich bastelt. Neulich hat er sich den Finger verletzt, weil er versehentlich den Schalter betätigte. Jetzt hat er sich von seinem Nachbarn erklären lassen, wie z.B. eine elektrische Heckenschere gesichert ist, damit so etwas nicht passiert. Er baut daraufhin mit folgenden Bauteilen die Sicherung nach:



Ahnst du, wie seine Schaltung aussieht?



**v1** Die „UND“-Schaltung mit zwei Schaltern in Reihe



**v2** Die „ODER“-Schaltung mit zwei parallelen Leitungen mit je einem Schalter

## 1. Eine Sicherheitsschaltung – „UND“

In die Waschmaschine läuft das Wasser erst ein, wenn du den Hauptschalter betätigst. Nein, das stimmt nicht, du musst auch die Tür zuge drückt haben. In die Tür ist nämlich ein zweiter Schalter eingebaut. Erst wenn auch dieser geschlossen ist, öffnet sich das elektrische Ventil am Wasserhahn.

Auch bei anderen Maschinen, bei denen sich Bauteile schnell oder mit großer Kraft bewegen – z.B. einer Papierstanzmaschine → **B1**, ist man vor einem versehentlichen Einschalten geschützt. Dazu sind zwei Taster eingebaut, die man mit beiden Händen gleichzeitig herunterdrücken muss. Drückt man nur einen Schaltknopf, passiert gar nichts.

Wir ersetzen nun die Stanzmaschine durch eine Glühlampe, um eine solche Sicherheitsschaltung nachzubauen. Wenn wir in → **v1** alle vier Möglichkeiten der Schalterbetätigung ausprobiert haben, wissen wir: Nur wenn beide in Reihe liegenden Schalter geschlossen sind, leuchtet die Lampe. Das zeigt wieder einmal, dass der Stromkreis an jeder Stelle geschlossen sein muss, damit Elektrizität fließen kann.

## 2. Schaltung einer Klingelanlage – „ODER“

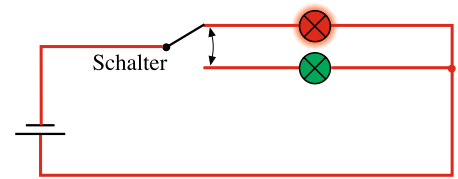
Julia beobachtet die Innenbeleuchtung im Auto: Ob nun die Fahrer- oder die Beifahrertür geöffnet wird, in jedem Fall geht die Innenbeleuchtung an. Steffi stellt bei der Klingelanlage ihrer Wohnung ganz Ähnliches fest → **B2**: Ob der Klingeltaster an der Gartentür betätigt wird oder an der Wohnungstür; stets klingelt es.

Wie funktioniert eine solche Schaltung? Das testen wir in → **v2**. In der Schaltung liegen zwei Leitungen mit je einem Schalter parallel. Egal welchen Schalter wir auch betätigen, die Lampe leuchtet.

(Der Druckschalter an der Autotür ist so gebaut, dass er geschlossen wird, wenn sich die Tür öffnet).

### 3. Die Ampelschaltung – „ENTWEDER – ODER“

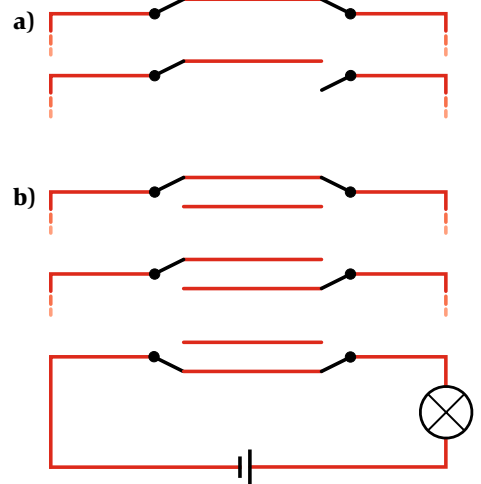
Die meisten Fußgängerampeln haben zwei Lampen, eine für Rot, die andere für Grün. Damit die Ampel niemanden verwirrt, muss stets eine Lampe leuchten, nie dürfen beide zugleich leuchten. → B3 zeigt die Schaltung mit einem „ENTWEDER-ODER-Schalter“. Er heißt auch **Wechselschalter**, weil er die Verbindung von einer Leitung auf eine andere wechselt. Für jede der beiden Schalterstellungen ergibt sich ein anderer Stromkreis. Im Bild ist der Stromkreis für die untere Lampe gerade nicht geschlossen.



**B3** „ENTWEDER-ODER“-Schaltung einer Fußgängerampel

### 4. Die Wechselschaltung

An jeder Seite eines langen Flures sollte das Deckenlicht ein- und wieder ausgeschaltet werden können. Lisa hat sich dazu wie in → B4a Gedanken gemacht: „Man müsste die UND-Schaltung nehmen, da kann man mit jedem Schalter den Stromkreis unterbrechen.“ Niklas hat Bedenken: „Ja, aber mit dem anderen Schalter dann nicht wieder schließen.“ Mit Niklas zusammen fängt sie an zu tüfteln. Beide grübeln noch eine Weile, dann haben sie die Lösung gefunden. Sie benötigen zwei ENTWEDER-ODER-Schalter und zwei Leitungen zwischen ihnen. Die zusätzliche Leitung ist wichtig. Nur so kann vom zweiten Schalter der Stromkreis wieder geschlossen werden, wenn der erste ihn unterbrochen hat – fertig ist die Wechselschaltung → B4b.



**B4** Schritt für Schritt von der a) UND-Schaltung zur b) Wechselschaltung.

### Mach's selbst

**A1** Zeichne die Schaltungen aus → V1, → V2 in dein Heft. Fertige zu jeder Schaltung eine Tabelle an, hier die erste Zeile für V1:

| Schalter 1 | Schalter 2 | Lampe |
|------------|------------|-------|
| aus        | aus        | aus   |

**A2** a) Baue die Wechselschaltung nach Lisas und Niklas Vorschlag auf.

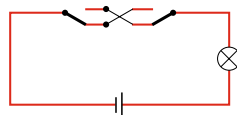
b) Zeichne und prüfe die Schaltung für jede mögliche Schalterstellung.

c) Mit Kreuzschaltern kann man die Schaltung noch erweitern. Hier kann die ganze Klasse mitmachen.

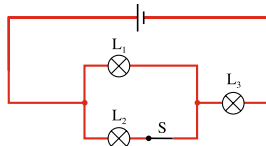
**A3** a) Wo findest du zu Hause eine Schaltung wie bei der Autotür? Suche dort den Taster.

b) Welche Bedeutung hat der Türschalter beim Geschirrspüler?

**A4** Prüfe die Behauptung: Dies ist eine Wechselschaltung mit drei Schaltern.



**A5** a) Wie leuchten die drei Lampen im Vergleich?

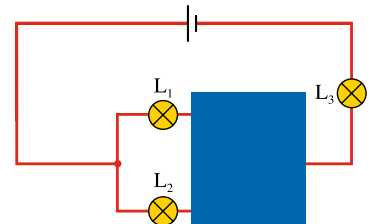


b) Schalter S wird geöffnet. Beschreibe die Änderung.

**A6** a) Zeichne die Schalterstellungen der Wechselschaltung in → B4b in dein Heft. Ergänze die im Bild fehlende Schalterstellung.

b) Ergänze die Zeichnungen in → B4a zu einem vollständigen Stromkreis.

**A7** Julia hat sich ein Schaltungsrätsel ausgedacht. Im Stromkreis leuchten drei Lampen. Zwei Schalter  $S_1$  und  $S_2$  hat sie mit einem Tuch verdeckt. Wenn sie  $S_2$  öffnet, gehen alle Lampen aus. Schließt sie  $S_2$  und öffnet  $S_1$ , dann leuchten  $L_2$  und  $L_3$ . Zeichne die abgedeckten Schalter ein.



**A8** Jans Alarmanlage geht so: Die Warnlampe leuchtet, wenn Fenster oder Tür geöffnet werden. Die Anlage muss dazu „scharfgestellt“ werden. Baue sie nach.

## Methode – Lernen an Stationen und fachtypische Darstellung

Teilt euch in fünf Gruppen auf. Nacheinander sollt ihr alle Stationen durchlaufen. Hinweis: In der rechten Spalte findet ihr benötigte Geräte bzw. unvollständige Schaltkreise. Den restlichen Stromkreis müsst ihr selbst planen. Fertigt zu jeder Station eine Schaltskizze an und beschreibt die Funktionsweise der Schaltung in Stichworten. Jede Gruppe soll in einer der nächsten Stunden einen kurzen Vortrag zu einer der Stationen halten. Es können aber auch Lernplakate angefertigt werden.

### 1. ODER-Schaltung

Eine Haus- und Wohnungstürklingel benötigt eine „ODER“-Schaltung. Baut aus zwei Schaltern oder Tastern („Klingelknöpfe“) und einem Summer (wie im Foto) oder einer Klingel eine solche Schaltung auf. Dazu benötigt ihr noch eine Batterie. Überprüft zum Schluss, ob die Klingelanlage funktioniert.



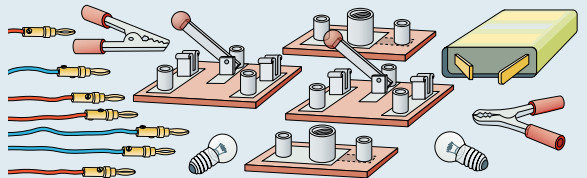
### 2. UND-Schaltung

Der Bewegungsmelder an der Haustür funktioniert so: Wenn es dunkel ist UND sich jemand bewegt, geht das Licht an. Ähnlich ist es auch bei einer Sicherungsschaltung. Nur wenn zwei Schalter oder Taster gleichzeitig geschlossen sind, läuft der Motor.



### 3. Wechselschaltung

An jeder Seite eines langen Flures soll das Deckenlicht ein- und wieder ausgeschaltet werden können. Rechts seht ihr, welche elektrischen Bauteile ihr zur Verfügung habt. Konstruiert daraus eine funktionierende Flurschaltung mit zwei Lampen.

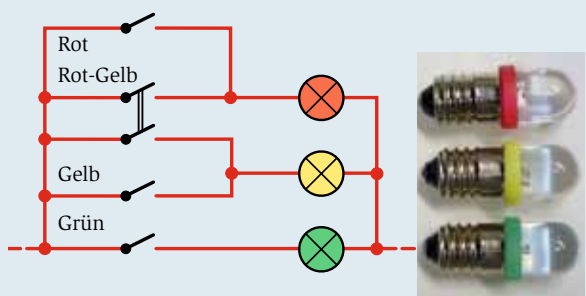


### 4. Ampelschaltung (Fußgänger, Auto)

a) Eine Fußgängerampel findet ihr im Buchtext unter „ENTWEDER-ODER“-Schaltung. Baut sie zunächst auf und prüft sie dann.

b) Die Autoampel ist komplizierter, ihr seht es im Schaltbild. Baut sie nach und testet sie.

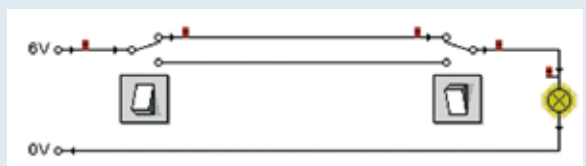
Am schönsten ist die Ampel mit farbigen Glühlämpchen oder LED-Lämpchen. Die hier abgebildeten kann man an eine 4,5 Volt Batterie anschließen.



### 5. Modellierung mit einem Computerprogramm

Mit Computer-Programmen (z. B. „Crocodile-Physics“) kann man am Bildschirm Schaltungen ausprobieren. „Baue“ an dieser Station:

- eine UND-Schaltung,
- eine ODER-Schaltung,
- eine Wechselschaltung auf.



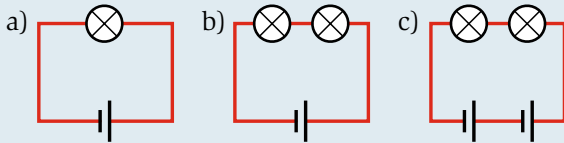
Wechselschaltung mit Crocodile-Physics

## Interessantes

### Die Reihenschaltung

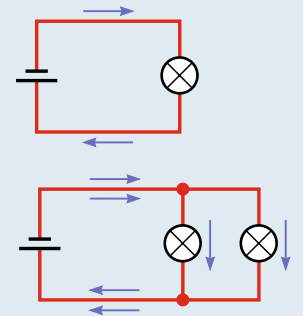


Da echte Kerzen eine Brandgefahr darstellen, nimmt man gern elektrische Weihnachtskerzen – so genannte Lichterketten. Ihr seht, dass die Lämpchen hintereinander in den Stromkreis geschaltet sind – sie sind „in Reihe“ geschaltet. Beim Kauf einer Ersatzlampe für eine 10er-Lichterkette bekommt man ein 24-Volt Lämpchen. Alle Lämpchen hintereinander geschaltet brauchen dann die hohe Spannung der Steckdose (etwa 230 Volt). Damit darf man nicht experimentieren, es wäre lebensgefährlich! Wir wählen eine Minikette mit zwei Fahrradlämpchen und zwei 4,5-Volt-Batterien. In den Fällen a) und c) leuchten die Lämpchen normal hell. Im Fall b) sind beide Lämpchen zu dunkel.



### Die Parallelschaltung

Vielleicht gibt es bei euch zu Hause irgendwo eine Beleuchtungsanordnung wie die hier abgebildete. Es sind „Halogenlampen“, die alle an derselben Stromquelle mit 12 Volt angeschlossen sind. Auch wenn 12 Volt ungefährlich sind, solltest du nicht mit solchen Lampen hantieren. Bei unserem Nachbau fällt auf, dass alle Lampen mit einem Anschluss am Pluspol, mit dem anderen Anschluss am Minuspol der Stromquelle angeschlossen sind. Man braucht hier keine große Spannung, egal wie viele Lämpchen es sind, immer reichen 12 Volt. Stattdessen wird aber mit jeder zugeschalteten Lampe der Elektrizitätsstrom im Kreis größer.

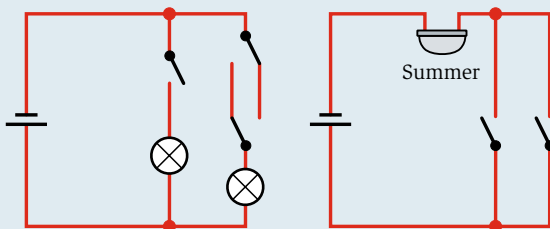


## Projekt

### Elektroinstallation im Modellhaus



Der Nachbau einer Elektroinstallation eines Hauses ist gar nicht so schwer. Alle Lampen sind an einer Stromquelle parallel angeschlossen. Zum Öffnen und Schließen der Stromkreise gibt es einfache Schalter oder Wechselschalter. Eine Klingelanlage hat am besten zwei Taster in einer ODER-Schaltung für z. B. Gartentor und Haustür.

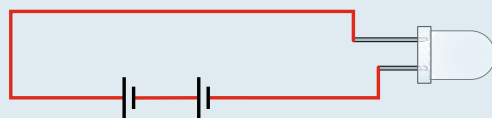


### Brücke mit Beleuchtung

Im Kunstunterricht gab es das Projekt Brückenbau. Lasse, Tim und Lukas haben ihre Brücke beleuchtet.

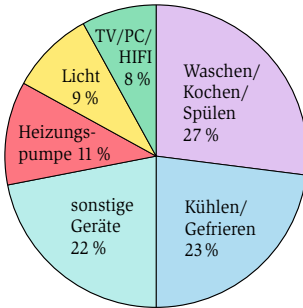


Als Laternenmasten haben sie Knickstrohhalm genommen. Als Lampen nahmen sie weiße Leuchtdioden (LEDs). Die Schaltung ist etwas Besonderes. Man muss jede LED mit dem kurzen Beinchen an den Minuspol anschließen, sonst leuchtet sie nicht. Alle LEDs sind parallel an die Babyzellen angeschlossen → **Interessantes**. Viel Spaß beim Nachbau.



# Elektrische Geräte im Haushalt

Elektrischer Strom gehört zu unserem täglichen Leben. Kaum vorstellbar, wie unsere Welt aussähe, wenn wir die mit Strom betriebenen Helfer nicht hätten. Hier sind nur Geräte einer Küche dargestellt. Du selbst könntest ein ähnliches Bild für die Geräte deines Zimmers zeichnen.



**A1** Hier siehst du eine Herdplatte in Betrieb. Nenne weitere Nutzungsbeispiele des elektrischen Stroms aus deinem Erfahrungsbereich.

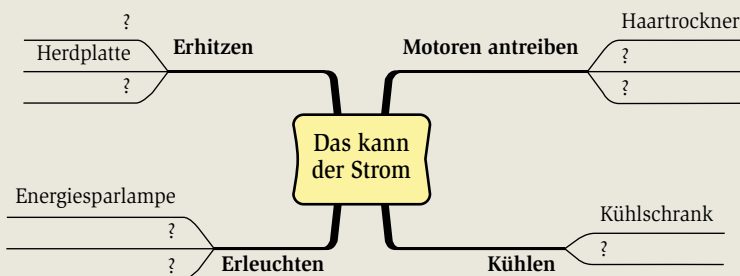


An welche Wirkungen des elektrischen Stroms denkst du beim Anblick dieses Fotos? Tragt in eurer Klasse alle Beiträge in einer Tabelle zusammen.

**A2** a) Ein Haartrockner soll die Haare trocknen. Welche Eigenschaften des Stroms werden hier genutzt? Versuche, sie herauszufinden.



b) Was ermöglicht der Strom außerdem noch alles? Entwickelt dazu an der Tafel gemeinsam die unten abgebildete → **Mindmap** weiter.



**A3** Nimm diesen Zeitungsartikel zum Anlass, um mit deinen Mitschülern über die richtige, gefahrlose Nutzung des elektrischen Stromes zu diskutieren. Sammelt die Beiträge schriftlich.

*Neues Buxtehuder Wochenblatt*

## Polizei findet Brandursache

(tk). Die Polizei hat die Ursache für den Brand eines Hauses in Engelschoff-Neuland gefunden. Kabel waren überlastet und erwärmten sich. Das Feuer war am frühen Samstagabend der vergangenen Woche ausgebrochen. Das Haus wurde vollständig zerstört. Der Schaden an dem Gebäude liegt bei rund 170 000 Euro.

**A4** Wie könnte deine Welt ohne die Nutzung des elektrischen Stroms aussehen? Schreibt dazu eine Geschichte. Lest in der nächsten Stunde eure Geschichten vor und findet die Gemeinsamkeiten und Unterschiede.

## 1. Ein Draht wird heiß

Wenn du zu Hause am Küchenherd ein Kochfeld anstellst, kannst du nach kurzer Zeit glühende Drähte im Innern erkennen. Auch wenn du von oben in einen Toaster schaust, beobachtest du hell glühende Drähte. Sie geben Energie ab und rösten so das Brot. In Glühlampen heizt der Glühdraht den Glaskolben auf; du kannst dich daran verbrennen. Für die hohe Temperatur ist in beiden Fällen elektrischer Strom verantwortlich. Die Farbe des glühenden Drahtes gibt dir einen Hinweis auf seine Temperatur. Dunkelrot glühende Drähte sind sehr heiß, weißglühende Drähte einer Glühlampe aber noch viel heißer.

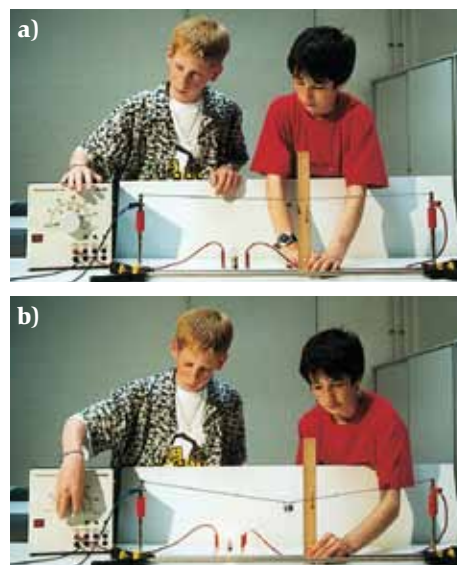
Sehr viele elektrische Heizgeräte enthalten außer einem elektrischen Motor ebenfalls einen Heizdraht, der heiß wird, wenn er elektrischen Strom führt. Beim Wasserkocher ist dieser Heizdraht z. B. in einem Metallrohr untergebracht. Damit der Heizdraht die elektrisch leitende Wand des Rohres nicht versehentlich berührt, ist das Rohr mit einer nicht leitenden Masse ausgegossen, die höhere Temperaturen verträgt.

## 2. Heißerer Draht – längerer Draht

Je stärker der Strom, desto heißer wird ein Draht. Metalle dehnen sich aber mit zunehmender Temperatur aus. Dann müsste doch die Länge eines Drahtes von der Stromstärke abhängen. → **V1** bestätigt dies: Je größer die Stärke des Stromes, desto heißer wird der Draht und desto länger wird er auch. Das kann man zum Vergleich von Stromstärken nutzen → **Physik und Technik**.

### Merksatz

Ein Draht, der Strom führt, wird heiß und dehnt sich dabei aus. Je stärker der Strom ist, desto heißer und länger wird der Draht.



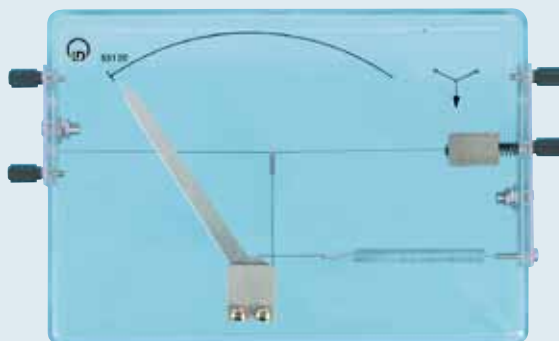
**V1 a)** Wir spannen einen etwa 1 m langen, dünnen Draht aus dem Metall Konstantan zwischen zwei Isolierstützen auf. Statt einer Batterie verwenden wir ein Netzgerät, mit dem man die Stärke des Stroms einstellen kann. Nun drehen wir die Stromstärke vorsichtig hoch. Die in den Stromkreis geschaltete Glühlampe war anfangs noch dunkel und wird nun immer heller. Deine Hand in der Nähe des gespannten Drahtes spürt deutlich, wie auch er heißer wird. Der Draht hängt schon etwas durch. **b)** Nimm deine Hand fort und drehe die Stromstärke noch höher. Der Draht beginnt zu glühen, erst dunkelrot, dann immer heller. Er wird noch länger und hängt stärker durch. Bevor er durchschmilzt, beenden wir den Versuch.

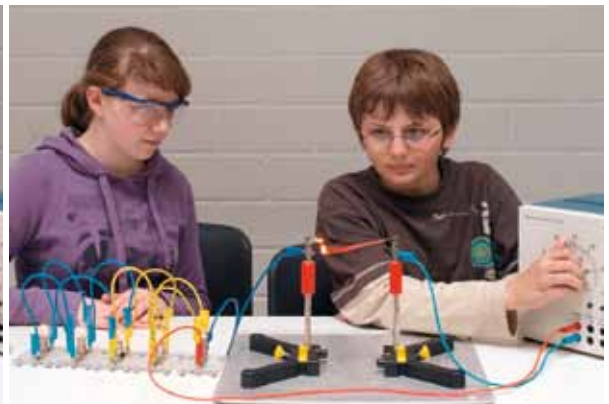
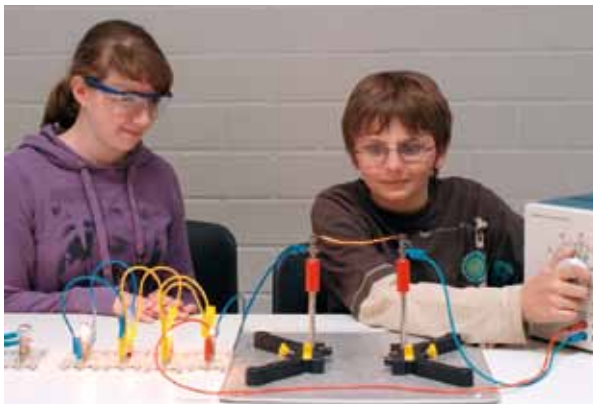
## Physik und Technik

### Heizdraht-Stromstärke-Messgerät

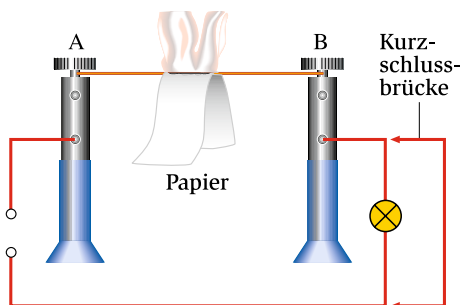
Man braucht → **V1** nur etwas abzuändern, dann hat man schon ein einfaches und handliches Stromstärke-Messgerät.

Im Bild erkennst du, dass eine Stahlfeder über Faden und Rolle den quergespannten Draht nach unten zieht. An der Rolle sitzt ein Zeiger. Seine Spitze wandert nach rechts, wenn die Feder den Faden nach rechts ziehen kann. Dies geschieht, sobald der Draht wärmer wird. Dann nämlich wird er länger und gibt nach unten nach.





**B1** Nora und Simon testen ihre Sicherung: Fünf Lampen sind zuviel, der dünne Draht schmilzt!



**V1** In dem Schaltkreis besteht eine der Zuleitungen zur Lampe aus einem Konstantandraht. Über dem Draht hängt ein Papierreiter. Wir stellen den Strom so ein, dass die Lampe hell leuchtet. Katharina überbrückt nun die Glühlampe mit einem kurzen dicken Draht. Der Konstantandraht wird schnell glühend und entzündet den Papierreiter. (Achte darauf, eine nicht brennbare Unterlage für den Versuch zu benutzen!)

**V2** Im Aufbau von → V1 wird der Konstantandraht durch einen dünneren Draht oder einen Lamettafaden ersetzt, der schon bei niedrigerer Temperatur schmilzt. Wieder sorgen wir für einen Kurzschluss an der Lampe. Wieder steigt die Stromstärke im Stromkreis an. Der statt des Drahtes benutzte Lamettafaden schmilzt durch und unterbricht so den Stromkreis, bevor die anderen, dickeren Leitungen glühend heiß werden können.

**Vorsicht bei solchen Versuchen:**  
Schütze deine Augen durch eine Brille  
vor heißen Metallspritzern!

### 3. Heiße Drähte sind gefährlich

Ein kurzer dicker Schlauch behindert den Wasserfluss nicht so stark wie ein langer dünner Schlauch. Genauso stellt ein kurzer dicker Draht für die Elektrizität einen kleineren Widerstand dar als ein langer dünner Glühlampendraht. Schaltet man ein solches Drahtstück parallel zur Glühlampe, findet die Elektrizität einen zusätzlichen „bequemen“ Nebenweg. Schlagartig wird der Strom im gesamten Kreis sehr stark.

Das Überbrücken der Glühlampe nennt man **Kurzschluss**. So ein Kurzschluss kann eine Brandgefahr bedeuten. Die zeigt das Entzünden des Papierreiters in → V1.

#### Merksatz

Beim Kurzschluss besteht Brandgefahr.

### 4. Sicherungen helfen

In alten brüchigen Kabeln oder defekten Geräten kann es auch im Stromnetz zu Hause zu Kurzschlüssen kommen. Leitungskabel können dann so heiß werden, dass Isolierungen schmelzen, Tapeten oder Vorhänge sich entzünden und so Wohnungsbrände auslösen. Gibt es davor einen Schutz?

Ein dünner Lamettafaden sorgt in → V2 dafür, dass die übrigen Drähte im Stromkreis vor Überhitzung geschützt sind. So geschieht es: Beim Kurzschluss brennt der Lamettafaden durch und unterbricht so den ganzen Stromkreis, bevor die anderen Drähte glühen.

Nach diesem Prinzip arbeiten Schmelzsicherungen (→ B2). Ein dünner Schmelzdraht liegt gut geschützt in einer Porzellanfassung. Er ist in den Stromkreis geschaltet und schmilzt schnell durch, wenn ein Kurzschluss auftritt. Ist der Sicherungsdraht durchgeschmolzen, fällt das Kennplättchen ab. Die Schmelzsicherung muss dann gegen eine neue ausgetauscht werden.

## 5. Gefahr auch bei Überlastung

Manchmal brennt eine Sicherung auch ohne einen Kurzschluss durch. Vielleicht waren mehrere Großgeräte (z. B. Geschirrspüler, Wäschetrockner, Heizspirale) gleichzeitig eingeschaltet. Auch, wenn zu viele Lampen gleichzeitig angeschaltet sind, kann die Sicherung wegen Überlastung durchbrennen.

In → V3 und in → B1 ahmen wir diesen Vorgang nach. Die Lampen sind parallel geschaltet. Durch jede Lampe fließt in jeder Sekunde gleich viel Elektrizität, denn schließlich leuchten alle Lampen gleich hell. Die gemeinsame Leitung muss in jedem Augenblick die Elektrizität für alle Lampen transportieren. Mit jeder zusätzlichen Lampe quält sich also mehr Elektrizität durch den Sicherungsdraht. Schließlich „wird ihm zu heiß“ und er schmilzt durch.

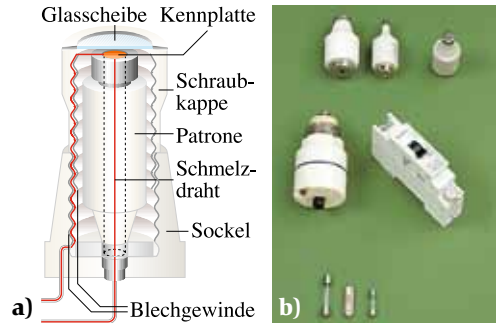
### Merksatz

Eine Schmelzsicherung unterbricht den Stromkreis „von allein“, wenn als Folge einer zu großen Stromstärke (Kurzschluss, Überlastung) der Schmelzdraht durchschmilzt.

## 6. Verschiedene Sicherungen

Schmelzsicherungen gibt es in verschiedenen Ausführungen zum Absichern unterschiedlicher Geräte (→ B2). Sicherungen für Waschmaschine und Elektroherd müssen „mehr aushalten“ als Sicherungen für die Wohnungsbeleuchtung. Auch im Auto gibt es mehrere kleine Schmelzsicherungen für die verschiedenen Stromkreise.

**V3** Baue den Stromkreis nach → B1 zunächst mit nur einer Lampe auf. Sie leuchtet und nichts weiter geschieht. Schalte nun immer mehr Lampen parallel. Plötzlich verlöschen alle Lampen gleichzeitig. Der dünne Draht ist durchgebrannt.



**B2** a) Schnittzeichnung einer Schmelzsicherung b) Verschiedene Schmelzsicherungen und zwei Sicherungsautomaten

### Mach's selbst

**A1** Wo sind bei dir zu Hause die Sicherungen? Welche Räume sind abgesichert?

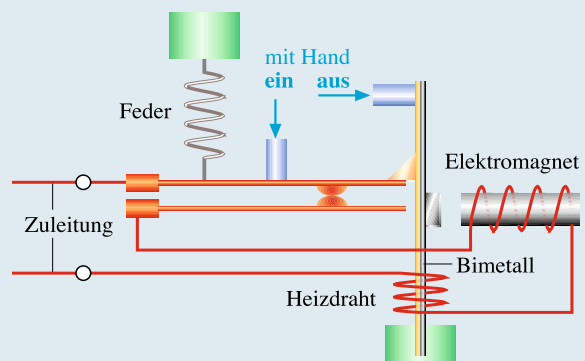
**A2** Zähle einige Ursachen auf, die zu Kurzschlüssen führen können.

**A3** Beim letzten Fest waren zwei Racletteplatten in Betrieb. Max brachte noch eine mit. Als er sie anschloss, sprang die Sicherung heraus. Gib einen Grund an.

## Physik und Technik

### Sicherungsautomat

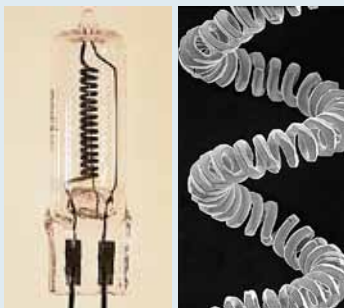
Das Auswechseln durchgebrannter Sicherungen ist lästig. Sicherungsautomaten (→ B2b, Mitte) sind hier vorteilhaft. Die Zeichnung zeigt ein Funktionsprinzip: Du siehst dort einen Bimetallstreifen, dies sind zwei aufeinander geschweißte Bleche aus verschiedenen Metallen (z. B. Eisen und Messing). Beim Erhitzen dehnt sich das Messing stärker aus als das Eisen. Weil nun die Bleche nicht aneinander vorbeirutschen können, biegt sich der Streifen. Die um den Streifen gewickelte Heizwendel ist in die Stromleitung geschaltet. Je stärker der Strom, desto heißer wird das Bimetall. Bei zu starkem Strom biegt sich der Streifen so weit nach rechts, dass die Sperrklinke ausrastet. Die Feder zieht den Kontaktstreifen nach oben und unterbricht so den Stromkreis. Ist die Ursache der Überlastung beseitigt und der Bimetallstreifen abgekühlt, kann man den Druckknopf



zurückdrücken und den Stromkreis wieder schließen. Auf eine kurzzeitige, sehr starke Überlastung kann der Bimetallstreifen nicht schnell genug reagieren. Jetzt hilft der Elektromagnet (auf ihn gehen wir später noch genau ein): Er zieht schlagartig am Eisenklotz des Bimetallstreifens nach rechts. Auch so wird der Stromkreis unterbrochen und die Gefahr ist vorbei.

### A. Der Trick mit der Glühwendel

Siehst du dir den Glühlampendraht aus Wolfram genauer an, so erkennst du, dass er gewendet ist. Dafür gibt es einen wichtigen Grund, den das folgende Experiment zeigt:

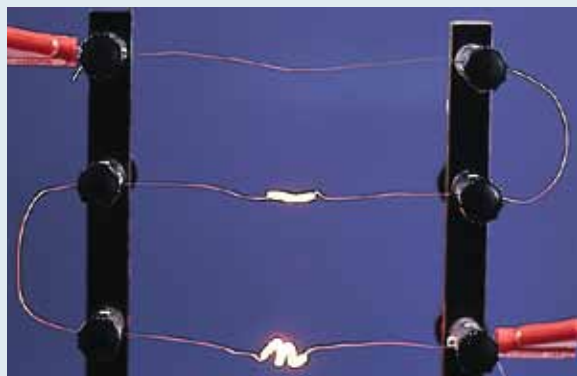


Wir nehmen drei gleiche Drähte (Konstantan, 0,2 mm Durchmesser). Den ersten belassen wir so wie er ist, den zweiten wickeln wir zu einer engen Wendel auf, bei dem dritten drehen wir eine solche Wendel gar noch zu einer Doppelwendel.



Wie in **→ B1** schalten wir die Drähte in einen Stromkreis in eine Reihe. In jedem Draht ist somit die Stromstärke gleich groß. Am Netzgerät stellen wir den Strom

| Farbe des Drahtes  | Temperatur   |
|--------------------|--------------|
| dunkelrotes Glühen | etwa 700 °C  |
| hellrotes Glühen   | etwa 1000 °C |
| gelbes Glühen      | etwa 1200 °C |
| weißes Glühen      | ab 1600 °C   |



**B1** Die Doppelwendel leuchtet am hellsten.

so ein, dass die Doppelwendel hell glüht. Die Einfachwendel glüht nur dunkelrot, der gerade Draht gar nicht – obwohl doch die Stromstärke überall gleich ist. Was ist der Grund dafür? Der heiße Draht gibt Energie an die Umgebung ab. Diese kann aber bei dem gewendelten Teil nicht so ungehindert abfließen wie beim geraden Draht. Die Wendeln „werfen“ sich die Energie gegenseitig zu und heizen sich so zusätzlich auf. Bei der Doppelwendel ist dieser Effekt noch stärker. Man erhält bei der gleichen Materialmenge und bei der gleichen Stromstärke höhere Temperaturen und helleres Licht.

### B. Geschichte der elektrischen Lampen

Der deutsch-amerikanische Ingenieur und Uhrmacher Johann Heinrich GOEBEL hatte 1854 die Idee, Bambusfasern zu verwenden. Er entnahm sie seinem Spazierstock, verkohlte sie (Kohle leitet Strom), band sie an Metalldrähte und schmolz diese Glühkörper in luftleer gepumpte Glasampullen ein. Als Stromquelle benutzte er Batterien. Mit diesen „leuchtenden Flaschen“ konnte er seinen New Yorker Uhrmacherladen bis zu 200 Stunden beleuchten.



GOEBELS  
Lampe  
(um 1860)



EDISONS  
Lampe  
(um 1885)

Ab 1877 beschäftigte sich der Allrounderfinder Thomas Alva EDISON mit der Glühlampe. Nach sehr vielen, wenig erfolgreichen Versuchen mit verschiedensten Materialien benutzte auch er besonders behandelte Bambusfasern.

EDISON war aber nicht nur Erfinder, sondern auch Unternehmer. Ende 1879 beleuchtete er den Dampfer „Columbia“ mit 115 „Edison-Lampen“ – ein großer Werbegag. Auf der ersten elektrischen Ausstellung in Paris im Jahre 1881 ließ er gleichzeitig 1000 seiner Glühlampen aufleuchten – die Glühlampe wurde zu einem Gebrauchsgegenstand.

Zusätzlich erfand EDISON gleich alle notwendigen Techniken zum Betreiben der Glühlampe mit: Dynamo, Verteiler, Leitungen, Stromzähler, Sicherungen, Schalter, Fassungen, Isoliermaterial und viele andere Dinge mehr.

## Projekt

### Der Styroporschneider

Styroporplatten kann man mit einem scharfen Messer schneiden. Allerdings werden die Kanten recht unsauber, denn das Styropor® krümelt sehr und Messer werden schnell stumpf.

Viel besser geht es mit einem elektrischen Schneidegerät. Dazu braucht man eigentlich nur einen gespannten, sehr heißen aber noch nicht glühenden Draht. Dieser schmilzt das Styropor® und verdampft es an der Berührstelle. Schiebt man einen Styroporblock gegen einen solchen Hitzdraht, dann geht dieser durch das Styropor® wie „ein Messer durch Butter“. Anschließend hat man zwei saubere Schnittflächen.

Du brauchst:  
1 Styroporplatte,  
1 regelbares Netzgerät  
(oder Spielzeugtrafo),  
Konstantandraht (0,2 mm),  
2 Isolierstützen, Kabel,  
Stativmaterial,  
2 Lüsterklemmen  
1 Laubzange

Dieses Prinzip kannst du mit ein oder zwei Helfern einmal ausprobieren. Schiebe dabei den Styroporblock gleichmäßig und schön langsam gegen den Draht.

Dabei müssen die Helfer den Hitzdraht immer stramm spannen. Mit einer Rolle und einem Wägestück könnt ihr den Draht auch automatisch spannen.

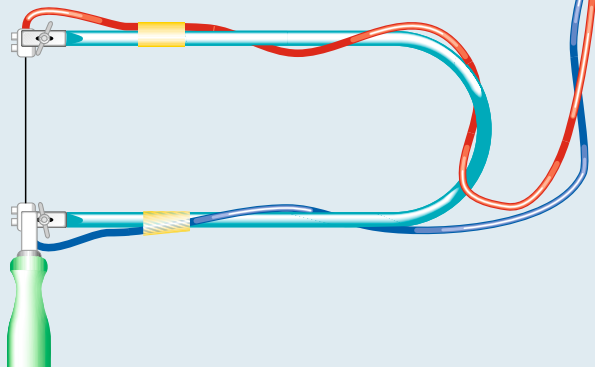
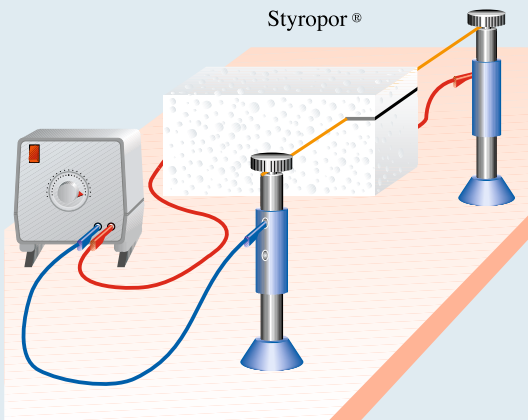
Mit dieser Apparatur lassen sich Platten und Quader für verschiedene Anwendungen zuschneiden. Schwer fällt es allerdings,

damit z. B. große Buchstaben oder andere krummlinige Figuren zu basteln.

Da hilft der Laubsäge-Styroporschneider:

Schraube einfach den Konstantandraht an den Sägebügelenden zusammen mit blanken Enden der Kabel fest in Lüsterklemmen ein – fertig ist das Schneidegerät.

Hiermit kannst du für das nächste Schulfest große Buchstaben oder andere Figuren ausschneiden.

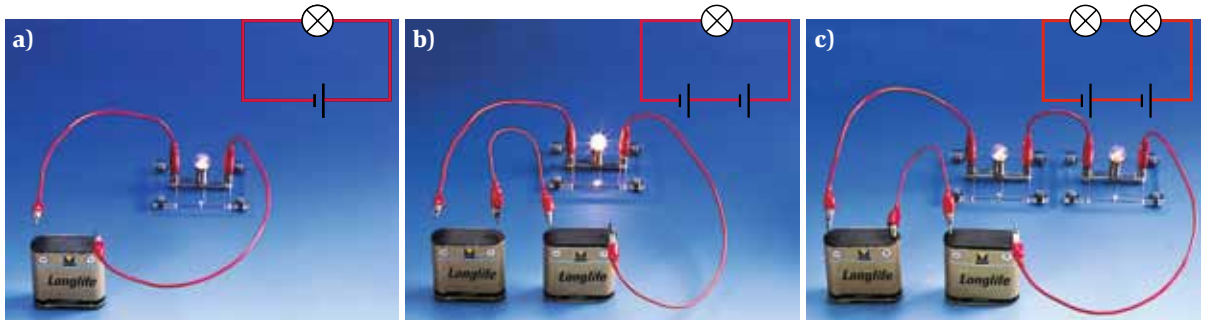


**B2** Ein professioneller Styroporschneider



**B3** Ein Haus – großartig gemacht aus Styropor

## Auf die richtige Spannung kommt es an



**B1** Die Stärke des elektrischen Stromes hängt von der Zahl der Batterien (Antrieb) und Zahl der Glühlampen ab.

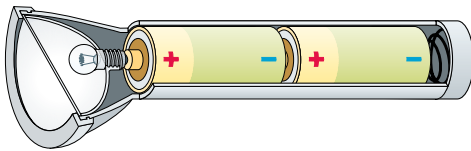
**V1 a)** Schalte wie in **→ B1b** zwei Batterien in Reihe in den Stromkreis. Tatsächlich, die Lampe leuchtet nun heller als mit nur einer Batterie.

**b)** Schalte eine weitere Glühlampe mit der ersten in Reihe **→ B1c**. Beide Lampen leuchten nun nur so hell wie eine Lampe mit nur einer Batterie **→ B1a**.

### 1. Je mehr Antrieb, desto heller die Lampe

Im **→ B1a** leuchtet die Lampe normal hell. Sie soll nun heller leuchten. Lisa hat einen Vorschlag: „Heller leuchtet sie, wenn der Strom stärker ist. Wir müssen den **Antrieb** vergrößern. Hätten wir einen Wasserkreislauf, dann würden wir zwei Pumpen nehmen. Vielleicht könnten wir beim elektrischen Strom zwei Batterien statt einer nehmen?“

Lisa schaltet zwei Batterien in Reihe, so wie sie es von einer Stabtaschenlampe kennt **→ B2**. Auch dort werden die Batterien so geschaltet: Pluspol der einen an den Minuspol der anderen. **→ V1a** zeigt, dass mit zwei Batterien der Antrieb tatsächlich stärker geworden ist.



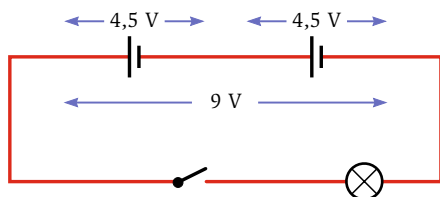
**B2** Monozellen in Reihe liefern einen stärkeren Antrieb.



Was geschieht, wenn wir neben dem Antrieb auch die Anzahl der Lampen erhöhen? Eigentlich müsste jetzt der Strom wieder schwächer werden – wie beim Wasserschlauch, der noch an einer zweiten Stelle zugequetscht wird. **→ V1b** bestätigt dies: Zwei Batterien in Reihe geschaltet haben zusammen einen größeren Antrieb, zwei Glühlampen in Reihe sorgen dafür, dass der Strom doch nicht stärker wird. Das gleicht sich aus: Ein größerer Antrieb erhöht die Stromstärke, mehr Lampen hintereinander verkleinern sie.

### 2. Die Spannung bestimmt den Antrieb

Lisa hat den Antrieb durch Zuschalten einer zweiten Batterie verstärkt. Es geht auch anders: In **→ V2** verwenden wir Batterien, die sich in der Form, vor allem aber durch die Angabe 1,5 V, 4,5 V und 9 V (V: Volt) unterscheiden. Diese Angabe auf der Batterie beschreibt den Antrieb. Statt vom „elektrischen Antrieb“ spricht man von der Spannung einer Batterie. Die bisher oft verwendeten Flachbatterien haben eine Spannung von 4,5 V **→ T1**. Der starke Antrieb von 230 V erzwingt im Vergleich eine gefährlich große Stromstärke.



**V2** Baue die Schaltung mit unterschiedlichen Batterien nach (Monozelle mit 1,5 V, Flachbatterie mit 4,5 V, Blockbatterie mit 9 V). Je größer die Voltangabe ist, desto heller leuchtet die Lampe. Eine 9 V-Batterie wirkt wie zwei in Reihe geschaltete 4,5 V-Batterien.

#### **Merksatz**

Die Stromstärke im Stromkreis hängt von der Spannung und der Anzahl der in Reihe geschalteten Lampen ab.

### 3. Die Spannungen müssen zusammenpassen



Auch auf den Glühlampen findest du eine Spannungsangabe in Volt aufgedruckt. Was soll diese Angabe bedeuten, Glühlampen treiben doch keine Elektrizität an?

Die Lampenaufschrift gibt die so genannte **Nennspannung** der Glühlampe an (hier z.B. 230 V). Darunter versteht man die Spannung, die man für den normalen Betrieb der Lampe braucht.

- Liegt die Spannung unter der Nennspannung, wie in **→ V3**, dann funktioniert die Lampe nicht ordentlich. Sie leuchtet zu dunkel oder überhaupt nicht.
- Liegt die Spannung über der Nennspannung des Lämpchens **→ V4**, dann leuchtet sie zu hell.

Bei **→ V4** gibt es sogar eine böse Überraschung: Die Lampe geht plötzlich aus, sie hat eine Unterbrechung bekommen. Außerdem hat ein dunkler Belag den Glaskolben von innen geschwärzt **→ B3**. Was ist geschehen?

Die hohe Spannung am Netzgerät lieferte einen zu starken Strom durch den Glühdraht. Damit erhitze sich der Glühdraht so stark, dass das Metall verdampfte. Der Metallrauch hat sich schließlich an der Innenseite des Kolbens niedergeschlagen (der Belag lässt sich nicht abreiben).

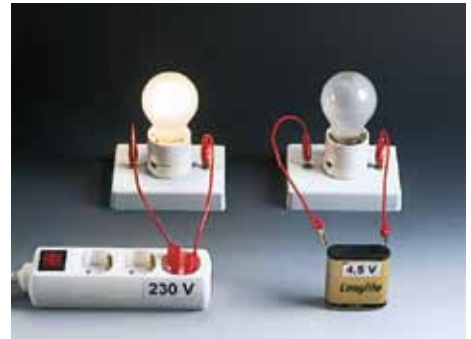
#### Merksatz

Die Spannung einer Stromquelle darf nicht über der Nennspannung angeschlossener Geräte liegen.

Beim Tausch verbrauchter Batterien eines elektrischen Gerätes musst du auf die richtige Spannung achten. Aber auch die Polung der Batterien muss stimmen: Der Pluspol der Batterie wird an den Plus-Anschluss des Gerätes angeschlossen, der Minuspol entsprechend an den Minus-Anschluss.

| Stromquelle                        | Spannung       |
|------------------------------------|----------------|
| Alkaline-Monozelle                 | 1,5 V          |
| Flachbatterie (3 Monozellen)       | 4,5 V          |
| Blockbatterie (6 Monozellen)       | 9 V            |
| Autobatterie (Bleibatterie)        | 12 V oder 24 V |
| Spielzeugtrafo                     | 20 V           |
| <b>Ab jetzt wird's gefährlich!</b> |                |
| Telefonnetz                        | 60 V           |
| Hausnetz                           | 230 V          |
| Oberleitung der Straßenbahn        | 500 V          |
| Oberleitung der Eisenbahn          | 15 000 V       |
| Überlandleitung                    | bis 400 000 V  |

**T1** Gebräuchliche Spannungen



**V3 (Lehrerversuch)** Im Versuch wird eine übliche Haushaltslampe mit dem Aufdruck 220 V – 235 V an die Netzspannung 230 V angeschlossen. Sie leuchtet normal. Die Lampe bleibt dunkel, wenn man sie an eine Flachbatterie mit viel kleinerer Spannung (4,5 V) anschließt.

**V4** Wir betreiben die Glühlampe aus einem Fahrradscheinwerfer (6 V) mit einem einstellbaren Netzgerät. Bei 6 V beginnend drehen wir langsam zu höheren Spannungen bis etwa 10 V. Die Glühlampe leuchtet hier sehr hell. Leider erlischt sie schon nach wenigen Minuten.



**B3** Diese Glühlampe ist mit zu hoher Spannung betrieben worden.

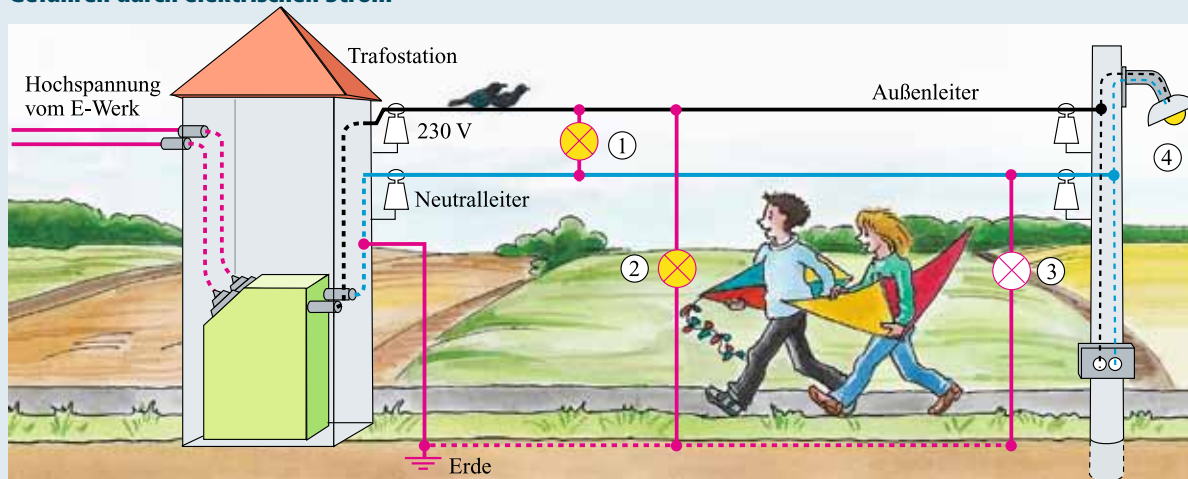
#### Mach's selbst

**A1** In Gedanken erweitern wir **→ V2** um einen Schritt: Wir nehmen eine der beiden Batterien wieder heraus. Schildere, was passiert.

**A2** Schraube das Glühlämpchen aus deiner Taschenlampe und vergleiche den Aufdruck mit der Angabe auf den verwendeten Batterien.

**A3** Recherchiere, wie groß die Netzspannung in verschiedenen Ländern ist (z.B. USA, Japan, Mexiko, Kuwait)

## Gefahren durch elektrischen Strom



**B1** Auch die Erde ist ein Anschluss des Stromnetzes; sie ist mit dem Neutraleiter verbunden.

### A. Nicht mehr als 24 V

Schon bei der kleinen Spannung einer 4,5 V-Batterie fließt Elektrizität durch den menschlichen Körper. Jedoch ist der schwache elektrische Strom für uns völlig ungefährlich. 230 V Netzspannung an der Steckdose sind dagegen höchst gefährlich.

Für Spielzeug und Schülerexperimente hat man 24 Volt als Höchstspannung festgelegt. Schülerexperimente mit mehr als 24 Volt sind nicht erlaubt.

Die Stromquelle der Eisenbahn hat eine Spannung von 15 000 V. Hochspannungsleitungen werden mit Spannungen über 100 000 Volt betrieben. Bei solchen Spannungen ist der starke elektrische Strom durch den Körper in jedem Fall tödlich.

### B. Das 230 V-Netz

Die zwei Leitungen in **→ B1**, die jedem Hausanschluss vom E-Werk zugeführt werden, heißen Außenleiter und Neutraleiter. Im E-Werk, in der Trafostation und in jedem Haus ist der Neutraleiter stets mit der Erde verbunden. Alle Geräte, die man zwischen Außen- und Neutraleiter schaltet, werden von Elektrizität durchflossen (Lampen 1 und 4) – das ist normal. Aber auch die Lampe 2 leuchtet. Sie liegt zwischen Außenleiter und Erde.

Elektrizität fließt also vom Außenleiter durch die Lampe und weiter durch die Erde zum E-Werk zurück. Man nennt dies Erdschluss.

Die Lampe 3 bleibt dunkel; zwischen Erde und Neutraleiter herrscht keine Spannung. Da man aber zu Hause nicht weiß, welche der Leitungen der Neutraleiter ist, besteht beim Berühren von Leitungen ohne Isolierung stets Lebensgefahr.

### C. Das 230 V-Netz

Tragischer Unfall im Hauptbahnhof: Weil er auf eine Lokomotive geklettert war und mit der Hochspannungsleitung in Kontakt kam, starb ein 23-jähriger Mann.

Damit Elektrizität den menschlichen Körper durchströmen kann, muss er an mindestens zwei Stellen Kontakt mit einem elektrischen Stromkreis haben.

Wie ist dann ein Unfall möglich, wie ihn die Zeitung berichtet? Es wurde doch nur eine Leitung berührt.

Bei der Straßenbahn oder der Eisenbahn gibt es nur den Außenleiter, der Neutraleiter wird durch die Schienen ersetzt. Elektrizität fließt vom Elektrizitätswerk durch die Oberleitung zum Stromabnehmer der Lokomotive und von dort durch den Motor zu den Rädern. Durch die Schienen geht es dann zurück zum E-Werk, der Stromkreis ist geschlossen.

Berührt ein Mensch die Oberleitung und steht dabei in Verbindung mit den Schienen, z. B. über feuchtes Erdreich, erhält er einen tödlichen Stromschlag. Schon der Kontakt über eine möglicherweise etwas feuchte Drachenschnur kann gefährlich sein.

## Physik und Technik

## Von der Glühlampe zur Leuchtdiode

In einem Drei-Personen-Haushalt werden pro Jahr etwa 2800 kWh elektrischer Energie benötigt (ohne Warmwasserbereitung). Davon entfallen 320 kWh auf die Beleuchtung. Umweltbewusste Köpfe können durch die Wahl der richtigen Lampe Energie sparen, ohne auf genügende Helligkeit verzichten zu müssen.

**A. Glühlampen**

Die Glühlampe wandelt nur 5 von 100 zugeführten Energieportionen in Licht, 95 Energieportionen werden als Wärme abgegeben. Die Lichtausbeute steigt zwar mit der Temperatur des Glühfadens, doch sinkt dann die Lebensdauer der Lampe von etwa 1000 h stark. Das Glühfadenmetall Wolfram verdampft im Vakuum schon bei 2100 °C. Dieses Abdampfen der Wolframatome verlangsamt man durch Einfüllen eines besonderen Gases in den Glaskolben. In ihm wird das abdampfende Metall zum Glühfaden zurückgestoßen. Dessen Temperatur lässt sich so bis 3000 °C steigern, der Draht wird dadurch heller.

Trotz dieser Maßnahmen schlägt sich Wolfram allmählich als dunkler Belag auf der Innenseite des Glaskolbens nieder – die Lichtausbeute sinkt. Geringe Lichtausbeute und kurze Lebensdauer der Glühlampe werden bei der **Halogenglühlampe** verbessert. Durch Zugabe von Halogen gas erreicht man, dass keine Schwärzung des Lampenkolbens auftritt. So kann man die Temperatur und damit die Lichtausbeute noch einmal steigern. Dadurch erreicht man eine noch höhere Lichtausbeute, eine längere Lebensdauer, weißes Licht und kleine Abmessungen.

**B. Leuchtstofflampen**

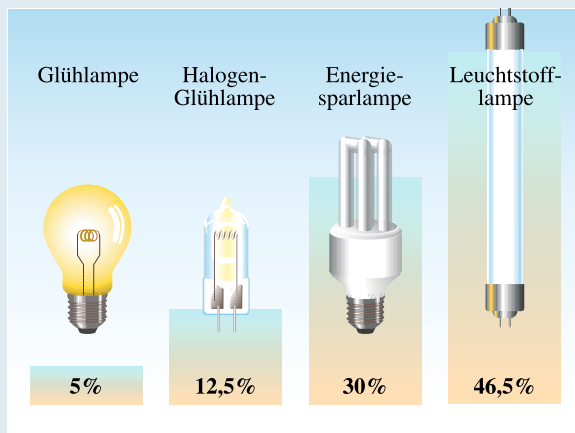
Während bei Glühlampen ein Metalldraht den Strom leitet, ist es in Leuchtstofflampen Quecksilberdampf. Wenn er leuchtet – er muss vorher durch hohe Spannung leitend gemacht werden – entsteht viel an unsichtbarem ultraviolettem Licht (UV). Ein Leuchtstoff, mit dem die Glasröhre innen ausgekleidet ist, wandelt das UV in sichtbares Licht um und bestimmt den Farbton. Die Lichtausbeute einer Leuchtstofflampe ist etwa 6- bis 8-mal höher als die gewöhnlicher Glühlampen. Ihre Lebensdauer beträgt 10000 h. Durch häufiges Ein- und Ausschalten wird sie verkürzt.

Energiesparlampen sind Leuchtstofflampen in besonderer Form. Bei ihnen wählt man dünne Röhren, die auch noch mehrfach aufgewickelt werden. Auf diese Weise benötigen sie wenig Platz. Mit ihrem Schraubgewinde passen sie in die üblichen Lampenfassungen.

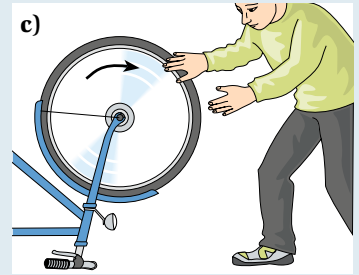
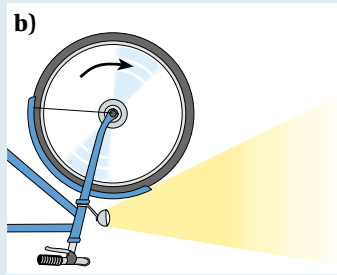
**C. Leuchtdioden (LED)**

Leuchtdioden kennst du als rote oder grüne Kontrolllampen von Fernsehern und Ladegeräten. Taschenlampen, Fahrradleuchten und Rücklichter von Autos sind weitere Beispiele des heutigen Einsatzes. Besondere Vorteile sind geringere Wärmeentwicklung, etwa 50000 Betriebsstunden, Stoßfestigkeit und die kleinen Abmessungen. Als Spannungsquelle kann auch eine Batterie gewählt werden.

Ein ganz findiger Diskobetreiber hat den Tanzboden aus Fliesen gebaut, die auf und ab federn können. Wenn getanzt wird, treibt die Bewegung der Fliesen kleine Dynamos an. Mit ihnen wird die LED-Beleuchtung im Saal versorgt.

**B2** Lichtausbeute verschiedener Lampen**B3** Lebensdauer von Lampen

## Energie in der Physik



**B1** a) Jan auf dem Energiefahrrad. b) Jan bringt das Rad in Schwung und schaltet die Beleuchtung ein. c) Jan bringt das Rad in Schwung und bremst es mit der Hand.

Auf einem *Energiefahrrad* (→ **B1a**) ist es mühsam, eine Glühlampe andauernd leuchten zu lassen oder gar minutenlang die Energie zum Erhitzen von Wasser zu „erstrampeln“. Eine Bildschirmanzeige dieses Energiefahrrades zeigt an, wie viel Energie gerade fließt.

#### A. Beim Erhitzen wird Energie übertragen

Im → **B1b** und → **B1c** führt Jan eigene „Energieversuche“ durch. Er gibt dem Vorderrad mit der Hand immer wieder den gleichen Schwung. Danach wird das Rad auf unterschiedliche Arten langsamer:

- Der Schwung des Rades nimmt schnell ab, wenn die Stromkreise von Scheinwerfer oder Rücklicht geschlossen sind, am schnellsten, wenn beide Lampen gleichzeitig leuchten.
- Wenn er das Rad mit der Hand mehr oder weniger abbremst, spürt er mehr oder weniger Temperaturerhöhung an seiner Handfläche.

Hier findet Energieübertragung statt. Beim Energiefahrrad muss man unentwegt treten, sonst hört die Energieübertragung auf. Bei Jans Versuchen findet sie statt, wenn das Vorderrad schneller oder langsamer wird. Jan macht das Rad schneller, indem seine Muskeln Energie liefern, er macht es langsamer, wenn er den Reifen mit der Hand abbremst oder wenn er Stromkreise für die Beleuchtung einschaltet. Beim Langsamerwerden des Rades ist Jan aufgefallen: Immer wird dabei etwas erhitzt, Glühdrähte in Lämpchen oder seine Handfläche.

Bei Jans Versuchen stammt die zum Erhitzen erforderliche Energie aus seinen Muskeln, sie steckt in der Bewegung des Rades und wird durch Reibung auf die Hand übertragen oder mithilfe eines Stromkreises auf den Glühdraht.

Wir halten fest:

- (1) **Temperaturänderung eines Gegenstands ist immer mit Energieübertragung verbunden.**
- (2) **Energie kann von einem Körper auf einen anderen übertragen werden.**
- (3) **Ein in Schwung gesetztes Rad hat Bewegungsenergie. Wird es langsamer, gibt es Energie ab.**

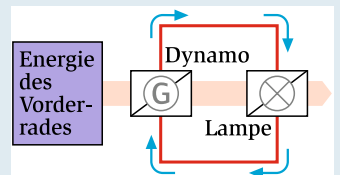
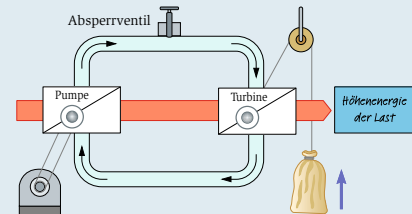
#### B. Stromkreis: Einbahnstraße für Energie

Im geschlossenen Stromkreis fließt die Elektrizität im Kreisverkehr durch die Drähte. Allerdings braucht jeder Kreislauf einen Antrieb.

In einem Wasserkreislauf ist es die Pumpe, die Energie von außen bezieht und über den Wasserkreis an das Turbinenrad liefert. Das Turbinenrad gibt die

Energie beim Heben nach außen an die angehängte Last ab. Für die Energie gibt es also eine Einbahnstraße: Von der Pumpe zur Turbine.

Im elektrischen Stromkreis des Fahrrads sind Dynamo und Glühlampe die **Energiewandler**. Der Dynamo wandelt Energie des in Schwung gebrachten Vorderrades in elektrische Energie. Die Glühlampe wandelt die elektrisch übertragene Energie in Wärme zum Erhitzen von Glühdraht und Umgebung.



- (4) **Für die Energie ist der Stromkreis eine Einbahnstraße: Der Fahrraddynamo bekommt die Energie und gibt sie über den Stromkreis an die Glühlampe. Diese gibt sie als Licht und Wärme weiter.**

### C. Elektrische Energie aus Höhenenergie



Sofia und Sarah haben einen Dynamo oben an die Stativstange geschraubt. Statt des Reibrädchens hat er ein Rad mit Rille, um das sie einen Faden gewickelt haben. An den Faden hängen sie Haken Gewichte. Wenn sie die Gewichte loslassen, sinken diese nach unten. Solange sie sinken, leuchtet das an den Dynamo angeschlossene Glühlämpchen. Woher kommt jetzt die Energie, die das Lämpchen leuchten lässt?

Bei Jans Versuchen wurde das Rad langsamer, es hat von seiner **Bewegungsenergie** abgegeben. Bei Sofia und Sarah haben die Gewichte an Höhe verloren und dabei **Höhenenergie** abgegeben.

Und wie bekamen die Wägestückchen ihre Höhenenergie? Von Sofia oder Sarah! Eine von beiden hat ihnen „Höhe gegeben“ und dabei Energie zugeführt.

**(5) Man muss einem Gegenstand Energie zuführen, damit er Höhe gewinnt. Der Gegenstand speichert dabei die Energie als Höhenenergie. Er kann die Energie durch Höhenverlust wieder abgeben.**

### D. Elektrische Energie muss bezahlt werden



Viele Geräte erleichtern als Energiewandler unser Leben, aber nicht kostenlos. Für die Rechnung des Elektrizitätswerks wird der so genannte „Stromverbrauch“ am Zähler abgelesen. Dieser misst die Menge an elektrischer Energie, die der Wohnung zugeführt wird. Im Zähler dreht sich eine Scheibe und treibt ein Zählwerk an. Scheibe und Zählwerk laufen umso schneller, je mehr Geräte eingeschaltet sind. Das Zählwerk gibt die übertragene Energiemenge in Kilowattstunden (kWh) an. Wie viele Kilowattstunden zählt euer Zähler zu Hause an einem Tag?

### E. Energie geht nicht verloren

Jan erhitzt kleine Wasserportionen in der Mikrowelle. Er nimmt immer die gleiche Menge in einem Plastikbecher, stellt immer die kleinste Stufe ein, immer 30 Sekunden lang.

Er bestimmt jeweils die Temperatur mit einem Digitalthermometer und stellt die Temperatur von 20 °C auf

27 °C. – Er hat dies erwartet, die Mikrowelle liefert in 30 Sekunden immer die gleiche Menge Energie.

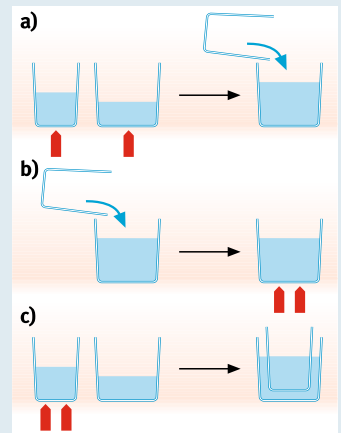
Mit dieser immer gleichen Energiemenge führen wir drei Versuche durch. Jedes Mal beginnen wir mit zwei kalten Wasserportionen (20 °C), führen insgesamt zwei Energieportionen zu und messen zum Schluss die Endtemperatur einer doppelten Wasserportion:



(1) Jede der Wasserportionen wird in der Mikrowelle erhitzt, dann werden beide Portionen in dem größeren Becher zusammengeschüttet.

(2) Beide Wasserportionen werden sofort zusammengeschüttet, dann zweimal 30 Sekunden lang geheizt.

(3) Eine Wasserprobe wird 60 Sekunden lang in die Mikrowelle gestellt, dann mit dem Becher in die andere Wasserprobe gehalten und geschwenkt, bis sich die Endtemperatur eingestellt hat.



In allen drei Versuchen messen wir die Endtemperatur 27 °C.

Was bedeutet das? Zum Schluss haben wir immer die doppelte Wassermenge in einem Becher. Dieser doppelten Wassermenge wurde auf unterschiedlichen Wegen zweimal die gleiche Energieportion zugeführt, jeder einzelnen Wasserprobe also eine Energieportion. Welchen Weg die Energie zu ihrer Wasserportion gegangen ist, in welcher Wasserprobe sie zwischendurch gespeichert ist, spielt für das Ergebnis keine Rolle.

**(6) Beim Erhitzen wird auf das Wasser Energie übertragen. Das Wasser speichert die Energie und kann sie wieder abgeben. Energie geht bei der Übertragung nicht verloren.**

## Das ist wichtig

### 1. Sicherheit

Experimente im Stromnetz des Haushalts sind lebensgefährlich. Experimentiere deshalb nur mit Stromquellen, die Spannungen unter 24 V haben. Geeignet ist, z. B. eine Batterie mit 4,5 V.

### 2. Stromkreis

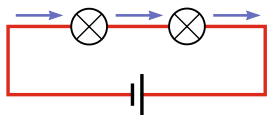
Elektrizität fließt nur im geschlossenen Kreis, sie wird dabei nicht verbraucht. Die Nennspannungen von Stromquelle und angeschlossenem Gerät müssen zusammenpassen.

### 3. Leiter – Nichtleiter

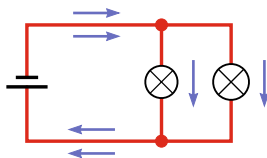
Metalle sind gute elektrische Leiter. Luft, Glas, Porzellan und die meisten Kunststoffe sind Nichtleiter. Wasser leitet umso besser, je mehr Salz in ihm gelöst ist. Auch wir Menschen sind Leiter.

### 4. Verschiedene Schaltungen

**Reihenschaltung:** Alle Lampen liegen hintereinander im selben Stromkreis



**Parallelschaltung:** Jede Lampe ist direkt mit der Stromquelle verbunden. Die Fahrradbeleuchtung ist eine Parallelschaltung.



Mehrere Schalter kann man verschieden anordnen.

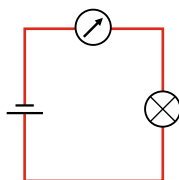
In Reihe: UND-Schaltung.

Parallel: ODER-Schaltung.

Zwei ENTWEDER-ODER-Schalter: WECHSEL-Schaltung.

### 5. Messgeräte

Messgeräte können auch dann noch Strom anzeigen, wenn er für den Betrieb einer Lampe zu schwach ist.

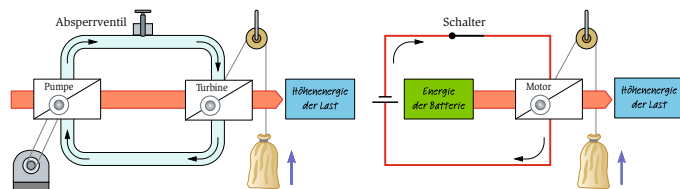


## Das schafft Überblick

### Erkenntnisgewinnung

Zu einem vollständigen Stromkreis gehört eine Stromquelle. Sie wirkt wie eine Elektrizitätspumpe. Von einem Pol der Quelle führt eine leitende Verbindung (aus Kupfer) zum „Verbraucher“, z. B. dem Anschluss einer Lampe. Vom anderen Anschluss geht es mit einer zweiten Leitung wieder zurück zur Quelle.

Man kann den Stromkreis mit einem Wasserkreislauf vergleichen: Eine Pumpe pumpt das Wasser im Kreis: durch Rohr, Turbine und wieder ein Rohr.



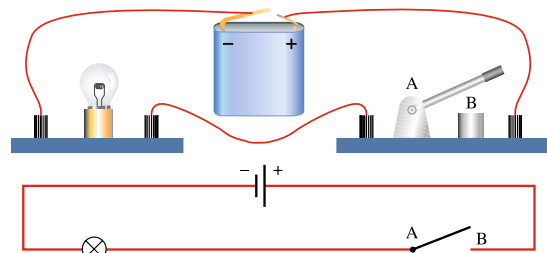
In einem Stromkreis müssen alle Verbindungen die Elektrizität leiten können. Die Leitungen müssen gegen Berührung von außen aber mit nicht leitendem Material ummantelt sein, ebenso Stecker, Lampenfassungen und auch alle anderen elektrischen Geräte.

### Kommunikation

Zur Darstellung eines Stromkreises genügt es meistens die verwendeten Bausteine zu benennen. „Ich habe einen Stromkreis aus Batterie (4,5 Volt), einer Glühlampe (6 V Nennspannung) und zwei Kabeln mit Krokodilklemmen aufgebaut.“

Man kann aber auch ein Foto des Aufbaus zeigen.

Am einfachsten und immer eindeutig ist eine Schaltskizze mit den Symbolen von Quelle, Kabel, Schalter und Lampe.



### Bewertung

Zum Schutz vor gesundheitlichen oder sogar tödlichen Gefahren experimentieren Personen ohne besondere Ausbildung nur mit kleinen elektrischen Spannungen. Für Schülerinnen und Schüler gilt: Nur Quellen benutzen, die höchstens eine Spannung von 24 Volt haben. Also niemals an der Steckdose experimentieren!

## Das kannst du schon

### Mit Elektrizität sicher umgehen

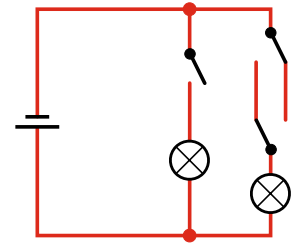
Du experimentierst nur mit Batterien oder mit vom Lehrer erlaubten Netzgeräten. Auf keinen Fall lässt du dich verleiten, mit Steckdosen zu hantieren oder Kletterabenteuer auf Loks oder Straßenbahnen zu bestehen.



Sichere (4,5 V) und gefährliche Stromquellen (230 V)

### Schaltbilder anfertigen und lesen

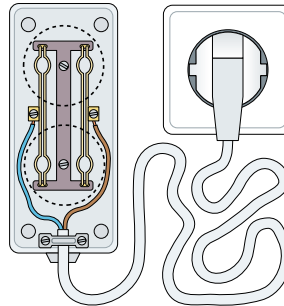
Zu einfachen Stromkreisen kannst du ein Schaltbild anfertigen. Du benutzt für eine bessere Übersichtlichkeit dazu die vereinbarten Schaltsymbole. Die Bestandteile eines fertigen Schaltbildes erkennst du und kannst sie in ihrer Funktionsweise beschreiben.



Elektrische Schaltungen

### Elektrische Schaltungen durchschauen

Stromkreise mit Parallel- und Reihenschaltung hast du selbst im Experiment erforscht. Deshalb erkennst du an einem Versuchsaufbau, welchem Zweck er dient. Bei technischen Geräten erkennst du den physikalischen Zusammenhang und kannst ihn auch deinen Mitschülerinnen und Mitschülern erklären.



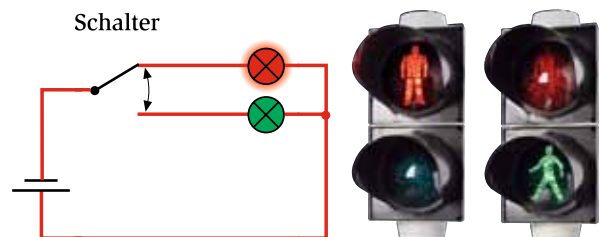
In der Mehrfachsteckdose ist Platz für zwei Stecker. Bei der Heckenschere müssen zwei Schalter zugleich betätigt werden.

### Spannungsangaben benutzen

Du unterscheidest Stromquellen nach ihrer Spannung und achtest auf die angegebenen Spannungen, wenn du Geräte an eine Stromquelle anschließt.

### Neues erforschen – Technik erklären

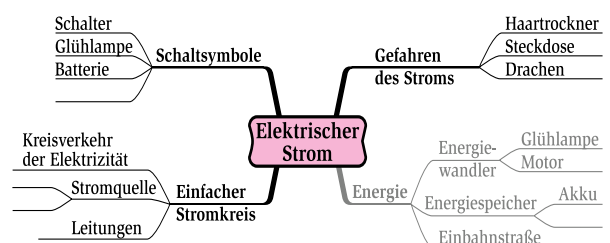
Mit deinem Grundwissen gelingt es dir, eine gestellte Aufgabe zu lösen und so alltägliche Technik zu verstehen. In der Fachsprache kannst du sie erklären.



Ampelschaltung als alltägliche Technik

### Mit Partnern arbeiten

Du hast gelernt, dass man schneller zum Ziel gelangt, wenn man mit Partnern zusammenarbeitet. Dies gilt bei Schülerversuchen, in Projekten oder in einer Forscherwerkstatt. Mit einem Referat oder einem Lernplakat kann eure Gruppe das Ergebnis präsentieren.



Unvollendete Mindmap auf einem Lernplakat

## Kennst du dich aus?

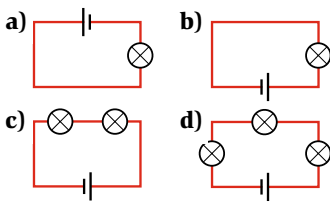
**A1** Nenne Hinweise darauf, dass im Stromkreis Elektrizität im Kreis fließt.

**A2** Aus diesen Bauteilen sollst du einen Stromkreis erstellen.

- Beschreibe dein Vorgehen.
- Fertige einen Schaltplan an.



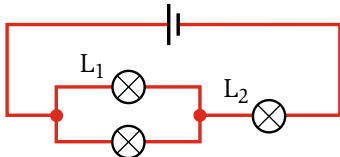
**A3** In welchem der gezeichneten Fälle leuchten die Lampen am hellsten? Begründe deine Antwort.



**A4** Warum sind Lampen in Wohnungen nicht in Reihe geschaltet? Nenne mehrere Gründe.

**A5** Plane und zeichne einen Schaltkreis für das Umschalten von Fern- auf Abblendlicht beim Auto.

**A6** Schildere, was sich ändert, wenn du Lampe 1 bzw. Lampe 2 heraus schraubst.



**A7** Nenne Teile eines Wasserstromkreises und eines elektrischen Stromkreises, die sich entsprechen. Zähle auch Unterschiede der zwischen den beiden auf.

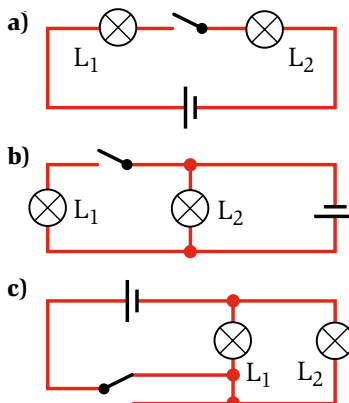
**A8** Suche die Nennspannungen verschiedener batteriebetriebener Geräte heraus, die du benutzt (Taschenlampe, Fernbedienung des Fernsehers usw.).

**A9** Es ist lebensgefährlich, einen Drachen in der Nähe von Hochspannungsleitungen steigen zu lassen. Beschreibe den Stromweg für den Fall, dass die Drachenschnur eine Leitung berührt.



**A10** Was haben Fahrradbeleuchtung eines älteren Fahrrades und die Stromversorgung einer Lokomotive gemeinsam? Nenne zusätzlich auch den überlebenswichtigen Unterschied.

**A11** Der Schalter wird betätigt. Begründe, was in den Fällen a), b) und c) passieren wird.



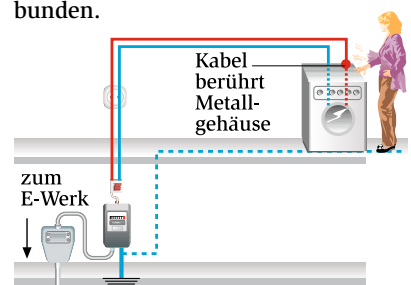
**A12** Sonjas Vater ist Elektriker. Er hat sich eine Schaltung für die Urlaubszeit überlegt:

- Die Außenlampe soll nur in der Dämmerung und der Nacht angehen.
  - Dann soll sie aber mit Schaltuhr immer von 22 Uhr bis 24 Uhr brennen.
  - Außerdem soll sie (durch einen Bewegungsmelder) immer dann angehen, wenn sich jemand dem Haus nähert.
- Baue dazu eine Modellschaltung mit drei Schaltern, Batterie und Lämpchen nach.

**A13** Die Glühwendel einer Glühlampe wird sehr heiß und leuchtet deshalb hell. Erläutere, warum die Zuleitung nicht heiß wird und deshalb auch keine Brandgefahr besteht.



**A14** Im Bild ist eine defekte Leitung zu sehen. Das Metallgehäuse der Waschmaschine ist dadurch mit der Netzleitung verbunden.

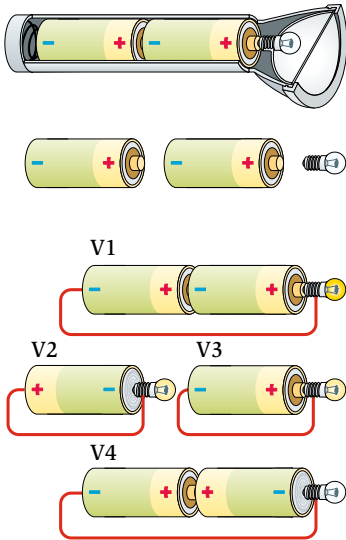


a) Beschreibe, wie Elektrizität fließt, wenn eine Person das Gehäuse anfasst. Beachte, dass bei unserem Haushaltsnetz eine der beiden Leitungen immer mit der Erde verbunden ist.

b) Erläutere, warum viele elektrisch betriebenen Geräte (z.B. ein Haartrockner) ein Gehäuse aus Kunststoff besitzen.

**A15** Inga hat das „elektrische Inventar“ der Taschenlampe ausgebaut. Mithilfe eines Drahtstücks bringt sie die Glühlampe zum Leuchten

- normal hell im V1,
- weniger hell bei V2 und V3,
- gar nicht bei V4.



Bereite ein Kurzreferat vor zum Thema: „Die Batterie liefert den Antrieb im Stromkreis“, in dem du Ingas Beobachtungen erklärst.

**A16** Es gibt ihn noch, den Bus mit elektrischer Oberleitung – auch Trolleybus genannt. Beschreibe den Unterschied zur elektrischen Straßenbahn.



**A17** Die Isolierung älterer Kabel ist oft brüchig. Welche Gefahren können dadurch entstehen?

**A18** Erkläre, was ein „Erdschluss“ ist. Erläutere die Gefahr, die für einen Menschen entsteht.

**A19** Die Liste der Gründe, mit elektrischen Geräten vorsichtig umzugehen, ist lang. Sie enthält notwendige Gebote und Verbote. Schreibe die Sätze der Liste mit eigenen Worten in anderer Form: *Es ist gefährlich ..., weil ...*

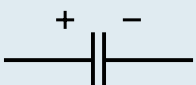
- Berühre nie die Pole einer Steckdose – auch nicht nur einen!
- Kleinkinder sollen durch Kindersicherungen in den Steckdosen geschützt werden.
- Repariere keine elektrischen Haushaltsgeräte, überlasse dies Fachleuten.
- Wechsle nie eine Glühlampe aus, überlasse dies deinen Eltern.
- Benutze keine Geräte mit defekten Leitungen.
- Ziehe Netzleitungen nicht am Kabel, sondern am Stecker aus der Steckdose.
- Benutze keine elektrischen Geräte im Bad.
- Hantiere mit elektrischen Geräten nicht mit feuchten Händen oder auf feuchtem Boden.
- Halte dich von Hochspannungsleitungen fern. Klettere nie auf Loks oder Straßenbahnen.

## Projekt

### Standlicht mit Energiespeicher

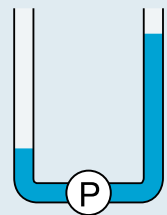


Was macht man abends, wenn der Dynamo an einer Kreuzung keine Energie liefert? Für diesen Fall gibt es Rücklichter mit Standlicht. Sie besitzen eine Leuchtdiode, die ihre Energie aus einem Speicher für elektrische Energie bezieht, sobald das Fahrrad steht.

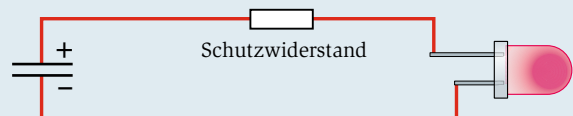


Wir ahnen diese Schaltung nach. In dieser Form reicht sie für den Straßenverkehr aber noch nicht aus. Als Energiespeicher wählen wir einen besonderen Kondensator, z.B. einen „Goldcap“. Eine Stromquelle mit maximal 5,5 V führt ihm Energie zu, das macht während der Fahrt normalerweise der Dynamo.

Hier wählen wir z.B. eine Flachbatterie (4,5 V). Sie pumpt Elektrizität von einer Seite des Kondensators auf die andere. Sie ähnelt dabei einer Pumpe, die Wasser von einer Rohrseite auf die andere hochpumpt.



Wenn wir nun den Kondensator als Stromquelle für eine LED benutzen, fließt die Elektrizität über die LED wieder zurück (wie das Wasser im Rohr zurücklaufen und eine Turbine antreiben würde). Solange dies geschieht, leuchtet auch die LED. Dies dauert einige Minuten. Und so sieht die Schaltung aus:





Schroedel



[www.schroedel.de](http://www.schroedel.de)

ISBN 978-3-507-86770-3



9 783507 867703