

72/DA8045

PRAXIS GRUNDSCHULE

HEFT 4 | JULI 2009 | www.praxisgrundschule.de

EXTRA: Kartei
mit Versuchen
zur Elektrizität



Der elektrische Strom

Elektrizität für Grundschul Kinder

PLUS: Deutsch, Sachunterricht, Mathematik

7-3.17

westermann

Der Stromkreis im Unterricht

Fachwissen und Fehlvorstellungen der Kinder

VON MICHAEL HAIDER UND THOMAS HAIDER

Der elektrische Strom ist uns allen vertraut und aus dem Alltag bekannt. Grund genug, das Thema in der Grundschule aufzunehmen. Das vorhandene Wissen der Kinder ist groß – aber leider oft fachlich nicht richtig.



FOTO: MICHAEL HAIDER

physikalischen Lehrmeinung stehen, nach der Strom eben nicht verbraucht werden kann. Fehlvorstellungen über Strom werden oftmals sogar von den Leuten in den Alltag eingebracht, die eigentlich darüber Bescheid wissen sollten, da sie den Strom ja schließlich „herstellen“ – den Energieversorgungsunternehmen: So erfahren wir aus der Werbung, dass Strom gelb ist, niemals schläft, immer da ist, dass Strom und Energie das Gleiche sind usw.

SCHÜLERVORSTELLUNGEN UND LERNSCHWIERIGKEITEN

Betrachtet man diese alltagsbewährten und in sich stimmigen „Fehlvorstellungen“, verwundert es nicht, dass sie oft resistent gegenüber unterrichtlichen Bemühungen sind und sich sogar oft lebenslang nachweisen lassen. So kann es dazu kommen, dass „Schulwissen“ und „Alltagswissen“ als unvereinbar nebeneinander bestehen bleiben. In der Regel findet allerdings eine Vermischung von „Schul-“ und „Alltagswissen“ statt: So weiß man meist nach dem Unterricht, dass ein Stromkreis „geschlossen“ sein muss, ohne sich jedoch im Klaren zu sein, dass Stromkreis weder für die Anordnung der Bauteile (eine häufig anzutreffende Vorstellung bei Kindern) noch als Synonym für „Stromleitung“ zu sehen ist.

Diese Diskrepanz zwischen erwarteten und den tatsächlich erbrachten Leistungen bezeichnet man allgemein als Lernschwierigkeiten. Eine Quelle der Schwierigkeiten ist die Sprache: Wissenschaftler benutzen eine andere „Sprache“, die zwar der Alltagssprache entlehnt, aber selten mit ihr deckungsgleich ist. So hat

Wie viele Kabel braucht man, um das Lämpchen zum Leuchten zu bringen?

Es gibt kaum einen Lernbereich im naturwissenschaftlichen Sachunterricht, der mit so unerschütterlichen, hartnäckigen Fehlvorstellungen behaftet ist wie Strom und Stromkreis. Nicht selten entstehen diese Fehlvorstellungen gerade durch die Vorerfahrungen mit „Strom“, etwa die Vorstellung, dass nur ein Kabel nötig ist, um ein Lämpchen zum Leuchten zu bringen – schließlich werden die Geräte zu Hause, ob Computer oder Schreibtischlampe, nur mit einem Kabel mit

der Steckdose verbunden. Eine weitere Quelle für fachlich nicht angemessene Vorstellungen bildet unsere Alltagssprache: Wir bezahlen unseren Stromverbrauch, Batterien werden nach einiger Zeit leer, Akkus werden aufgeladen, Glühbirne, Motor und ähnliches bezeichnen wir zusammenfassend als Verbraucher und wir ermahnen unsere Kinder, das Licht auszudrehen, um Strom zu sparen. Dies alles sind zweifellos im Alltag sinnvolle und wichtige Aussagen, die allerdings im Gegensatz zur

beispielsweise das Wort „Strom“ verschiedene Bedeutungen: Im Alltag wird es vor allem für den „elektrischen Strom“ sowie Meeresströmungen benutzt. In der Physik wird mit „Strom“ ein Transportvorgang bezeichnet; so gibt es neben dem „elektrischen Strom“ auch einen „Wärmestrom“, einen „Energiestrom“ usw. Doch auch beim „elektrischen Strom“ gibt es Unterschiede vom Alltagsgebrauch zum physikalischen Gebrauch: Der Alltagsbegriff „(elektrischer) Strom“ ist umfassender als der physikalische und meint neben der (im Alltag selten vorkommenden) rein physikalischen Bedeutung (der gerichteten Bewegung von Ladungsträgern) auch „Stromstärke“ und „Energie“. Während die Alltagsbedeutung „Stromstärke“ (also wie viel „Strom“ fließt) für die Primarstufe praktisch keine Rolle spielt, ergibt sich aus der Gleichsetzung von Strom und Energie ein nicht zu unterschätzendes Problem: Spricht die Lehrkraft von „Strom“ hat sie – so ist zumindest zu hoffen – die Bewegung von Ladungsträgern im Kopf. Der Schüler hört Strom und meint damit Energie, also das, was durch die Bewegung der Ladungsträger transportiert wird. Dass Schüler und Lehrer eigentlich völlig aneinander vorbeireden, fällt im Unterricht kaum auf. Problematisch wird es nur dann, wenn beide Vorstellungen nicht mehr miteinander verträglich sind. Dies ist bei der Fehlvorstellung, dass Strom „verbraucht“ wird, der Fall, wobei „Stromverbrauch“ durch die Alltagssprache gestützt wird. Gemeint ist hiermit nämlich eigentlich die „verbrauchte“, besser die umgewandelte elektrische Energie. Bei der Vorstellung der Lehrkraft (Elektronen, die sich im Kreis bewegen) kann kein Strom verbraucht werden. Bei der Schülervorstellung dagegen fließt Strom von der Batterie zum „Verbraucher“ und wird dort verbraucht, was aus physikalischer Sicht für die Energie richtig ist (sofern eben „verbrauchen“ im Sinne einer Umwandlung von elektrischer Energie in Licht- und Wärmeenergie, die an die Umgebung abgegeben werden, verstanden wird).

Die normierte (physikalische) Fachsprache müsste also gegen die lebendige Alltagssprache ankämpfen. Kann man jedoch erwarten, dass

sie diese bündigt? Angesichts der Tatsache, dass wir mit der so entstandenen Alltagssprache durchs Leben kommen – wohl kaum. Mit dieser Sichtweise sind wohl die Beständigkeit und Hartnäckigkeit so mancher Fehlkonzepte der Elektrizitätslehre zu interpretieren. Allerdings sollten die Schülerinnen und Schüler bereits in der Grundschule lernen, dass es Alltags- und Fachsprachen gibt – etwas, was Kindern eigentlich keine Schwierigkeiten bereitet: So wird wohl beispielsweise kaum jemand bei einer Geschichte, in der ein Jäger einen Hasen bei den Löffeln packt, an ein Essbesteck denken. Wichtig ist es, zu thematisieren, dass all diese „Sprachen“ ihre Berechtigung haben und dass zum Erkennen, welche „Sprache“ gemeint ist, eine Berücksichtigung des Kontextes notwendig ist.

Ein weiteres Problem ist, dass die Elektrizitätslehre in weiten Teilen al-

lein von Vorstellungen lebt. Kein Mensch hat je ein Elektron gesehen. Niemand kann sich in Leitungen (ver-)setzen und etwas strömen sehen. Der komplette Unterricht hierzu hat also die Schwierigkeit, bei den Schülern Vorstellungen zu etwas Komplexem aufzubauen, das vielleicht nur in den Köpfen der Physiker existiert.

Es gibt „typische“ Fehlvorstellungen, die bei vielen Schülerinnen und Schülern nachweisbar sind. Am häufigsten trifft man dabei auf eine „Einwegzuführungsvorstellung“ sowie eine „Zweiwegzuführungsvorstellung“, die beide mit einem „Stromverbrauchs-konzept“ einhergehen (siehe Abb. 1 und 2). Die Vorstellung von im Kreis fließenden „Ladungen“ erscheint Schülerinnen und Schülern extrem unplausibel.

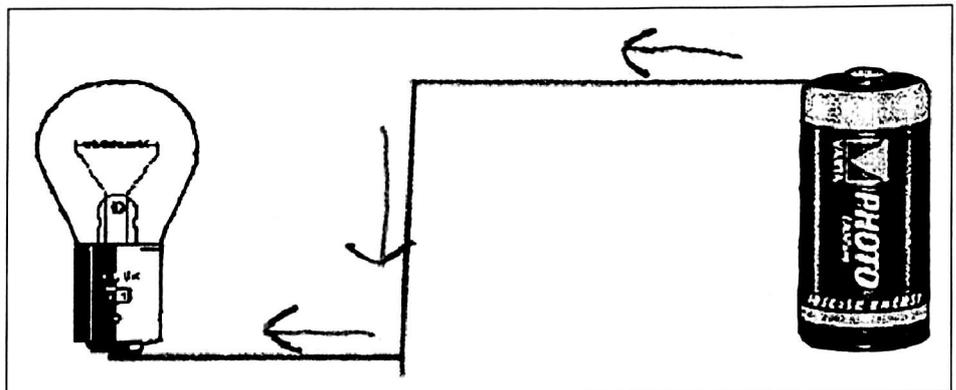


Abb. 1: Bei einer Einwegzuführungsvorstellung gehen die Kinder davon aus, dass nur ein Draht nötig ist, um ein Lämpchen mit einer Batterie zum Leuchten zu bringen. Durch diesen einen Draht fließt der Strom zum Lämpchen und wird dort verbraucht.

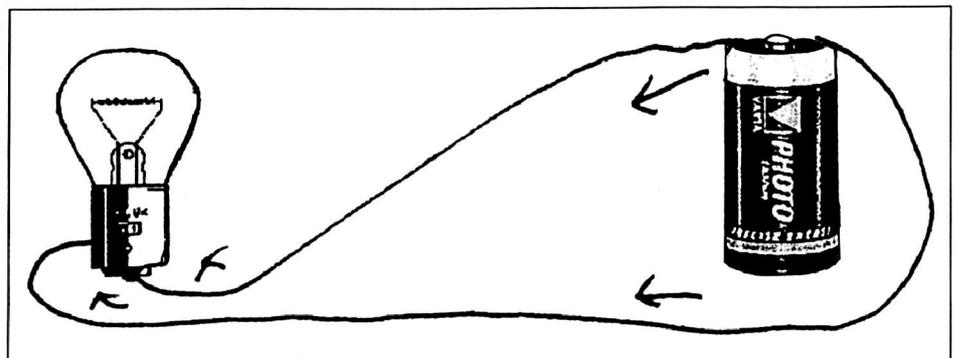


Abb. 2: Bei der Zweiwegzuführungstheorie ist den Kindern bewusst, dass ein Draht nicht ausreicht, um das Lämpchen zum Leuchten zu bringen. Sie gehen jedoch davon aus, dass der zweite Draht ebenfalls ein Zuführungsdraht ist und dass erst durch den zweiten Draht die vom Lämpchen benötigte „Menge Strom“ geliefert werden kann. Hier existiert zum Teil auch noch die Vorstellung, dass ausgehend von Plus- und Minuspol durch die beiden Drähte unterschiedliche Stoffe zum Lämpchen fließen. Die Stoffe (ob nun einer oder zwei) werden im Lämpchen verbraucht.

MODELLE UND ANALOGIEN ALS LÖSUNG?

Modelle und Analogien besitzen das Potenzial, Fehlvorstellungen abzubauen. Allerdings muss man beim Einsatz von Modellen und Analogien auch einiges beachten. So muss man sich als erstes bewusst werden, dass es das Modell nicht gibt. Genauso wenig gibt es „richtige“ und „falsche“ Modelle, sondern nur Modelle, die die Realität mehr oder weniger gut beschreiben. So gibt es beispielsweise ein Modell, bei dem man sich Licht als Teilchen vorstellt. Dieses Modell ist für viele Phänomene bestens als Erklärungshilfe geeignet. Aber gleichzeitig gibt es Experimente, die sich nur dann erklären lassen, wenn man Licht als Welle auffasst. Beide Modelle haben ihre Stärken, aber auch ihre Schwächen und Grenzen. Meistens ist der Gültigkeitsbereich von Unterrichtsmodellen sogar sehr eingeschränkt, denn Modelle werden ja hauptsächlich dazu verwendet, etwas anschaulich zu machen und zu vereinfachen. Wenn man etwa Strom mit „Strommännchen“ erklärt, so ist das per se weder richtig noch falsch. Mit dieser Modellvorstellung kann man zum Beispiel erklären, warum eine Glühbirne leuchtet. Es hat natürlich auch deutliche Grenzen, denn Strom besteht nun einmal nicht aus kleinen Männchen. Problematisch wird diese Modellvorstellung aber erst dann, wenn sie nicht mehr als Modellvorstellung gekennzeichnet wird, sondern so getan wird, als wären Strom und Männchen identisch. Deshalb ist es wichtig, beim Einsatz von Modellen und Analogien immer den Gültigkeitsbereich und die Grenzen gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern zu thematisieren, damit das „Modell“ auch als solches verstanden und nicht mit der „Realität“ verwechselt wird.

Beim Einsatz von Analogien stellt man fest, dass dabei in der Regel ein „Lernumweg“ gegangen werden muss: Zusätzlich zum Lernbereich, der eigentlich gelernt werden soll (zum Beispiel der elektrische Strom) muss oft ein anderer Lernbereich verstanden werden, etwa ein Wasserkreislauf. Das bedeutet, dass einem Unterricht mit Analogien mehr Zeit eingeräumt werden muss. Vertretbar ist diese zusätzliche Zeit nur dann, wenn die Schülerinnen und Schüler von die-

sem Unterricht mehr profitieren als von einem Unterricht ohne Modelle. Dies wurde an der Universität Regensburg sowohl für Wasseranalogien als auch mit einem mechanischen Kurbelmodell als Analogie untersucht. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass ein Unterricht über Strom mit Hilfe beider verwendeten Analogien effektiver war, als ein Unterricht ohne (siehe HAIDER im Druck). Der „Lernumweg“ erscheint durch diese Forschungsergebnisse auf jeden Fall vertretbar. |

LITERATUR

- Duit, Reinders:** Schülervorstellungen von Lerndefiziten zu neuen Unterrichtsansätzen. In: *Naturwissenschaften im Unterricht - Physik 4*, Heft 16/1993, S. 4-10
- Haider, Michael:** Naturwissenschaftlicher Kompetenzerwerb. Neuere Konzepte. In: *Sache, Wort, Zahl*, Heft 74/2005, S. 50-54
- Haider, Michael:** Der Stellenwert von Analogien für den Aufbau naturwissenschaftlicher Konzepte im Sachunterricht am Beispiel „elektrischer Stromkreis“. In: *Höttecke*, Dietmar (Hrsg.): *Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich*. Berlin 2007a, S. 283-286
- Haider, Michael:** Verbesserung der Unterrichtsqualität im physikalischen Bereich des Sachunterrichts durch den Einsatz von Modellen. In: *Möller, Kornelia u. a. (Hrsg.): Qualität von Grundschulunterricht entwickeln, erfassen und bewerten*. Bonn 2007b
- Haider, Michael:** Der Stellenwert von Analogien für den Erwerb naturwissenschaftlicher Erkenntnisse. Eine Untersuchung im Sachunterricht der Grundschule am Beispiel „Elektrischer Stromkreis“. Bad Heilbrunn (im Druck)
- Kircher, Ernst/Werner, Heidi:** Anthropomorphe Modelle im Sachunterricht der Grundschule am Beispiel „Elektrischer Stromkreis“. In: *Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe*, Heft 4/1994, S. 144-151
- Kircher, Ernst:** Analogien im Sachunterricht der Primarstufe. In: *Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe*, Heft 5/1995, S. 192-197
- Möller, Kornelia/Jonen, Angela/Hardy Ilona/Stern, Elsbeth:** Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 45. Beiheft 2002, S. 176-191
- Möller, Kornelia:** Konstruktivistisch orientierte Lehr-Lernprozessforschung im naturwissenschaftlich-technischen Bereich des Sachunterrichts. In: *Köhnlein, Walter: Perspektivisches Denken im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn 1999, S. 125-191
- Möller, Kornelia:** Lernen im Vorfeld der Naturwissenschaften - Zielsetzungen und Forschungsergebnisse. In: *Köhnlein, Walter/Schreier, Helmut (Hrsg.): Innovation Sachunterricht - Befragung der Anfänge nach zukunftsfähigen Beständen*. Bad Heilbrunn 2001a, S. 275-298
- Möller, Kornelia:** Konstruktivistische Sichtweisen für das Lernen in der Grundschule? In: *Rosbach, Hans-Günther/Nöle, Karin/Czerwenka, Kurt (Hrsg.): Forschungen zu Lehr- und Lernkonzepten für die Grundschule*, Opladen 2001b, S. 16-32
- Muckenfuß, Heinz:** Lernen im sinnstiftenden Kontext. Entwurf einer Zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts. Berlin 1995
- Spreckelsen, Kay:** Die Bedeutung des Analogischen für das physikalische Verstehen im Grundschulalter. In: *Physik in der Schule*, Heft 7-8/1992, S. 256-258
- Wiesner, Hartmut:** Untersuchungen zu Lernschwierigkeiten von Grundschulern in der Elektrizitätslehre. In: *Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe*, Heft 2/1995, S. 50-58

DIE AUTOREN

Dr. Michael Haider
ist Akademischer Rat im Fachbereich Naturwissenschaft und Technik der Universität Regensburg.

Thomas Haider
ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Grundschulpädagogik der Universität Regensburg.

LESEN SIE WEITER

Daniela Bendin: **Der heiße Draht**. In: *Praxis Grundschule*, Heft 3/2001, S. 34-41
Download unter: www.praxisgrundschule.de/aktuell_inhalt-aktuelles-heft.php?bestellnr=65010300

Anja Katic/Anna-Maria Nagl: **Der elektrische Strom**. In: *Praxis Grundschule*, Heft 1/2004, S. 32-38
Download unter: www.praxisgrundschule.de/aktuell_inhalt-aktuelles-heft.php?bestellnr=65040100

Bestellen Sie Ihre Hefte telefonisch unter 05 31/708-86 31, per E-Mail an abobestellung@westermann.de oder online unter www.praxisgrundschule.de

ZU DIESEM HEFT

Das Thema Strom wird in diesem Heft gegliedert in die Bereiche Strom im Alltag (siehe S. 13-19), Kennenlernen des Kreiskonzeptes durch Analogien (siehe S. 21-28), Wirkungen des Stroms (siehe S. 31-33) sowie Gefahren des elektrischen Stroms (siehe S. 34-37). Zu jedem Bereich

werden Materialien für den Einsatz im Unterricht angeboten.

Ergänzt wird das Angebot um eine Versuchskartei (siehe S. 30 ff) und um Sachinformationen für die Lehrkraft (siehe S. 8-9).

Arbeitsschwerpunkte	Unterrichtsziele	Passendes Material
Energie spielt eine große Rolle in unserem Leben	<ul style="list-style-type: none"> • erkennen, dass Elektrizität ein Teil unseres Lebens ist • Geräte aufzählen können, die in unserem Alltag Strom brauchen • Anknüpfungspunkte des Sachunterrichtsthemas „Elektrizitätslehre“ im Alltag finden 	<ul style="list-style-type: none"> • Ein besonderer Urlaub (S. 15) • Geräte im Haus (S. 16)
Kennenlernen des Stromkreises	<ul style="list-style-type: none"> • einen einfachen Stromkreis bauen können • wissen, dass beide Pole mit dem Lämpchen verbunden sein müssen • den Begriff Stromkreis kennen • wissen, dass ein Stromkreis geschlossen sein muss, damit das Lämpchen leuchtet • den Versuchsaufbau zum geschlossenen Stromkreis skizzieren können • Anschlussbedingungen diskutieren können • das Material benennen können • einen Stromkreis erklären können 	<ul style="list-style-type: none"> • Bringst du das Lämpchen zum Leuchten? (S. 17) • Wir zeichnen Stromkreise (S. 18) • Teile einer Glühbirne (S. 19) • Versuchskartei: Strom aus der Zitrone, Die Sandwichbatterie, Der schlaue Karton, Ein einfacher Schalter, Der Umschalter, Der Wäscheklammerschalter, Der Elektromagnet, Der Mini-Elektrophor (siehe Heftmitte)
Kennenlernen eines Teilchenmodells, der Energieübertragung	<ul style="list-style-type: none"> • anhand verschiedener Modelle und Analogien die Energieübertragung kennenlernen • wissen, dass der Energiefluss linear, der Fluss des Transportmittels zirkulär ist • das Suchen nach Erklärungen als Arbeit des Physikers kennenlernen • Modellbildung als eine für Physiker typische Arbeitsweise kennenlernen • ein einfaches Teilchenmodell kennenlernen • auf phänomenologischer Ebene Elektrizität begegnen 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelle für den Stromkreis (S. 25) • Strom wird nicht verbraucht (S. 27) • Wie fließt der Strom? (S. 28)
Kennenlernen eines analogen Modells: Wasserkreislauf	<ul style="list-style-type: none"> • die Energieübertragung aus der vorangehenden Einheit vertiefen • das Analogmodell Wasser kennenlernen • das Analogmodell erarbeiten • die Kreisvorstellung vertiefen • das Modell Wasserkreislauf verstehen und erklären können • analoge Bezüge zwischen Wasser- und Stromkreis herstellen können 	<ul style="list-style-type: none"> • Wir vergleichen Stromkreis und Wasserkreis (S. 26) • Wie fließt der Strom? (S. 28)
Kennenlernen verschiedener Wirkungen und Gefahren	<ul style="list-style-type: none"> • die magnetische Wirkung auf phänomenologischer Ebene kennenlernen • das Zitronenbatteriemodell kennenlernen • Gefahren und Sicherheitsregeln kennen • Verschiedene Leiter und Isolatoren kennen 	<ul style="list-style-type: none"> • Wie wirkt Strom? (S. 33) • Was leitet den Strom? (S. 35) • Strom ist gefährlich (S. 36) • Sicherheitsregeln für den Umgang mit elektrischem Strom (S. 37)

Sachinformationen

ELEKTRISCHE LADUNGEN UND FELDER

Es gibt positive und negative elektrische Ladungen. Diese können sich gegenseitig neutralisieren. In abgeschlossenen Systemen bleiben Ladungen erhalten. Gleichnamige Ladungen stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an.

Metalldrähte bestehen aus aneinandergebundenen Metallatomen. Die Atome bestehen aus einem Atomkern und einer Hülle aus Elektronen. Kern und Elektronen besitzen unterschiedliche Ladungen und ziehen sich deshalb an. Der Kern ist nach Konvention positiv geladen, die Elektronen negativ.

Im Metallverband ist es so, dass die Elektronen, die in der Hülle am weitesten vom Kern entfernt sind, sich leicht vom Kern lösen und sich praktisch frei im Metall bewegen können. Dies geschieht mit einer unvorstellbar hohen Geschwindigkeit von etwa 1 000 000 km/h. Dabei stoßen sie ständig gegen die Metallionen und ändern dabei ihre Flugrichtung. Im zeitlichen Mittel bewegen sie sich praktisch nicht.

Werden die Enden des Drahtes mit einer Batterie verbunden, also eine Spannung angelegt, dann driften die Elektronen insgesamt in Richtung des Plus-Pols der Batterie. Diese Driftbewegung überlagert sich mit der ursprünglichen Bewegung und ist sehr langsam (einige cm pro Sekunde).

ELEKTRISCHE SPANNUNG

Schließen wir das gleiche Lämpchen an verschiedene Batterien an, dann leuchtet es unterschiedlich hell, d. h. es fließen verschieden starke Ströme durch das Lämpchen. Diese unterschiedliche „Stärke“ der Batterien wird elektrische Spannung genannt und in Volt angegeben.

Eine Batterie mit einer hohen Spannung zwischen ihren Anschlüssen treibt durch ein Lämpchen einen höheren Strom als eine Batterie mit geringerer Spannung.

STROM UND STROMSTÄRKE

Bewegt man elektrische Ladungen, so entstehen Ströme. Phänomenologisch betrachtet, kann die Intensität des Vorgangs im Elektrogerät (z. B. das Leuchten einer Lampe oder das Drehen eines Motors) nach Anschluss einer Batterie unterschiedlich sein: Das Lämpchen kann kaum oder sehr hell leuchten, der Motor kann sich mit unterschiedlicher Geschwindigkeit drehen. Vermutlich wird hier die Stärke des elektrischen Stroms entsprechend unterschiedlich sein: Der elektrische Strom im helleren Lämpchen wird stärker sein, d. h. es fließt mehr Ladung im Lämpchen.

Strom definiert sich also über fließende Ladungen, genauer gesagt über die Ladungsmenge, die in einer bestimmten Zeit durch einen Leiter fließt. Im internationalen SI-System ist die Einheit für den Strom 1 Ampere ($1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$).

Der Strom ist zeitlich konstant (= Gleichstrom), wenn die Spannung zwischen den beiden Leiterenden konstant ist.

DER ELEKTRISCHE WIDERSTAND

Schließen wir verschiedene Geräte an die gleiche Spannungsquelle an, dann fließt ein unterschiedlich starker Strom durch das Gerät. Das Gerät besitzt also eine Eigenschaft, die festlegt, welche Stromstärke bei einer gegebenen Spannung durch das Gerät fließt. Diese Eigenschaft wird elektrischer Widerstand (R) genannt. Definiert ist der Widerstand als das Verhältnis von Spannung und Stromstärke: $R = U/I$. Je kleiner also der Widerstand ist, desto größer ist die Stromstärke (bei gleich gebliebener Spannung).

Auf der atomaren Ebene wird der Widerstand zum einen durch die Zahl der frei beweglichen Elektronen bestimmt: Je höher die Zahl der freien Elektronen pro Volumeneinheit ist, desto kleiner ist der Widerstand eines Drahtes. Er kommt weiterhin dadurch

zustande, dass die Elektronen auf ihrem Weg durch das Metall gegen die Metallionen stoßen und dadurch die Bewegung behindert wird. Erhöht sich die Temperatur des Drahtes, dann schwingen die Ionen heftiger hin und her und behindern die Elektronenbewegung stärker. Deshalb wird der Widerstand eines Metalldrahtes größer, wenn er erwärmt wird.

Der Widerstand eines Drahtes verdoppelt sich, wenn seine Länge verdoppelt wird. Wird sein Querschnitt verdoppelt (z. B. zwei gleiche Drähte parallel benutzt), dann halbiert sich der Widerstand. Außerdem ist der Widerstand vom Material abhängig.

LEITER UND ISOLATOREN

Ist der Widerstand eines Drahtes sehr klein, sprechen wir von einem guten elektrischen Leiter. Beispiele sind Kupfer, Silber und Aluminium. Ist der Widerstand sehr hoch, bezeichnen wir ihn als schlechten elektrischen Leiter oder als Isolator. Beispiele sind Glas, Porzellan, sehr reines Wasser, Luft, fast alle Kunststoffe.

Gute elektrische Leiter werden dort verwendet, wo die Elektrizität gut fließen soll (Zuleitungen von der Batterie zum Lämpchen, Zuleitungen vom Kraftwerk in unsere Wohnung, ...). Isolatoren dienen dazu, unerwünschte Stromflüsse zu vermeiden und um uns zu schützen. Die Zuführungskabel unserer Haushaltsgeräte sind deshalb mit einer flexiblen Kunststoffschicht umzogen. Zusätzlich sind die einzelnen Drähte im Kabel durch Kunststoffummantelung gegeneinander isoliert.

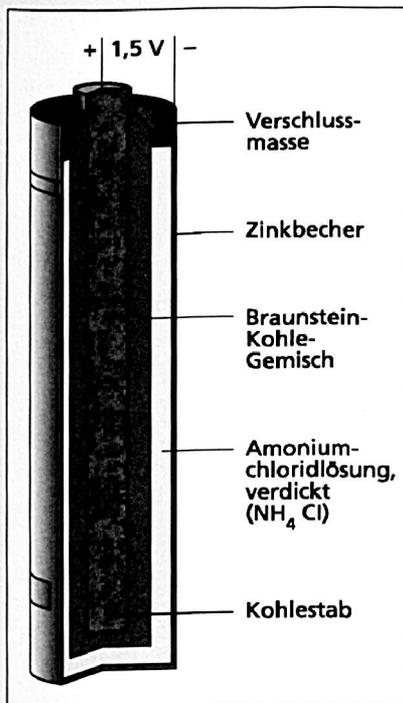
ELEKTRIZITÄTSLEITUNG IN FLÜSSIGKEITEN UND GASEN

Nicht nur feste Körper, auch einige Flüssigkeiten und Gase können die Elektrizität leiten. Sauberes Wasser ist ein recht schlechter elektrischer Leiter. Destilliertes Wasser leitet den Strom gar nicht. Je mehr Mineralien, Salze und Verunreinigungen jedoch

im Wasser sind, desto besser leitet es. So wandern in Salzwasser die positiv geladenen Na^+ -Ionen zum negativen Pol. Die negativ geladenen Chlorionen (Chlorid, Cl^-) wandern zum Pluspol und steigen dort als Chlorgasbläschen auf.

Auch durch Gase kann Elektrizität fließen.

DAS GALVANISCHE ELEMENT „TASCHENLAMPENBATTERIE“



Aufbau eines Kohle-Zink-Elementes

Die gebräuchlichste Elektroenergiequelle für Untersuchungen in der Grundschule sind Kohle-Zink-Batterien. Ein Zinkbecher ist mit einer eingedickten Ammoniumchloridlösung (NH_4Cl) gefüllt, in die ein Kohlestab hineingesteckt ist. Vom Zink gehen positiv geladene Zinkionen in die Salmiaklösung, die dadurch positiv geladen wird. Der Zinkbecher ist dann negativ geladen. Zwischen Zinkbecher (Minuspol) und Kohlestab (Pluspol) besteht wegen der Ladungstrennung eine elektrische Spannung von 1,5 Volt. Der Zinkbecher wird gewissermaßen „zerrissen“, wenn ein elektrischer Strom fließt. In der Lösung entsteht immer mehr Zinkchlorid. Da-

durch erschöpft sich allmählich die Fähigkeit, dass immer mehr Zinkionen in Lösung gehen.

GLEICH- UND WECHSELSPANNUNG

Schließt man ein Lämpchen an eine Batterie an, fließt die Elektrizität immer in die gleiche Richtung (so lange man nicht umpolt). Man spricht von Gleichspannung.

Anders ist es bei Generatoren. Dort ändert sich jeweils nach einer Drehung von 180° das Vorzeichen der Spannung und damit die Richtung des Stroms. In diesem Fall spricht man von Wechselspannung bzw. Wechselströmen. In unserem Stromnetz wechselt der Strom 50-mal in einer Sekunde seine Richtung.

DIE GEFAHREN DES ELEKTRISCHEN STROMS

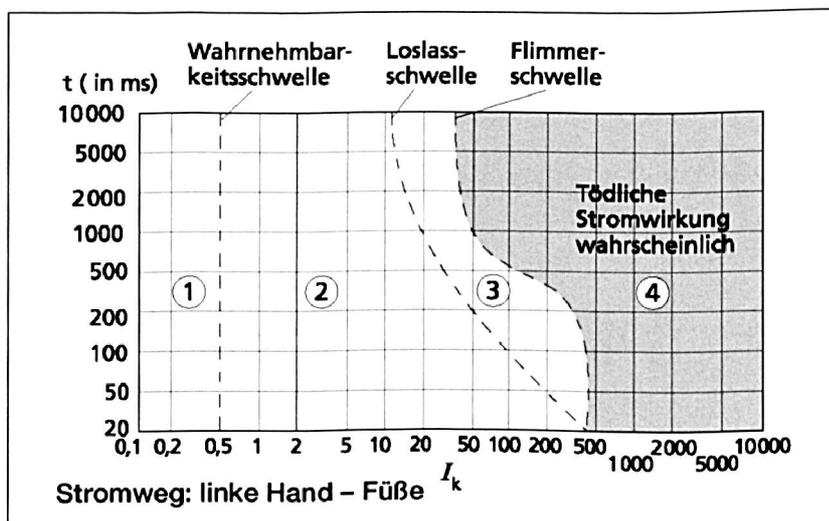
Durch den menschlichen Körper kann elektrischer Strom fließen. Neben der Wärmewirkung, die zu schweren Verbrennungen führen kann, löst der durch den Körper fließende Strom Reize auf Nerven und Muskeln aus.

Die Gefährdung hängt ab von dem Weg des Stromes durch den Körper,

aber auch von der Stärke des Stromes und von der Einwirkungsdauer. In der Abbildung sind für Wechselstrom mit 50 Hz (entspricht der Frequenz bei unserer Netzspannung) die verschiedenen Bereiche mit den unterschiedlichen Wirkungen voneinander abgegrenzt, und zwar in Abhängigkeit von der Einwirkungsdauer und der Stromstärke.

Im Bereich 1 (Stromstärke bis zu 0,0005 A) sind praktisch keine Einwirkungen wahrnehmbar und dies unabhängig von der Einwirkungsdauer. Im Bereich 2 spürt man ein leichtes Kribbeln und vielleicht auch leichte Muskelverkrampfungen. Schäden gibt es noch nicht. Im Bereich 3 gibt es starke Verkrampfungen, die verhindern, dass man z. B. den Stromleiter loslässt. Es kann schon zu dem gefährlichen Herzflimmern kommen. Die so genannte Loslassschwelle hängt von der Einwirkungszeit ab. Je länger diese dauert, desto kleiner darf die Stromstärke nur sein.

Im Bereich 4 ist eine tödliche Stromwirkung zu erwarten. Die Stärke des Stromes hängt vom Körperwiderstand und den Übergangswiderständen (z. B. gut isolierende Schuhe, feuchte oder trockene Haut) ab.



Gefährdungsbereiche für den Stromweg „linke Hand – Füße“. Nach links ist die Stärke des durch den Körper fließenden Stromes, nach oben die Einwirkungsdauer aufgetragen.

72/DA8045

PRAXIS GRUNDSCHULE

HEFT 4 | JULI 2009 | www.praxisgrundschule.de

**EXTRA: Kartei
mit Versuchen
zur Elektrizität**



Der elektrische Strom

Elektrizität für Grundschul Kinder

PLUS: Deutsch, Sachunterricht, Mathematik

7-3.17

westermann

Der Stromkreis im Unterricht

Fachwissen und Fehlvorstellungen der Kinder

VON MICHAEL HAIDER UND THOMAS HAIDER

Der elektrische Strom ist uns allen vertraut und aus dem Alltag bekannt. Grund genug, das Thema in der Grundschule aufzunehmen. Das vorhandene Wissen der Kinder ist groß – aber leider oft fachlich nicht richtig.



FOTO: MICHAEL HAIDER

Wie viele Kabel braucht man, um das Lämpchen zum Leuchten zu bringen?

Es gibt kaum einen Lernbereich im naturwissenschaftlichen Sachunterricht, der mit so unerschütterlichen, hartnäckigen Fehlvorstellungen behaftet ist wie Strom und Stromkreis. Nicht selten entstehen diese Fehlvorstellungen gerade durch die Vorerfahrungen mit „Strom“, etwa die Vorstellung, dass nur ein Kabel nötig ist, um ein Lämpchen zum Leuchten zu bringen – schließlich werden die Geräte zu Hause, ob Computer oder Schreibtischlampe, nur mit einem Kabel mit

der Steckdose verbunden. Eine weitere Quelle für fachlich nicht angemessene Vorstellungen bildet unsere Alltagssprache: Wir bezahlen unseren Stromverbrauch, Batterien werden nach einiger Zeit leer, Akkus werden aufgeladen, Glühbirne, Motor und ähnliches bezeichnen wir zusammenfassend als Verbraucher und wir ermahnen unsere Kinder, das Licht auszudrehen, um Strom zu sparen. Dies alles sind zweifellos im Alltag sinnvolle und wichtige Aussagen, die allerdings im Gegensatz zur

physikalischen Lehrmeinung stehen, nach der Strom eben nicht verbraucht werden kann. Fehlvorstellungen über Strom werden oftmals sogar von den Leuten in den Alltag eingebracht, die eigentlich darüber Bescheid wissen sollten, da sie den Strom ja schließlich „herstellen“ – den Energieversorgungsunternehmen: So erfahren wir aus der Werbung, dass Strom gelb ist, niemals schläft, immer da ist, dass Strom und Energie das Gleiche sind usw.

SCHÜLERVORSTELLUNGEN UND LERNSCHWIERIGKEITEN

Betrachtet man diese alltagsbewährten und in sich stimmigen „Fehlvorstellungen“, verwundert es nicht, dass sie oft resistent gegenüber unerrichtlichen Bemühungen sind und sich sogar oft lebenslang nachweisen lassen. So kann es dazu kommen, dass „Schulwissen“ und „Alltagswissen“ als unvereinbar nebeneinander bestehen bleiben. In der Regel findet allerdings eine Vermischung von „Schul-“ und „Alltagswissen“ statt: So weiß man meist nach dem Unterricht, dass ein Stromkreis „geschlossen“ sein muss, ohne sich jedoch im Klaren zu sein, dass Stromkreis weder für die Anordnung der Bauteile (eine häufig anzutreffende Vorstellung bei Kindern) noch als Synonym für „Stromleitung“ zu sehen ist.

Diese Diskrepanz zwischen erwarteten und den tatsächlich erbrachten Leistungen bezeichnet man allgemein als Lernschwierigkeiten. Eine Quelle der Schwierigkeiten ist die Sprache: Wissenschaftler benutzen eine andere „Sprache“, die zwar der Alltagssprache entlehnt, aber selten mit ihr deckungsgleich ist. So hat

beispielsweise das Wort „Strom“ verschiedene Bedeutungen: Im Alltag wird es vor allem für den „elektrischen Strom“ sowie Meeresströmungen benutzt. In der Physik wird mit „Strom“ ein Transportvorgang bezeichnet; so gibt es neben dem „elektrischen Strom“ auch einen „Wärmestrom“, einen „Energiestrom“ usw. Doch auch beim „elektrischen Strom“ gibt es Unterschiede vom Alltagsgebrauch zum physikalischen Gebrauch: Der Alltagsbegriff „(elektrischer) Strom“ ist umfassender als der physikalische und meint neben der (im Alltag selten vorkommenden) rein physikalischen Bedeutung (der gerichteten Bewegung von Ladungsträgern) auch „Stromstärke“ und „Energie“. Während die Alltagsbedeutung „Stromstärke“ (also wie viel „Strom“ fließt) für die Primarstufe praktisch keine Rolle spielt, ergibt sich aus der Gleichsetzung von Strom und Energie ein nicht zu unterschätzendes Problem: Spricht die Lehrkraft von „Strom“ hat sie – so ist zumindest zu hoffen – die Bewegung von Ladungsträgern im Kopf. Der Schüler hört Strom und meint damit Energie, also das, was durch die Bewegung der Ladungsträger transportiert wird. Dass Schüler und Lehrer eigentlich völlig aneinander vorbei reden, fällt im Unterricht kaum auf. Problematisch wird es nur dann, wenn beide Vorstellungen nicht mehr miteinander verträglich sind. Dies ist bei der Fehlvorstellung, dass Strom „verbraucht“ wird, der Fall, wobei „Stromverbrauch“ durch die Alltagssprache gestützt wird. Gemeint ist hiermit nämlich eigentlich die „verbrauchte“, besser die umgewandelte elektrische Energie. Bei der Vorstellung der Lehrkraft (Elektronen, die sich im Kreis bewegen) kann kein Strom verbraucht werden. Bei der Schülervorstellung dagegen fließt Strom von der Batterie zum „Verbraucher“ und wird dort verbraucht, was aus physikalischer Sicht für die Energie richtig ist (sofern eben „verbrauchen“ im Sinne einer Umwandlung von elektrischer Energie in Licht- und Wärmeenergie, die an die Umgebung abgegeben werden, verstanden wird).

Die normierte (physikalische) Fachsprache müsste also gegen die lebendige Alltagssprache ankämpfen. Kann man jedoch erwarten, dass

sie diese bändigt? Angesichts der Tatsache, dass wir mit der so entstandenen Alltagssprache durchs Leben kommen – wohl kaum. Mit dieser Sichtweise sind wohl die Beständigkeit und Hartnäckigkeit so mancher Fehlkonzepte der Elektrizitätslehre zu interpretieren. Allerdings sollten die Schülerinnen und Schüler bereits in der Grundschule lernen, dass es Alltags- und Fachsprachen gibt – etwas, was Kindern eigentlich keine Schwierigkeiten bereitet: So wird wohl beispielsweise kaum jemand bei einer Geschichte, in der ein Jäger einen Hasen bei den Löffeln packt, an ein Essbesteck denken. Wichtig ist es, zu thematisieren, dass all diese „Sprachen“ ihre Berechtigung haben und dass zum Erkennen, welche „Sprache“ gemeint ist, eine Berücksichtigung des Kontextes notwendig ist.

Ein weiteres Problem ist, dass die Elektrizitätslehre in weiten Teilen al-

lein von Vorstellungen lebt. Kein Mensch hat je ein Elektron gesehen. Niemand kann sich in Leitungen (ver-)setzen und etwas strömen sehen. Der komplette Unterricht hierzu hat also die Schwierigkeit, bei den Schülern Vorstellungen zu etwas Komplexem aufzubauen, das vielleicht nur in den Köpfen der Physiker existiert.

Es gibt „typische“ Fehlvorstellungen, die bei vielen Schülerinnen und Schülern nachweisbar sind. Am häufigsten trifft man dabei auf eine „Einwegzuführungsvorstellung“ sowie eine „Zweiwegzuführungsvorstellung“, die beide mit einem „Stromverbrauchs-konzept“ einhergehen (siehe Abb. 1 und 2). Die Vorstellung von im Kreis fließenden „Ladungen“ erscheint Schülerinnen und Schülern extrem unplausibel.

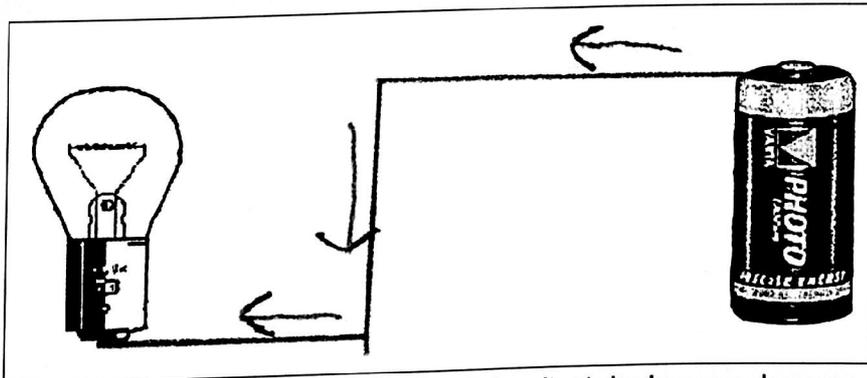


Abb. 1: Bei einer Einwegzuführungsvorstellung gehen die Kinder davon aus, dass nur ein Draht nötig ist, um ein Lämpchen mit einer Batterie zum Leuchten zu bringen. Durch diesen einen Draht fließt der Strom zum Lämpchen und wird dort verbraucht.

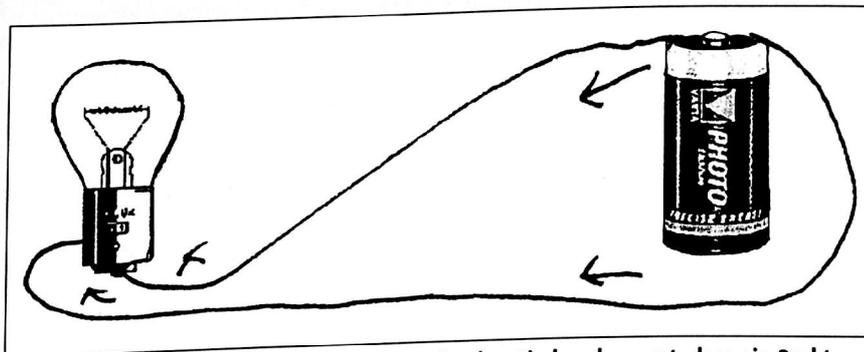


Abb. 2: Bei der Zweiwegzuführungstheorie ist den Kindern bewusst, dass ein Draht nicht ausreicht, um das Lämpchen zum Leuchten zu bringen. Sie gehen jedoch davon aus, dass der zweite Draht ebenfalls ein Zuführungsdraht ist und dass erst durch den zweiten Draht die vom Lämpchen benötigte „Menge Strom“ geliefert werden kann. Hier existiert zum Teil auch noch die Vorstellung, dass ausgehend von Plus- und Minuspol durch die beiden Drähte unterschiedliche Stoffe zum Lämpchen fließen. Die Stoffe (ob nun einer oder zwei) werden im Lämpchen verbraucht.

MODELLE UND ANALOGIEN ALS LÖSUNG?

Modelle und Analogien besitzen das Potenzial, Fehlvorstellungen abzubauen. Allerdings muss man beim Einsatz von Modellen und Analogien auch einiges beachten. So muss man sich als erstes bewusst werden, dass es das Modell nicht gibt. Genauso wenig gibt es „richtige“ und „falsche“ Modelle, sondern nur Modelle, die die Realität mehr oder weniger gut beschreiben. So gibt es beispielsweise ein Modell, bei dem man sich Licht als Teilchen vorstellt. Dieses Modell ist für viele Phänomene bestens als Erklärungshilfe geeignet. Aber gleichzeitig gibt es Experimente, die sich nur dann erklären lassen, wenn man Licht als Welle auffasst. Beide Modelle haben ihre Stärken, aber auch ihre Schwächen und Grenzen. Meistens ist der Gültigkeitsbereich von Unterrichtsmodellen sogar sehr eingeschränkt, denn Modelle werden ja hauptsächlich dazu verwendet, etwas anschaulich zu machen und zu vereinfachen. Wenn man etwa Strom mit „Strommännchen“ erklärt, so ist das per se weder richtig noch falsch. Mit dieser Modellvorstellung kann man zum Beispiel erklären, warum eine Glühbirne leuchtet. Es hat natürlich auch deutliche Grenzen, denn Strom besteht nun einmal nicht aus kleinen Männchen. Problematisch wird diese Modellvorstellung aber erst dann, wenn sie nicht mehr als Modellvorstellung gekennzeichnet wird, sondern so getan wird, als wären Strom und Männchen identisch. Deshalb ist es wichtig, beim Einsatz von Modellen und Analogien immer den Gültigkeitsbereich und die Grenzen gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern zu thematisieren, damit das „Modell“ auch als solches verstanden und nicht mit der „Realität“ verwechselt wird.

Beim Einsatz von Analogien stellt man fest, dass dabei in der Regel ein „Lernumweg“ gegangen werden muss: Zusätzlich zum Lernbereich, der eigentlich gelernt werden soll (zum Beispiel der elektrische Strom) muss oft ein anderer Lernbereich verstanden werden, etwa ein Wasserkreislauf. Das bedeutet, dass einem Unterricht mit Analogien mehr Zeit eingeräumt werden muss. Vertretbar ist diese zusätzliche Zeit nur dann, wenn die Schülerinnen und Schüler von die-

sem Unterricht mehr profitieren als von einem Unterricht ohne Modelle. Dies wurde an der Universität Regensburg sowohl für Wasseranalogien als auch mit einem mechanischen Kurbelmodell als Analogie untersucht. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass ein Unterricht über Strom mit Hilfe beider verwendeten Analogien effektiver war, als ein Unterricht ohne (siehe HAIDER im Druck). Der „Lernumweg“ erscheint durch diese Forschungsergebnisse auf jeden Fall vertretbar. |

DIE AUTOREN

Dr. Michael Haider

ist Akademischer Rat im Fachbereich Naturwissenschaft und Technik der Universität Regensburg.

Thomas Haider

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Grundschulpädagogik der Universität Regensburg.

LESEN SIE WEITER

Daniela Bendin: **Der heiße Draht**. In: Praxis Grundschule, Heft 3/2001, S. 34-41
Download unter: www.praxisgrundschule.de/aktuell_inhalt-aktuelles-heft.php?bestellnr=65010300

Anja Katic/Anna-Maria Nagl: **Der elektrische Strom**. In: Praxis Grundschule, Heft 1/2004, S. 32-38
Download unter: www.praxisgrundschule.de/aktuell_inhalt-aktuelles-heft.php?bestellnr=65040100

Bestellen Sie Ihre Hefte telefonisch unter 05 31/708-86 31, per E-Mail an abobestellung@westermann.de oder online unter www.praxisgrundschule.de

LITERATUR

- Duit, Reinders:** Schülervorstellungen von Lerndefiziten zu neuen Unterrichtsansätzen. In: Naturwissenschaften im Unterricht - Physik 4, Heft 16/1993, S. 4-10
- Haider, Michael:** Naturwissenschaftlicher Kompetenzerwerb. Neuere Konzepte. In: Sache, Wort, Zahl, Heft 74/2005, S. 50-54
- Haider, Michael:** Der Stellenwert von Analogien für den Aufbau naturwissenschaftlicher Konzepte im Sachunterricht am Beispiel „elektrischer Stromkreis“. In: Höttecke, Dietmar (Hrsg.): Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Berlin 2007a, S. 283-286
- Haider, Michael:** Verbesserung der Unterrichtsqualität im physikalischen Bereich des Sachunterrichts durch den Einsatz von Modellen. In: Möller, Kornelia u. a. (Hrsg.): Qualität von Grundschulunterricht entwickeln, erfassen und bewerten. Bonn 2007b
- Haider, Michael:** Der Stellenwert von Analogien für den Erwerb naturwissenschaftlicher Erkenntnisse. Eine Untersuchung im Sachunterricht der Grundschule am Beispiel „Elektrischer Stromkreis“. Bad Heilbrunn (im Druck)
- Kircher, Ernst/Werner, Heidi:** Anthropomorphe Modelle im Sachunterricht der Grundschule am Beispiel „Elektrischer Stromkreis“ In: Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe, Heft 4/1994, S. 144-151
- Kircher, Ernst:** Analogien im Sachunterricht der Primarstufe. In: Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe, Heft 5/1995, S. 192-197
- Möller, Kornelia/Jonen, Angela/Hardy Ilona/Stern, Elisabeth:** Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung. In: Zeitschrift für Pädagogik, 45. Beiheft 2002, S. 176-191
- Möller, Kornelia:** Konstruktivistisch orientierte Lehr-Lernprozessforschung im naturwissenschaftlich-technischen Bereich des Sachunterrichts. In: Köhnlein, Walter: Vielperspektivisches Denken im Sachunterricht. Bad Heilbrunn 1999, S. 125-191
- Möller, Kornelia:** Lernen im Vorfeld der Naturwissenschaften - Zielsetzungen und Forschungsergebnisse. In: Köhnlein, Walter/Schreier, Helmut (Hrsg.): Innovation Sachunterricht - Befragung der Anfänge nach zukunftsfähigen Beständen. Bad Heilbrunn 2001a, S. 275-298
- Möller, Kornelia:** Konstruktivistische Sichtweisen für das Lernen in der Grundschule? In: Rossbach, Hans-Günther/Nölle, Karin/Czerwenka, Kurt (Hrsg.): Forschungen zu Lehr- und Lernkonzepten für die Grundschule, Opladen 2001b, S. 16-32
- Muckenfuß, Heinz:** Lernen im sinnstiftenden Kontext. Entwurf einer Zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts. Berlin 1995
- Spreckelsen, Kay:** Die Bedeutung des Analogischen für das physikalische Verstehen im Grundschulalter. In: Physik in der Schule, Heft 7-8/1992, S. 256-258
- Wiesner, Hartmut:** Untersuchungen zu Lernschwierigkeiten von Grundschulern in der Elektrizitätslehre. In: Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe, Heft 2/1995, S. 50-58

ZU DIESEM HEFT

Das Thema Strom wird in diesem Heft gegliedert in die Bereiche Strom im Alltag (siehe S. 13–19), Kennenlernen des Kreiskonzeptes durch Analogien (siehe S. 21–28), Wirkungen des Stroms (siehe S. 31–33) sowie Gefahren des elektrischen Stroms (siehe S. 34–37). Zu jedem Bereich

werden Materialien für den Einsatz im Unterricht angeboten.

Ergänzt wird das Angebot um eine Versuchskartei (siehe S. 30 ff) und um Sachinformationen für die Lehrkraft (siehe S. 8–9).

Arbeitsschwerpunkte	Unterrichtsziele	Passendes Material
Energie spielt eine große Rolle in unserem Leben	<ul style="list-style-type: none"> • erkennen, dass Elektrizität ein Teil unseres Lebens ist • Geräte aufzählen können, die in unserem Alltag Strom brauchen • Anknüpfungspunkte des Sachunterrichtsthemas „Elektrizitätslehre“ im Alltag finden 	<ul style="list-style-type: none"> • Ein besonderer Urlaub (S. 15) • Geräte im Haus (S. 16)
Kennenlernen des Stromkreises	<ul style="list-style-type: none"> • einen einfachen Stromkreis bauen können • wissen, dass beide Pole mit dem Lämpchen verbunden sein müssen • den Begriff Stromkreis kennen • wissen, dass ein Stromkreis geschlossen sein muss, damit das Lämpchen leuchtet • den Versuchsaufbau zum geschlossenen Stromkreis skizzieren können • Anschlussbedingungen diskutieren können • das Material benennen können • einen Stromkreis erklären können 	<ul style="list-style-type: none"> • Bringst du das Lämpchen zum Leuchten? (S. 17) • Wir zeichnen Stromkreise (S. 18) • Teile einer Glühbirne (S. 19) • Versuchskartei: Strom aus der Zitrone, Die Sandwichbatterie, Der schlaue Karton, Ein einfacher Schalter, Der Umschalter, Der Wäscheklammerschalter, Der Elektromagnet, Der Mini-Elektrophor (siehe Heftmitte)
Kennenlernen eines Teilchenmodells, der Energieübertragung	<ul style="list-style-type: none"> • anhand verschiedener Modelle und Analogien die Energieübertragung kennenlernen • wissen, dass der Energiefluss linear, der Fluss des Transportmittels zirkulär ist • das Suchen nach Erklärungen als Arbeit des Physikers kennenlernen • Modellbildung als eine für Physiker typische Arbeitsweise kennenlernen • ein einfaches Teilchenmodell kennenlernen • auf phänomenologischer Ebene Elektrizität begegnen 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelle für den Stromkreis (S. 25) • Strom wird nicht verbraucht (S. 27) • Wie fließt der Strom? (S. 28)
Kennenlernen eines analogen Modells: Wasserkreislauf	<ul style="list-style-type: none"> • die Energieübertragung aus der vorangehenden Einheit vertiefen • das Analogmodell Wasser kennenlernen • das Analogmodell erarbeiten • die Kreisvorstellung vertiefen • das Modell Wasserkreislauf verstehen und erklären können • analoge Bezüge zwischen Wasser- und Stromkreis herstellen können 	<ul style="list-style-type: none"> • Wir vergleichen Stromkreis und Wasserkreis (S. 26) • Wie fließt der Strom? (S. 28)
Kennenlernen verschiedener Wirkungen und Gefahren	<ul style="list-style-type: none"> • die magnetische Wirkung auf phänomenologischer Ebene kennenlernen • das Zitronenbatteriemodell kennenlernen • Gefahren und Sicherheitsregeln kennen • Verschiedene Leiter und Isolatoren kennen 	<ul style="list-style-type: none"> • Wie wirkt Strom? (S. 33) • Was leitet den Strom? (S. 35) • Strom ist gefährlich (S. 36) • Sicherheitsregeln für den Umgang mit elektrischem Strom (S. 37)

Sachinformationen

ELEKTRISCHE LADUNGEN UND FELDER

Es gibt positive und negative elektrische Ladungen. Diese können sich gegenseitig neutralisieren. In abgeschlossenen Systemen bleiben Ladungen erhalten. Gleichnamige Ladungen stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an.

Metalldrähte bestehen aus aneinandergebundenen Metallatomen. Die Atome bestehen aus einem Atomkern und einer Hülle aus Elektronen. Kern und Elektronen besitzen unterschiedliche Ladungen und ziehen sich deshalb an. Der Kern ist nach Konvention positiv geladen, die Elektronen negativ.

Im Metallverband ist es so, dass die Elektronen, die in der Hülle am weitesten vom Kern entfernt sind, sich leicht vom Kern lösen und sich praktisch frei im Metall bewegen können. Dies geschieht mit einer unvorstellbar hohen Geschwindigkeit von etwa 1 000 000 km/h. Dabei stoßen sie ständig gegen die Metallionen und ändern dabei ihre Flugrichtung. Im zeitlichen Mittel bewegen sie sich praktisch nicht.

Werden die Enden des Drahtes mit einer Batterie verbunden, also eine Spannung angelegt, dann driften die Elektronen insgesamt in Richtung des Plus-Pols der Batterie. Diese Driftbewegung überlagert sich mit der ursprünglichen Bewegung und ist sehr langsam (einige cm pro Sekunde).

ELEKTRISCHE SPANNUNG

Schließen wir das gleiche Lämpchen an verschiedene Batterien an, dann leuchtet es unterschiedlich hell, d. h. es fließen verschieden starke Ströme durch das Lämpchen. Diese unterschiedliche „Stärke“ der Batterien wird elektrische Spannung genannt und in Volt angegeben.

Eine Batterie mit einer hohen Spannung zwischen ihren Anschlüssen treibt durch ein Lämpchen einen höheren Strom als eine Batterie mit geringerer Spannung.

STROM UND STROMSTÄRKE

Bewegt man elektrische Ladungen, so entstehen Ströme. Phänomenologisch betrachtet, kann die Intensität des Vorgangs im Elektrogerät (z. B. das Leuchten einer Lampe oder das Drehen eines Motors) nach Anschluss einer Batterie unterschiedlich sein: Das Lämpchen kann kaum oder sehr hell leuchten, der Motor kann sich mit unterschiedlicher Geschwindigkeit drehen. Vermutlich wird hier die Stärke des elektrischen Stroms entsprechend unterschiedlich sein: Der elektrische Strom im helleren Lämpchen wird stärker sein, d. h. es fließt mehr Ladung im Lämpchen.

Strom definiert sich also über fließende Ladungen, genauer gesagt über die Ladungsmenge, die in einer bestimmten Zeit durch einen Leiter fließt. Im internationalen SI-System ist die Einheit für den Strom 1 Ampere ($1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$).

Der Strom ist zeitlich konstant (= Gleichstrom), wenn die Spannung zwischen den beiden Leiterenden konstant ist.

DER ELEKTRISCHE WIDERSTAND

Schließen wir verschiedene Geräte an die gleiche Spannungsquelle an, dann fließt ein unterschiedlich starker Strom durch das Gerät. Das Gerät besitzt also eine Eigenschaft, die festlegt, welche Stromstärke bei einer gegebenen Spannung durch das Gerät fließt. Diese Eigenschaft wird elektrischer Widerstand (R) genannt. Definiert ist der Widerstand als das Verhältnis von Spannung und Stromstärke: $R = U/I$. Je kleiner also der Widerstand ist, desto größer ist die Stromstärke (bei gleich gebliebener Spannung).

Auf der atomaren Ebene wird der Widerstand zum einen durch die Zahl der frei beweglichen Elektronen bestimmt: Je höher die Zahl der freien Elektronen pro Volumeneinheit ist, desto kleiner ist der Widerstand eines Drahtes. Er kommt weiterhin dadurch

zustande, dass die Elektronen auf ihrem Weg durch das Metall gegen die Metallionen stoßen und dadurch die Bewegung behindert wird. Erhöht sich die Temperatur des Drahtes, dann schwingen die Ionen heftiger hin und her und behindern die Elektronenbewegung stärker. Deshalb wird der Widerstand eines Metalldrahtes größer, wenn er erwärmt wird.

Der Widerstand eines Drahtes verdoppelt sich, wenn seine Länge verdoppelt wird. Wird sein Querschnitt verdoppelt (z. B. zwei gleiche Drähte parallel benutzt), dann halbiert sich der Widerstand. Außerdem ist der Widerstand vom Material abhängig.

LEITER UND ISOLATOREN

Ist der Widerstand eines Drahtes sehr klein, sprechen wir von einem guten elektrischen Leiter. Beispiele sind Kupfer, Silber und Aluminium. Ist der Widerstand sehr hoch, bezeichnen wir ihn als schlechten elektrischen Leiter oder als Isolator. Beispiele sind Glas, Porzellan, sehr reines Wasser, Luft, fast alle Kunststoffe.

Gute elektrische Leiter werden dort verwendet, wo die Elektrizität gut fließen soll (Zuleitungen von der Batterie zum Lämpchen, Zuleitungen vom Kraftwerk in unsere Wohnung, ...). Isolatoren dienen dazu, unerwünschte Stromflüsse zu vermeiden und um uns zu schützen. Die Führungskabel unserer Haushaltsgeräte sind deshalb mit einer flexiblen Kunststoffschicht umzogen. Zusätzlich sind die einzelnen Drähte im Kabel durch Kunststoffummantelung gegeneinander isoliert.

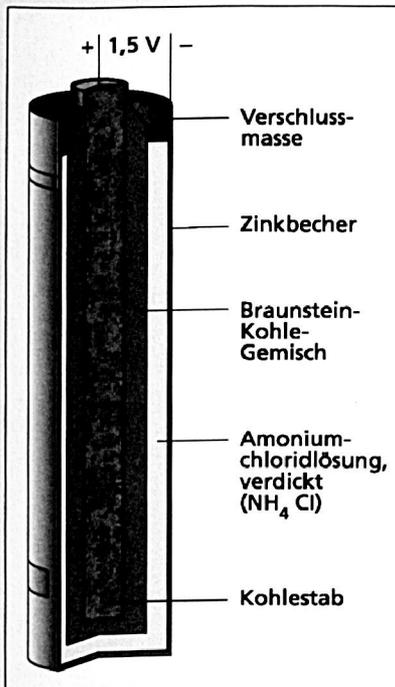
ELEKTRIZITÄTSLEITUNG IN FLÜSSIGKEITEN UND GASEN

Nicht nur feste Körper, auch einige Flüssigkeiten und Gase können die Elektrizität leiten. Sauberes Wasser ist ein recht schlechter elektrischer Leiter. Destilliertes Wasser leitet den Strom gar nicht. Je mehr Mineralien, Salze und Verunreinigungen jedoch

im Wasser sind, desto besser leitet es. So wandern in Salzwasser die positiv geladenen Na^+ -Ionen zum negativen Pol. Die negativ geladenen Chlorionen (Cl^-) wandern zum Pluspol und steigen dort als Chlorgasbläschen auf.

Auch durch Gase kann Elektrizität fließen.

DAS GALVANISCHE ELEMENT „TASCHENLAMPENBATTERIE“



Aufbau eines Kohle-Zink-Elementes

Die gebräuchlichste Elektroenergiequelle für Untersuchungen in der Grundschule sind Kohle-Zink-Batterien. Ein Zinkbecher ist mit einer eingedickten Ammoniumchloridlösung (NH_4Cl) gefüllt, in die ein Kohlestab hineingesteckt ist. Vom Zink gehen positiv geladene Zinkionen in die Salzmilchlösung, die dadurch positiv geladen wird. Der Zinkbecher ist dann negativ geladen. Zwischen Zinkbecher (Minuspol) und Kohlestab (Pluspol) besteht wegen der Ladungstrennung eine elektrische Spannung von 1,5 Volt. Der Zinkbecher wird gewissermaßen „zerfressen“, wenn ein elektrischer Strom fließt. In der Lösung entsteht immer mehr Zinkchlorid. Da-

durch erschöpft sich allmählich die Fähigkeit, dass immer mehr Zinkionen in Lösung gehen.

GLEICH- UND WECHSELSPANNUNG

Schließt man ein Lämpchen an eine Batterie an, fließt die Elektrizität immer in die gleiche Richtung (so lange man nicht umpolt). Man spricht von Gleichspannung.

Anders ist es bei Generatoren. Dort ändert sich jeweils nach einer Drehung von 180° das Vorzeichen der Spannung und damit die Richtung des Stroms. In diesem Fall spricht man von Wechselspannung bzw. Wechselströmen. In unserem Stromnetz wechselt der Strom 50-mal in einer Sekunde seine Richtung.

DIE GEFAHREN DES ELEKTRISCHEN STROMES

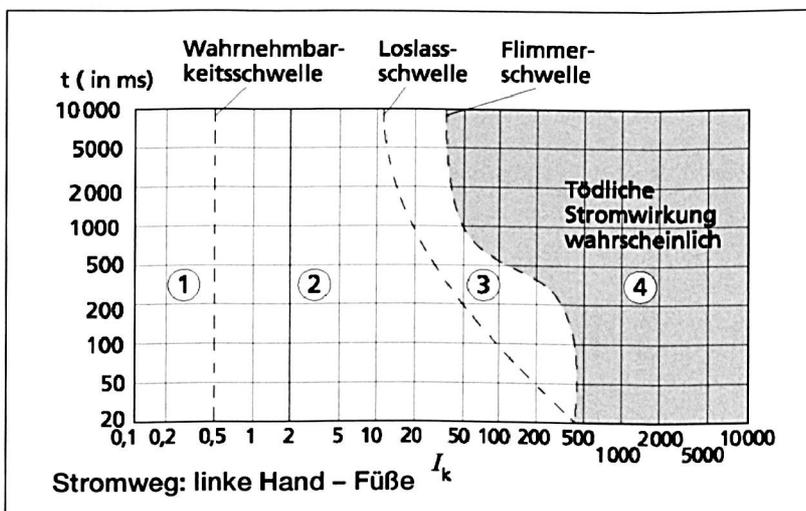
Durch den menschlichen Körper kann elektrischer Strom fließen. Neben der Wärmewirkung, die zu schweren Verbrennungen führen kann, löst der durch den Körper fließende Strom Reize auf Nerven und Muskeln aus.

Die Gefährdung hängt ab von dem Weg des Stromes durch den Körper,

aber auch von der Stärke des Stromes und von der Einwirkungsdauer. In der Abbildung sind für Wechselstrom mit 50 Hz (entspricht der Frequenz bei unserer Netzspannung) die verschiedenen Bereiche mit den unterschiedlichen Wirkungen voneinander abgegrenzt, und zwar in Abhängigkeit von der Einwirkungsdauer und der Stromstärke.

Im Bereich 1 (Stromstärke bis zu 0,0005 A) sind praktisch keine Einwirkungen wahrnehmbar und dies unabhängig von der Einwirkungsdauer. Im Bereich 2 spürt man ein leichtes Kribbeln und vielleicht auch leichte Muskelverkrampfungen. Schäden gibt es noch nicht. Im Bereich 3 gibt es starke Verkrampfungen, die verhindern, dass man z. B. den Stromleiter loslässt. Es kann schon zu dem gefährlichen Herzflimmern kommen. Die so genannte Loslassschwelle hängt von der Einwirkungszeit ab. Je länger diese dauert, desto kleiner darf die Stromstärke nur sein.

Im Bereich 4 ist eine tödliche Stromwirkung zu erwarten. Die Stärke des Stromes hängt vom Körperwiderstand und den Übergangswiderständen (z. B. gut isolierende Schuhe, feuchte oder trockene Haut) ab.



Gefährdungsbereiche für den Stromweg „linke Hand - Füße“. Nach links ist die Stärke des durch den Körper fließenden Stromes, nach oben die Einwirkungsdauer aufgetragen.

Stolpersteine

VON MICHAEL HAIDER UND THOMAS HAIDER

In der Elektrizitätslehre sind viele tiefer gehende Verständnisschwierigkeiten zu finden. Es gibt auch einige Irrglauben, die sich verfestigen, wenn sie nicht korrigiert werden.

PROBLEM

Schüler meinen, das Wort Stromkreis komme daher, dass die Leitungen einen Kreis bilden.

HILFEN

Demonstration eines langgestreckten Stromkreises bzw. eines andersartigen Stromkreises (z. B. Stromkreis, der über den Rahmen eines Fahrrades geschlossen wird).

PROBLEM

Schüler glauben, dass Strom nur von der Batterie zum Lämpchen fließen müsse (Einwegzuführungstheorie, siehe S. 5).

HILFEN

Demonstrieren, dass ein Kabel nicht ausreicht.

PROBLEM

Schüler glauben, dass durch beide Drähte etwas zum Lämpchen fließe. Erst wenn beide Drähte angeschlossen seien leuchte das Lämpchen (Zweiwegzuführungstheorie, siehe S. 5). Durch einen Draht komme eben zu wenig Strom an, so ihre Meinung.

HILFEN

Hierzu gibt es verschiedene Ansätze. Ein Ansatz wäre, über die magnetische Wirkung zu zeigen, dass eine Magnetnadel vor und nach dem Lämpchen gleich weit ausschlägt.
Ein weiterer Ansatz wäre der Weg über Analogien und Analogiemodelle, wie auf S. 21-28 beschrieben ist.

PROBLEM

Schüler glauben an eine Zweistoffzuführungstheorie: In einer Batterie seien zwei Stoffe gespeichert. Der „+“-Stoff und der „-“-Stoff treffen dann im Lämpchen zusammen und bringen das Lämpchen zum Leuchten.

HILFEN

Wenn diese Theorie stimmen würde, müsste es auch funktionieren, am Pluspol einer Batterie und am Minuspol einer anderen Batterie eine Lampe o. ä. anzuschließen. Der Versuch zeigt aber, dass dies nicht geht.

PROBLEM

Die Schüler glauben, dass in einem „Verbraucher“ (Lämpchen, Elektromotor, ...) Strom verbraucht werde. Dies impliziert die Vorstellung, dass Strom als Substanz, als etwas Materielles gesehen wird.

HILFEN

Aufbau des Gedankens „Strom als Prozess“ anstelle des Substanzgedankens.

Strom im Alltag

VON MICHAEL HAIDER UND THOMAS HAIDER

Dass der Strom nicht einfach aus der Steckdose kommt, wofür wir elektrischen Strom brauchen und wie erste Stromkreise aussehen – für all das sollen die Kinder in der ersten Einheit sensibilisiert werden.

Der Umgang mit Strom ist heute eine Selbstverständlichkeit. Wie ist es dazu gekommen?

GESCHICHTLICHE ENTWICKLUNG

Die Elektrizitätslehre, speziell die Elektrodynamik (also die Lehre von bewegten Ladungen und damit

auch vom „Strom“), entwickelte sich aus der Elektrostatik (also der Lehre von ruhenden Ladungen). Erscheinungen der Elektrostatik waren bereits im Altertum bekannt. Schon die Griechen wussten, dass mit Wolle geriebener Bernstein (griechisch Ηλεκτρον/elektron, daher auch die Bezeichnung des Elektrons und der Elektrizitätslehre) leicht

te Gegenstände anzog. An Anwendungen die uns das Alltagsleben erleichtern, dachte zu dieser Zeit noch niemand. Vielmehr galten die zu beobachtenden Phänomene als Kuriositäten.

Weitere wichtige Entdeckungen auf dem Weg zu den Annehmlichkeiten unseres Alltags finden Sie in Abb. 1.

Zeit	Wo/Wer	Erfindung/Entdeckung	Bedeutung
Seit dem 6. Jh	in Griechenland bekannt	mit Seidentuch oder Wolle geriebener Bernstein zieht leichte Gegenstände an und erzeugt Funken	vom griechischen Wort „Elektron“ für Bernstein erhält dieses Teilgebiet der Physik seinen Namen
1663	Otto von Guericke (1602-1686)	Erste „Reibungselektrieremaschine“	viele Stoffe, die durch Reibung in „elektrischen Zustand“ zu bringen sind, wurden entdeckt
1780	Luigi Galvani	Entdeckung der „tierischen“ Elektrizität	Beginn der systematischen Erforschung der Elektrizität
18. Jh	Charles Augustin de Coulomb (1736-1806)	Coulombgesetz (elektromagnetische Kräfte)	Genauere Beschreibung der Kraft zwischen geladenen Körpern
1801	Alessandro Volta (1745-1827)	elektrische Batterie	Durch kontinuierlich fließende Ströme ermöglicht sie die experimentelle Untersuchung des Stroms, Beginn der Elektrotechnik
1819	Hans Christian Oersted (1777-1851)	elektrische Ströme sind von Magnetfeldern umgeben	Verknüpfung von Elektrizität und Magnetismus
1831	Michael Faraday (1791-1867)	Induktion	durch Bewegung wird elektrische Energie erzeugt; Transformator
1837	Samuel Morse (1791-1872)	Telegraph	Morsetechnik und erste fernsprachliche Verbindungsmöglichkeit
1856	James Clerk Maxwell (1831-1879)	Existenz elektromagnetischer Wellen, die sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten	Grundlage der modernen kabellosen Telefonie
1861	Johann Phillip Reis (1834-1874)	erstes Telefon	zunächst wird die Bedeutung nicht erkannt; es dauert einige Zeit, bis der Nutzen der Fernkommunikation entdeckt wird
1867	Werner von Siemens (1816-1892)	Dynamo mit Elektromagneten	Vereinfachung der Stromgewinnung
1879	Thomas Alva Edison (1847-1931)	Glühlampe	die erste Glühlampe brannte 40 Stunden im Dauerbetrieb; Unabhängigkeit vom Tageslicht
1882	Thomas Alva Edison (1847-1931)	erstes Elektrizitätswerk mit Stromnetz in New York	Beginn einer flächendeckenden Stromversorgung
1888	Heinrich Hertz (1854-1994)	experimenteller Nachweis elektromagnetischer Wellen	physikalische Grundlage der drahtlosen Kommunikation
1. Drittel des 20. Jh		elektrische Kräfte bewirken den Zusammenhang der Atome, der Moleküle und der Festkörper	besseres Verständnis des Aufbaus der Materie

Abb. 1 : Ausgewählte wichtige Entdeckungen im Bereich Elektrizitätslehre.

MÖGLICHKEIT DER UNTER- RICHTLICHEN UMSETZUNG

Im Unterricht soll zunächst geklärt werden, warum das Thema Strom im täglichen Leben eine Rolle spielt, worauf wir Menschen verzichten müssen, wenn der Strom ausfällt und dass die Menschen in vielen Bereichen sogar vom Strom abhängig sind. Die Schülerinnen und Schüler sollen dabei eigene Anknüpfungspunkte an das Thema finden. Als Einstieg in die Thematik kann die Geschichte „ein besonderer Urlaub“ (siehe S. 15) dienen. Anschließend sollen sich die Kinder damit auseinandersetzen, welche Geräte unseres Alltags Strom brauchen (siehe S. 16).

Danach lernen die Schülerinnen und Schüler, einen einfachen Stromkreis aufzubauen. Auch ohne zu wissen, was denn im Stromkreis genau abläuft, kann auf der Handlungsebene mit Strom umgegangen werden. Ausgangspunkt ist ein Puppenhaus, das eine Beleuchtung benötigt (siehe S. 17). Hier können auch schon Anschlussbedingungen (je ein Pol der Batterie muss mit je einem Anschluss des Lämpchens verbunden sein) geklärt werden. Auf der Handlungsebene sollen die Kinder hier auch den Umgang mit Schraubenziehern üben, lernen, Drähte abzuisolieren etc. Schließlich sollen sie auch noch die Funktionsweise des Schalters und den Aufbau eines Lämpchens ken-

nenlernen (siehe S. 18–19). Bei Letzterem gilt es für die Schülerinnen und Schüler zu erkennen, dass auch über das Lämpchen der Stromkreis geschlossen ist.

Optional kann im Anschluss ein Geschicklichkeitsspiel (auch als „heißer Draht“ bekannt) gebastelt werden (vgl. BENDIN 2001). Die Kinder sollen dieses Spiel bauen und die Funktionsweise (Herstellen eines Stromkreises) erkennen. Die Schüler erfahren dadurch eine sinnvolle Wiederholung und Anwendung des erlernten Stoffes. |

FOTO: ULRICH BRINKHOFF



Viele Dinge, die für uns und die Kinder selbstverständlich sind, funktionieren nur mit Strom.

DIE AUTOREN

Dr. Michael Haider

ist Akademischer Rat im Fachbereich Naturwissenschaft und Technik der Universität Regensburg.

Thomas Haider

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Grundschulpädagogik der Universität Regensburg.

LITERATUR

Bendin, Daniela: Der heiße Draht. In: Praxis Grundschule, Heft 3/2001, S. 34–41; online unter: www.praxisgrundschule.de/aktuell_inhalt-aktuelles-heft.php?bestellnr=65010300

Butscheck, Rudolf/Hofmeister, Ernst: Physik/Chemie 7. Freising 1978

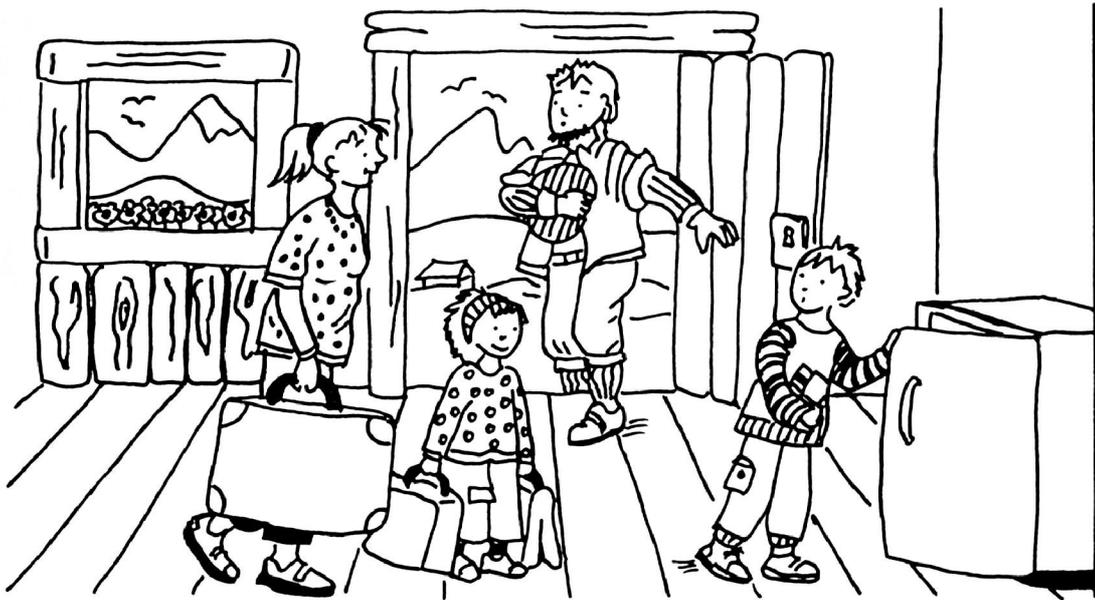
Parker, Steve: Elektrizität – Von den ersten elektrischen Versuchen mit Bernstein bis zur Erfindung der drahtlosen Kommunikation. Reihe: Sehen – Staunen – Wissen. Hildesheim 2006.

Teichmann, Jürgen: Vom Bernstein zum Elektron. Eine Kurzgeschichte der Elektrizität mit 24 Bildern. München. 1998

LÖSUNGEN

Die Lösungen können Abonentinnen und Abonnenten kostenlos unter www.praxisgrundschule.de/unterrichten/loesungen.php herunterladen.

Ein besonderer Urlaub



Familie Meyer ist bei ihrer Urlaubsplanung. Nachdem sie die letzten Ferien immer am Meer verbracht hatten, soll es diesmal ein besonderer Urlaub werden: Ein Aktivurlaub in den Bergen. Der Vater liest eine Anzeige vor: „Wir bieten eine Hütte mit Kühlschrank, Heizlüfter, Telefon, Fernseher, Waschmaschine, Badewanne, Warmwasserboiler und Elektroherd. Fön, Wasserkocher, Kaffeemaschine und internetfähiger Computer sind vorhanden.“ „Oh ja Papa, das buchen wir!“, ruft Sophie. „Da kann ich vor dem Bettgehen etwas Fernsehen und Omi die Neuigkeiten vom Urlaub am Telefon erzählen.“ „Ach du, Fernsehen und Telefon sind nicht so wichtig“, meint ihr Bruder Philip. „Aber der Computer ist klasse!“ Frau Meyer strahlt: „Da brauchen wir auf keinen Komfort verzichten und sind trotzdem in den Bergen.“

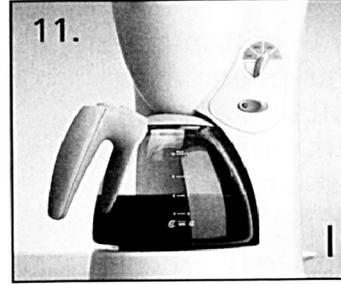
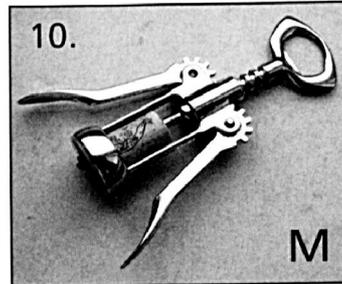
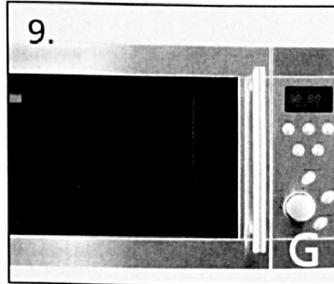
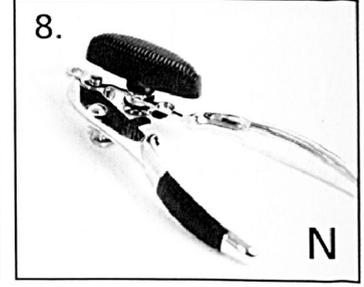
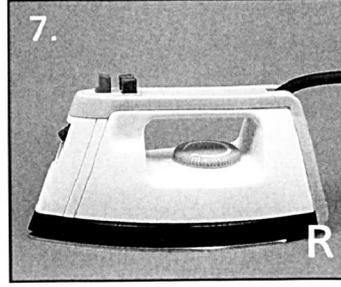
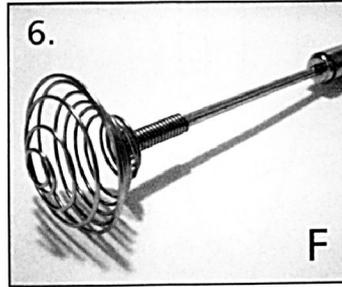
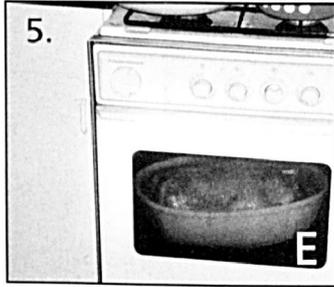
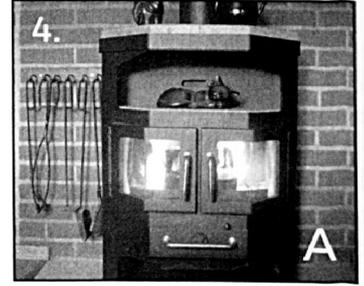
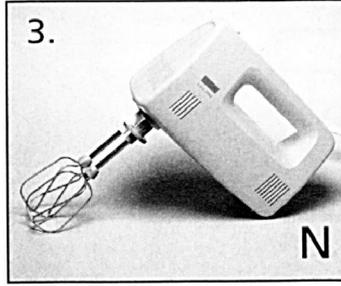
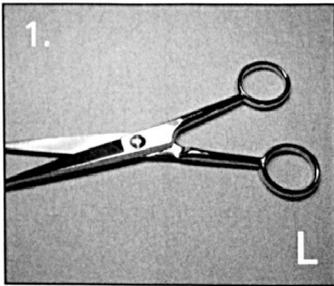
So beschließt Familie Meyer, die Hütte für eine Woche zu buchen.

Endlich kommen die Ferien. Die große Fahrt beginnt. Nach einer langen Autofahrt bei heißen Temperaturen kommen sie an der Hütte an. Während Sophie und Philip um die Hütte tollen, packen die Eltern das Auto aus. Philip, vom Herumtollen durstig geworden, kommt auf die Idee, die Getränke kühl zu stellen. „Papa! Der Kühlschrank geht nicht!“, schreit er. Doch sein Vater lädt gerade den Elektrogrill aus dem Auto. Sophie stürzt zu ihrer Mutter und erzählt ihr das Missgeschick. „Darum kümmern wir uns gleich. Packt erst mal eure Kleider aus.“

Als sie endlich alles ausgepackt haben, beginnt es dunkel zu werden. Die Mutter beschließt, Tee zu kochen. „Dreh mal das Licht an, Sophie. In der Hütte ist es ja schon so finster, dass ich den richtigen Teebeutel nicht finde. Sonst koch ich euch Pfefferminztee!“ Ausgerechnet Pfefferminztee. Den mag Sophie nicht. Schnell rennt sie zum Lichtschalter. Doch nichts passiert! Es bleibt finster. „Was ist los?“, fragt Philip.

1. Überlege, wie die Woche weitergehen könnte.
Worauf muss Familie Meyer verzichten?
Schreibe die Geschichte zu Ende oder male ein Bild.
2. Welche Geräte gehen nicht, wenn der Strom ausfällt?
Unterstreiche im Text und zähle die Geräte auf.
Fallen dir noch mehr Dinge ein?

Geräte im Haus



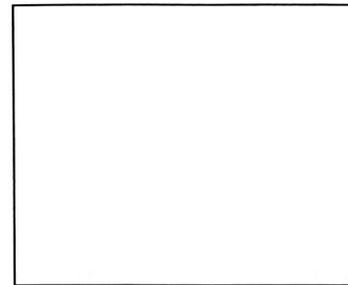
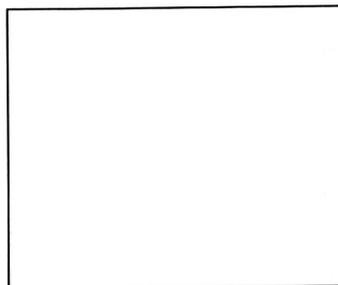
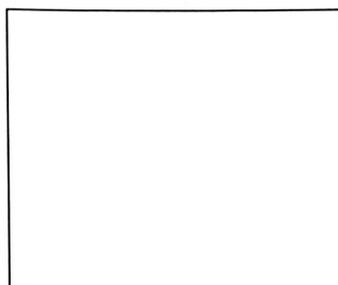
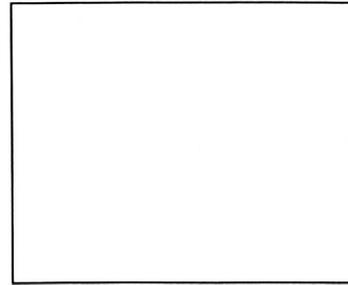
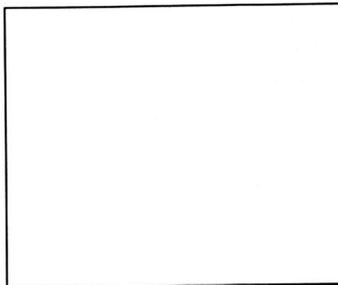
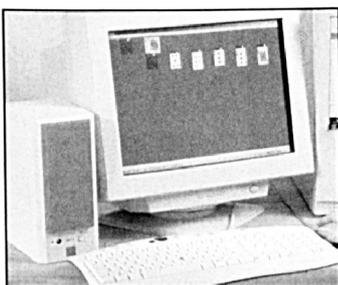
Welche Geräte benötigen Strom?

Schreibe die Buchstaben auf.

Das Lösungswort verrät dir, was uns der Strom hier liefert: _____

Bei manchen Geräten hilft uns der Strom auch, Nachrichten auszutauschen.

Zeichne weitere Geräte ein.



FOTOS: 1. HARRY HAUTUMM/PIXELO, 2. MIELE & CO.KG, 3. DIETER RIXE, 4. STEFFI PELZ/PIXELO, 5. JUTTA GRASHOF/PIXELO, 6. CLAUDIA HAUTUMM/PIXELO, 7. UWE ANDERS, 8. CLARISSA SCHWARZ/PIXELO, 9. FOTOVA.COM, 10. ADOLF RIESS/PIXELO, 11. MICHAEL FABIAN, 12. WESTEND06

Bringst du das Lämpchen zum Leuchten?

Wolfram, Glühbert und Turbiene sitzen in ihrem Haus.

Glühbert (schimpft): „Ganz schön finster hier.“

Turbiene: „Dann zündet doch 'ne Kerze an, Jungs.“

Wolfram: „Ach Turbiene, du bist immer so unvorsichtig. Das kann doch alles brennen. Ich hätte viel lieber richtiges elektrisches Licht. Du nicht auch Glühbert?“



Glühbert (begeistert): „Das ist eine gute Idee, Wolfram. Wir bauen uns eine supertolle Beleuchtungsanlage. Aber erst müssen wir noch ein paar Dinge besorgen.“

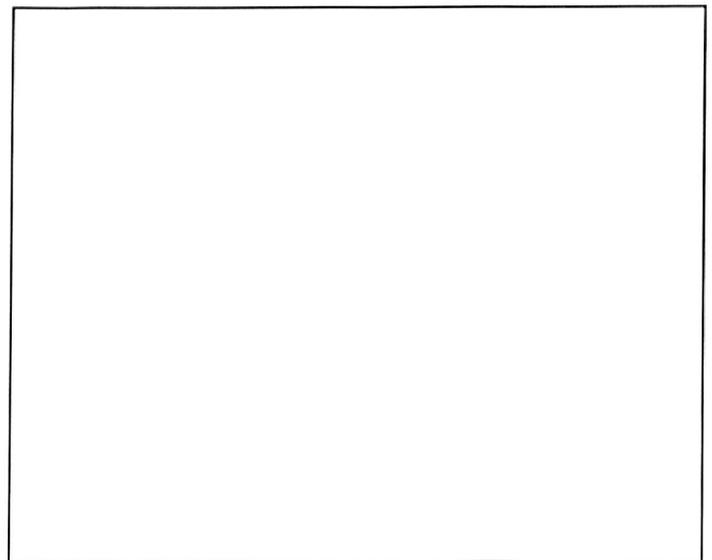
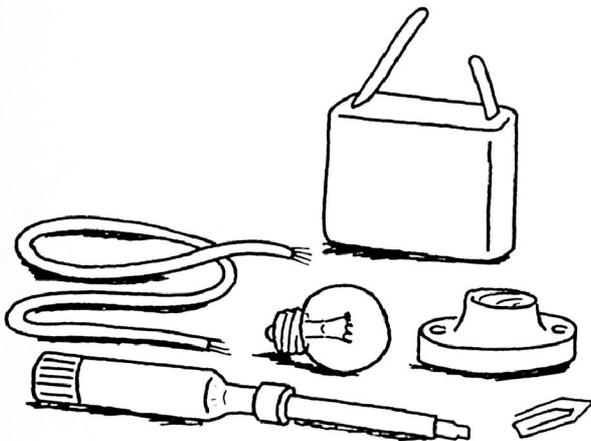
Turbiene (lacht): „Bei eurem Können am besten einen Elektriker.“

Kannst du Wolfram, Glühbert und Turbiene helfen?

Das brauchst du:

Lämpchen	Lämpchenfassung
Batterie	Kabel
Büroklammer	Schraubenzieher

Zeichne deine Anordnung auf.

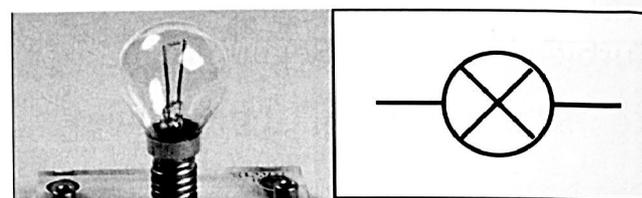
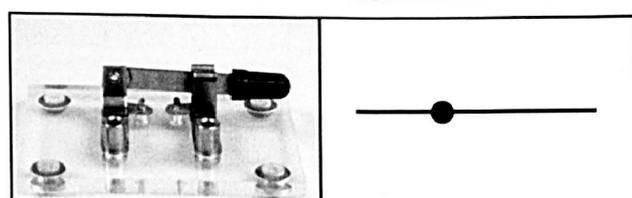
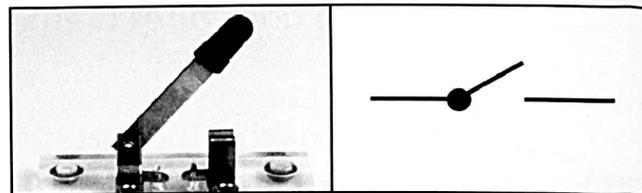
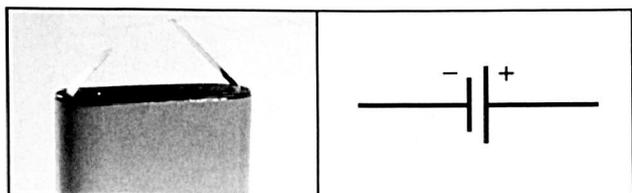
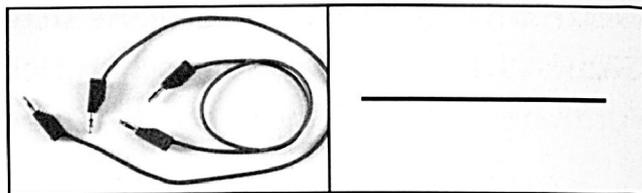


Das Lämpchen leuchtet, wenn _____

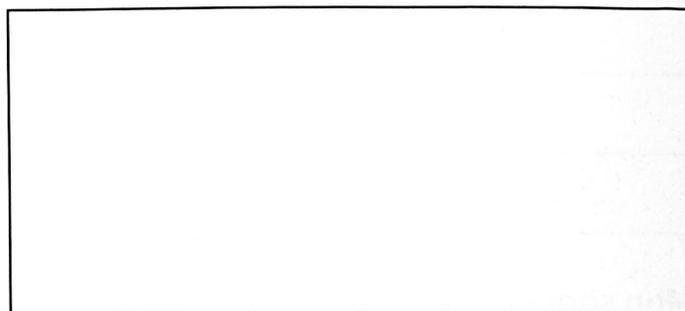
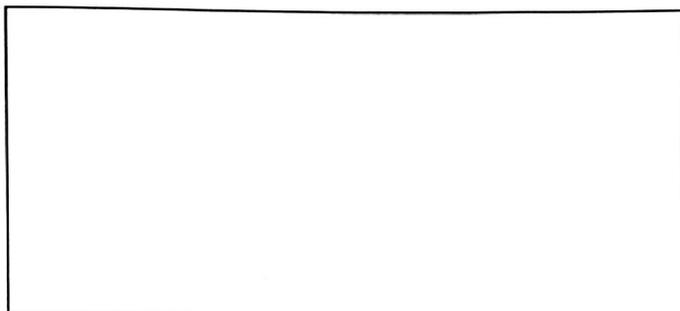
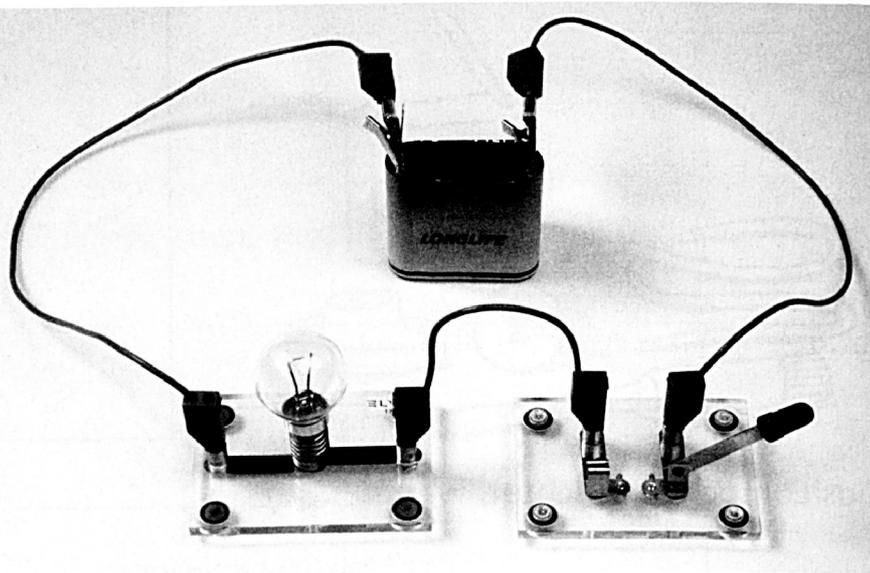
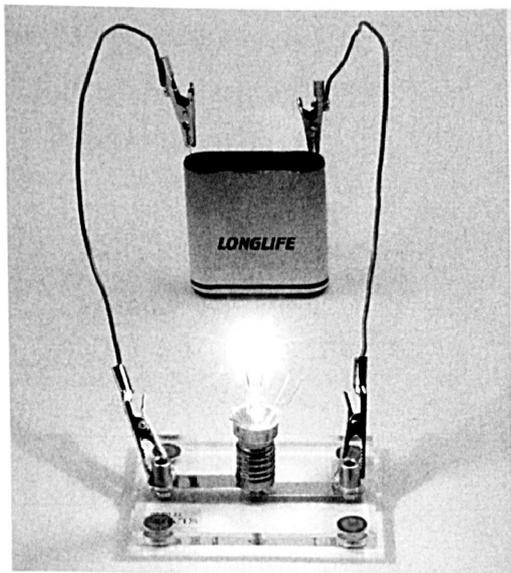
Man sagt dann: Der Stromkreis ist _____

Wir zeichnen Stromkreise

Stromexperten verwenden Symbole, um Stromkreise zu zeichnen.
Ihre Zeichnung nennen sie Schaltbild.
Hier lernst du einige Symbole kennen:



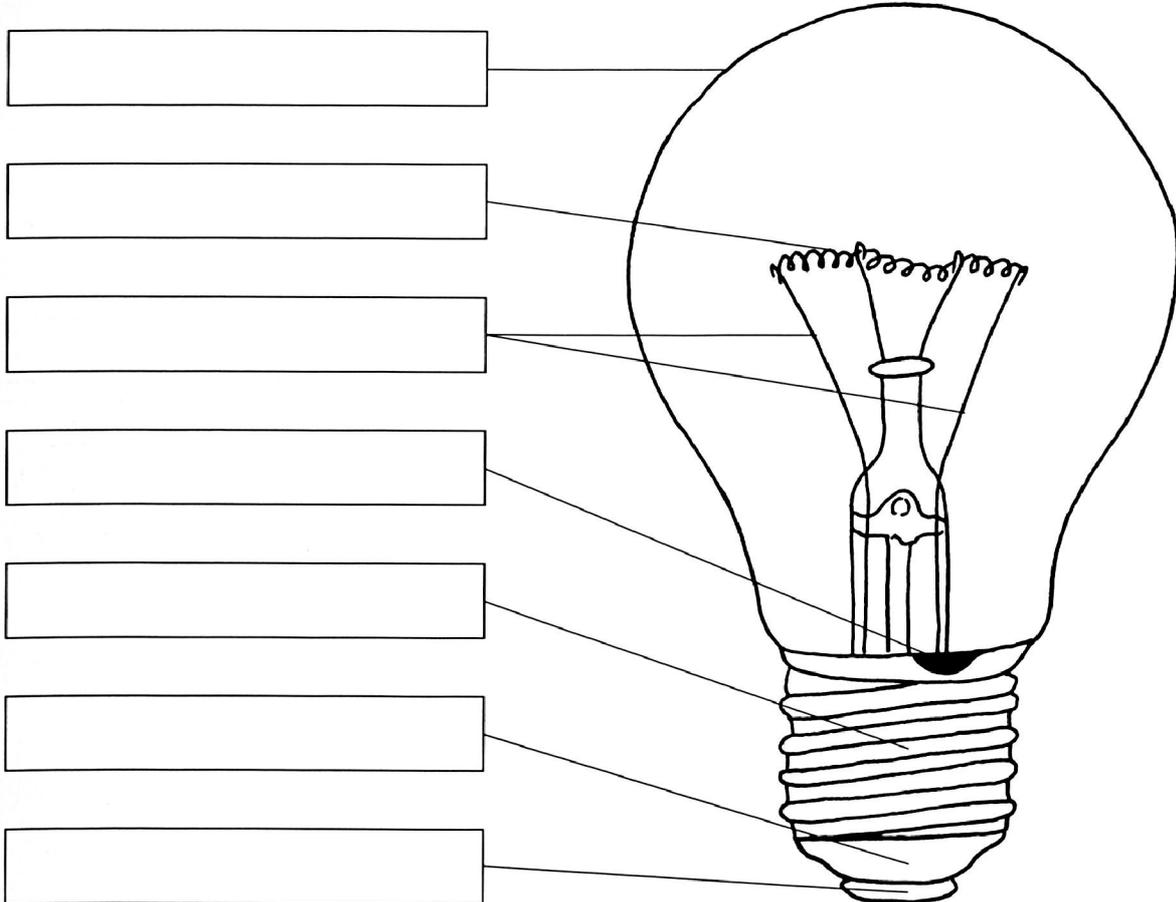
Zeichne zu den beiden Fotos die Schaltbilder



Die Teile einer Glühlampe

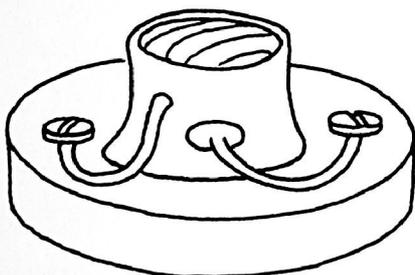
Setze die Wörter ein:

Glaskolben, Glühdraht, Isolierplättchen, Kontaktplättchen,
Lötstelle, Schraubsockel, Zuleitungsdrähte



Die Fassung

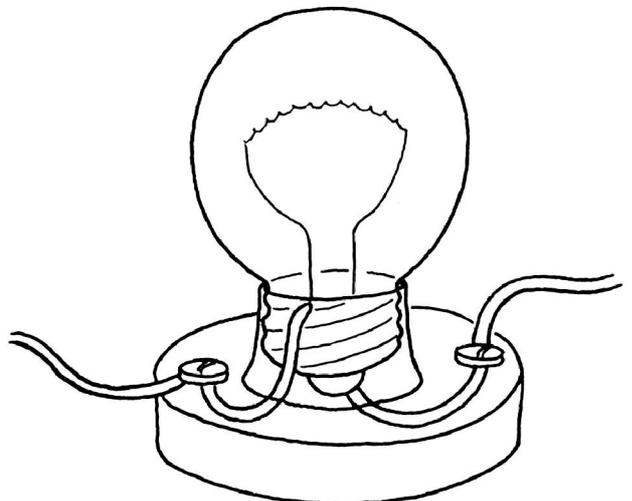
Verbinde die Wörter mit der zugehörigen Stelle im Bild.



Gehäuse
Gewinde
Metallschrauben
Kontakt

Das Lämpchen in der Fassung

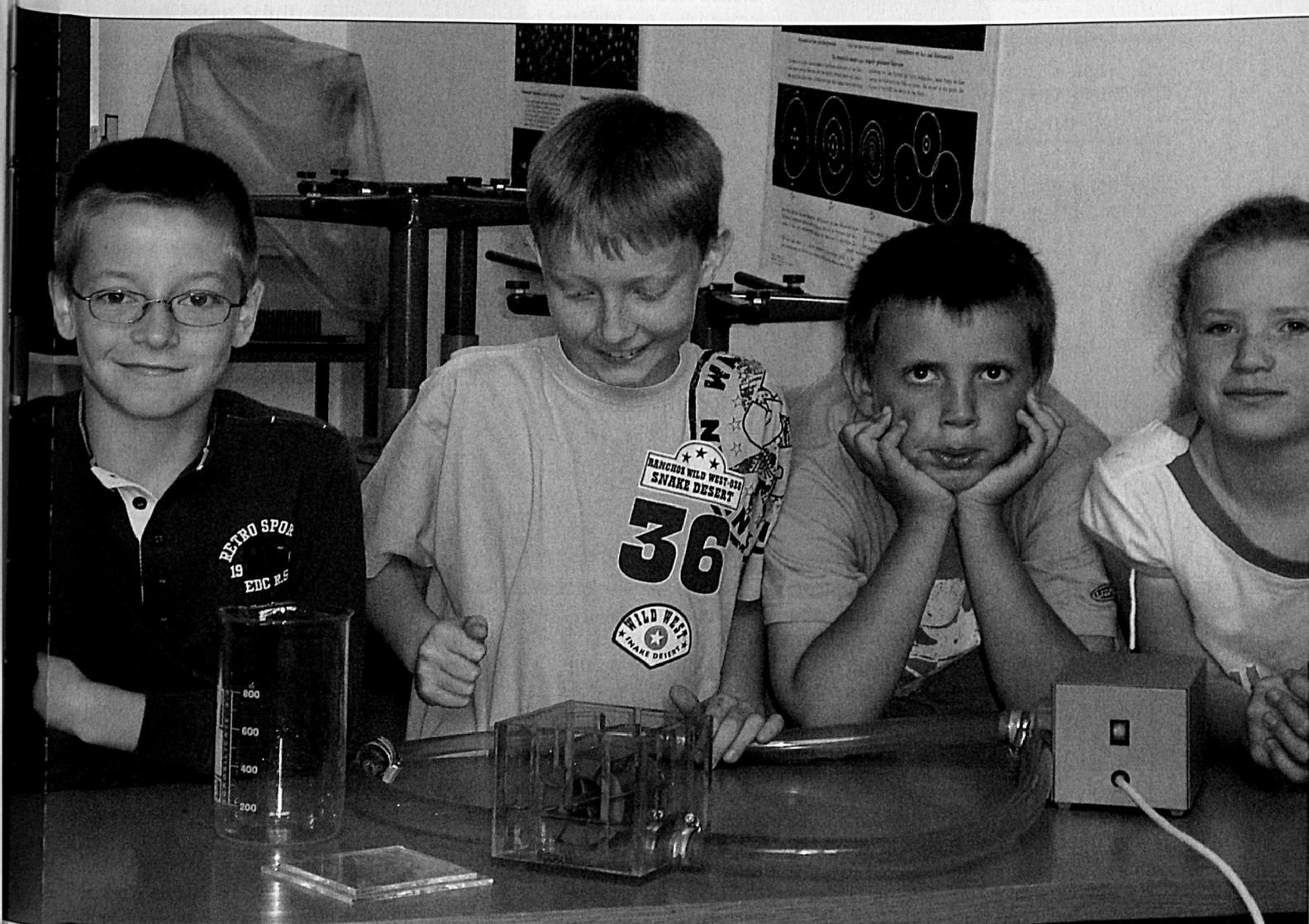
Zeichne den Weg des Stroms durch das Lämpchen rot ein.



Erlernen des Stromkreis- konzeptes durch Analogien

VON MICHAEL HAIDER UND THOMAS HAIDER

Modelle helfen uns, Vorgänge zu erklären, die wir nicht sehen können – so wie den elektrischen Strom. Wie Kindern der Umgang mit Modellen beim Verständnis helfen kann, wird im Folgenden gezeigt.



Der Wasserkreislauf mit Pumpe und Wasserrad wird mit dem elektrischen Stromkreis verglichen.

FOTOS: MICHAEL HAIDER

Stellt man Kindern das notwendige Material zur Verfügung und beauftragt sie, ein Lämpchen an eine Batterie anzuschließen, versuchen sie es in der Regel zuerst mit einer Verbindung. Dies ist nicht überraschend, schließen wir doch auch unsere Stehlampe zu Hause ver-

meintlich mit nur einem Kabel an die Steckdose an. Bringen sie dann schließlich das Lämpchen mit Hilfe von zwei Leitungen zum Leuchten, so erklären sie das damit, dass mit einer Zuleitung nicht genügend „Strom“ zum Lämpchen fließen kann. Hier sollte bereits in der Grundschule

das korrekte Wissen vermittelt werden.

Elektrische Anlagen werden dazu verwendet, elektrische Energie von der Quelle zu einem „Verbraucher“ (z. B. vom Fahrraddynamo zum Lämpchen) zu bringen (siehe Abb. 1). Dieser lineare Energietransport wird

WIRKUNGSWEISE EINER ELEKTRISCHEN ANLAGE

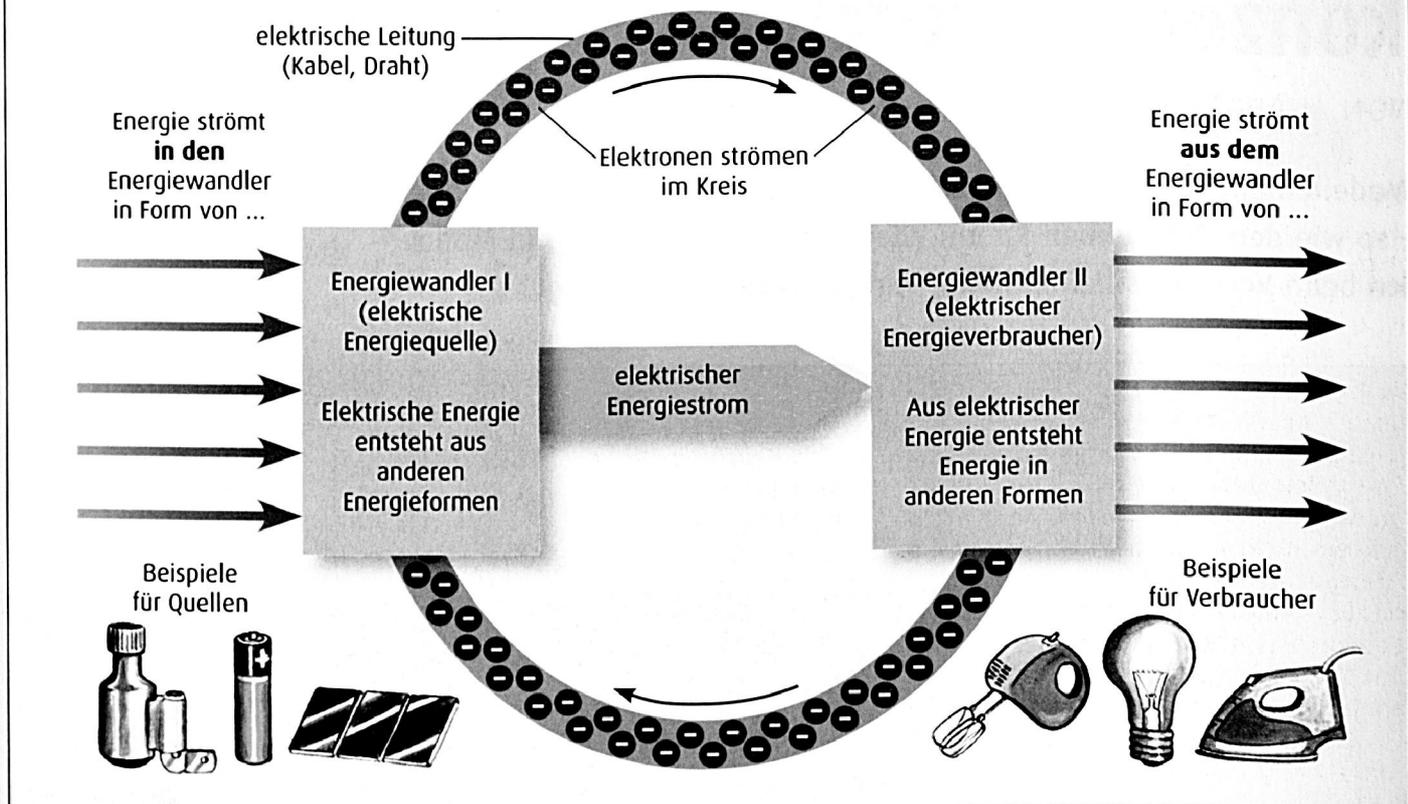


Abb. 1: Die Wirkungsweise einer elektrischer Anlage.

durch umlaufende elektrisch geladene Teilchen (meist Elektronen) bewerkstelligt, so wie z. B. ein umlaufender Riemen dazu dient, mechanische Energie vom Motor zum Verbraucher zu transportieren. So wie der Riemen immer im Umlauf ist und dabei weder verändert noch verbraucht wird, sind auch die Elektronen ständig im Umlauf und werden nicht verbraucht. Die Elektronen fließen also „im Kreis“ von der Batterie durch einen Draht zum Lämpchen, durch das Lämpchen und durch den zweiten Draht zurück zur Batterie, weiter durch die Batterie und dann wieder zum Lämpchen usw. Diesen umlaufenden Elektronenstrom meint man, wenn man in der Physik von einem elektrischen Strom spricht. Oft spricht man einfach nur von einem „geschlossenen Stromkreis“.

Viele Schüler (und Erwachsene) sind davon überzeugt, dass das Lämpchen oder andere elektrische Geräte „Strom verbrauchen“, und meinen, dass nach dem Lämpchen weniger Elektronen unterwegs sind als davor.

Diese Vorstellung steht aber im Widerspruch zur eben dargelegten Stromkreisvorstellung.

Worin hat nun die Sprechweise vom „Stromverbrauch“ ihre Ursache? Die Stromquelle (z. B. die Batterie) sorgt dafür, dass die Elektronen in Umlauf gehalten werden. Dazu ist Energie erforderlich. Wenn in der Quelle keine Energie mehr verfügbar ist, kann die Quelle auch den Elektronenfluss nicht mehr aufrechterhalten. Wir sagen dann: Die Batterie ist leer. Genauer müssten wir sagen: Die in der Batterie gespeicherte Energie wurde vollständig umgewandelt. Sie kann keinen Elektronenfluss mehr in Gang halten.

Auch beim Riemenantrieb kann es geschehen, dass der Mensch, der den Riemen antreibt „nicht mehr kann“, also keine Energie mehr hat, um den Riemen in Umlauf zu halten. Es ist offensichtlich, dass dann auch keine Energie mehr transportiert wird. Also: Energie der Quelle verbraucht → kein Ladungsumlauf/kein elektrischer

Strom → kein Energietransport zum Verbraucher.

UNTERRICHTSVORSCHLAG

Das Verstehen des Stromkreisbegriffes ist für die Schülerinnen und Schüler nicht leicht. Anknüpfungspunkt ist der Energiebegriff, der jedoch meist durch alltagssprachliche Fehlvorstellungen gefüllt ist. In der Unterrichtseinheit soll eine erste Ausdifferenzierung des Begriffs stattfinden. Dazu soll zunächst am Beispiel eines hochgehaltenen Körpers verdeutlicht werden, dass in jedem Körper Energie steckt, auch wenn man es von außen nicht sieht. Ziel der ersten Hälfte der Einheit ist es, die Schüler zu der Erkenntnis zu führen, dass im Stromkreis die Energie linear von der Quelle zum Verbraucher transportiert wird und dass dies dadurch geschieht, dass Ladungsträger (Elektronen) zirkulär umlaufen und dabei nicht verbraucht werden.

Ein erstes Modell

Zunächst lernen Schülerinnen und Schüler ein mechanisches Analogiemodell kennen: Mit Hilfe einer Kurbel wird eine Rolle angetrieben und mittels eines Riemens eine zweite Rolle in Bewegung gesetzt. Mit dieser zweiten Rolle wird dann ein Gewichtstück gehoben, also die potenzielle Energie dieses Gewichtstückes erhöht. Dieser doch bereits komplexere Zusammenhang wird für die Kinder in ihrer Sprache formuliert und zum handelnden Umgang angeboten (siehe Abb. 2 und 3).

Im nächsten Schritt taucht der analoge Sachverhalt in einer elektrischen Anordnung wieder auf. Im Sinne der Phänomenkreise nach Kay Spreckelsen (1997) soll den Schülerinnen und Schülern immer wieder auf verschiedene Arten dasselbe Phänomen (linearer Energietransport bei zirkulärem Fluss des Energieträgers) präsentiert werden. An die Stelle der ersten Rolle tritt nun ein Handkurbelgenerator (nach MUCKENFUSS 2004), der – um in der Sprache und im Alltag der Kinder zu bleiben – als Dynamo bezeichnet wird. Die zweite Rolle wird durch einen Motor ersetzt. Dieser kann wieder ein Gewichtstück heben. In diesem Fall ist allerdings die Beobachtung des Energietransportmittels (im Gegensatz zum Riemenmodell) nicht mehr möglich. Einzig erkennbar – und aus den vorangegangenen Stunden (siehe S. 13-19) bereits bekannt: Es bedarf zweier Leitungen. Dies soll im Sinne einer Förderung des Wissenschaftsverständnisses auch genutzt werden, um die Arbeitsweise der Physik deutlich zu machen. Physiker stellen sich nun nämlich vor, dass auch in den Leitungen etwas rundum läuft, genau wie der Riemen. Was hier jedoch umläuft, ist für die Schüler genauso wenig wie für die Physiker zu sehen. Hier kann ein Tafelbild die Vorstellung stützen (siehe Abb. 4). Zur Vertiefung halten die Kinder die Ergebnisse auf einem Arbeitsblatt fest (siehe S. 25).

Als Nächstes soll der Motor durch das Lämpchen ersetzt werden. Damit kommt der Unterricht auf das ursprüngliche Problem, den einfachen Stromkreis zurück. Bisher wurden folgende Punkte erarbeitet:

- Der Stromkreis muss geschlossen sein.
- Das Kurbeln liefert die Energie, die das Lämpchen benötigt. Das Lämpchen leuchtet.
- Die Schüler wissen noch nicht, warum das Lämpchen leuchtet und was in den Leitungen passiert.
- Physiker stellen sich – ebenso wie die Schüler – vor, dass auch hier etwas umläuft, wissen aber noch nicht was.

Ein zweites Modell

An dieser Stelle wird den Schülerinnen und Schülern ein Teilchenmodell vorgestellt. Dazu wird ihnen Folgendes erläutert:

Die Physiker haben folgende Vorstellung entwickelt:

1. Alle Körper sind aus kleinen Teilchen aufgebaut, die auch mit dem besten Mikroskop nicht sichtbar sind.
2. Von den kleinen Teilchen gibt es zweierlei:
 - „größere“, die auf festen Plätzen sitzen und zwischen denen viel leerer Raum ist.
 - 2000-mal kleinere, die sich in den Hohlräumen bewegen können.

Beim Stromfluss bewegen sich diese kleinen Teilchen im Stromkreis herum, wie der laufende Riemen.

Physiker stellen sich vor: In einem Stromkreis fließen Elektrizitätsteilchen vom Minuspol durch die eine Leitung zum Lämpchen, durch die

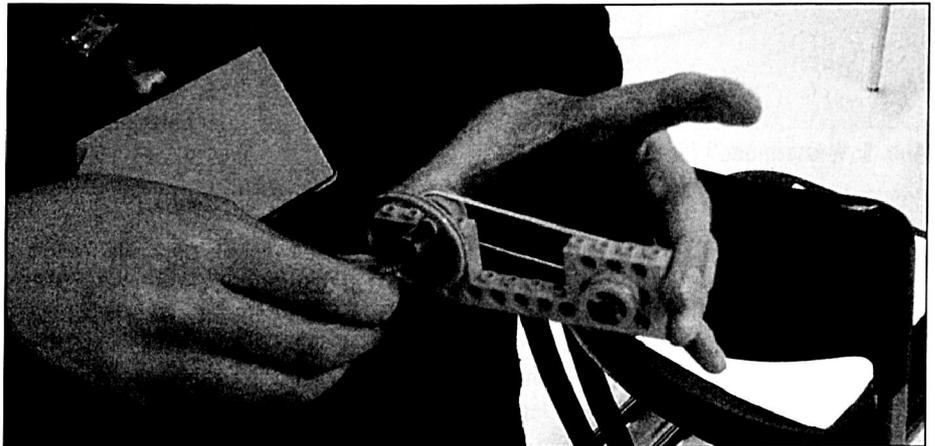


Abb. 2: Modellvorläufer: Mithilfe einer Kurbel wird eine Rolle angetrieben und über den Riemen eine zweite Rolle in Bewegung versetzt.



Abb. 3: Das erste Modell: Mit der in Bewegung versetzten zweiten Rolle wird ein Gewichtstück angehoben.

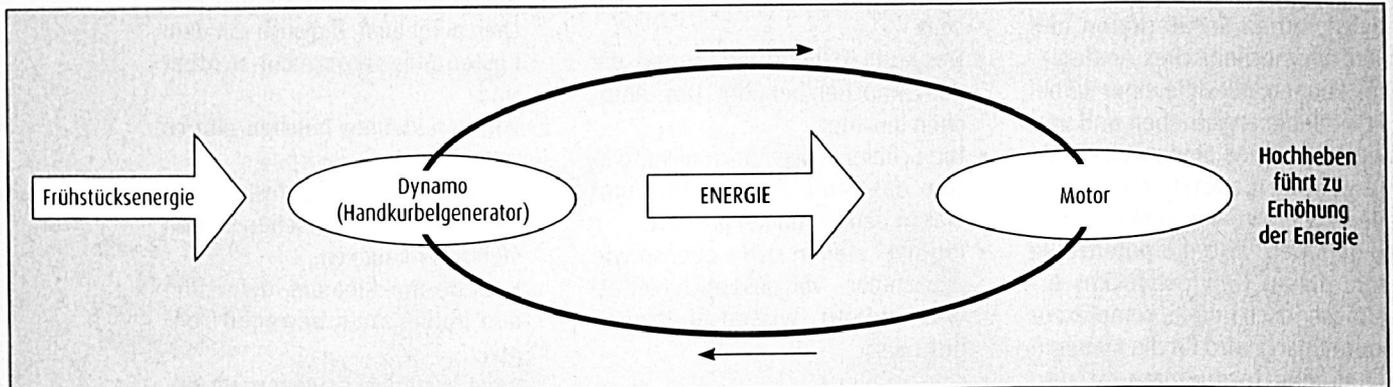


Abb. 4: Tafelbild zum Handkurbelgeneratormodell.

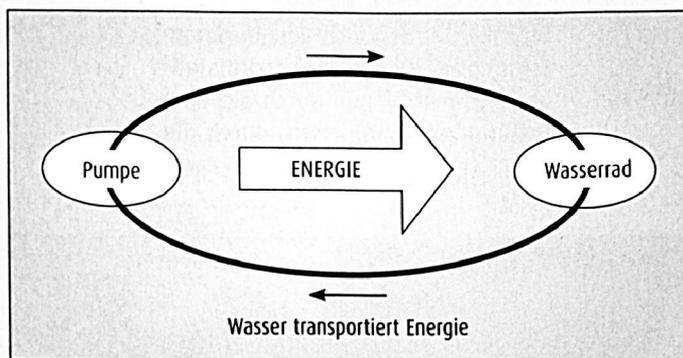


Abb. 5: Wassermodell für den Stromkreis.

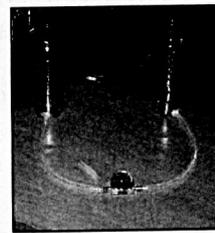


Abb. 6: Das Wassermodell, das sich die Schülerinnen und Schüler erarbeiten.

Zwei Wassergefäße sind über eine Leitung miteinander verbunden. In der Mitte der Leitung ist ein Wasserrad. Wird ein Gefäß hochgehoben fließt das Wasser und das Wasserrad dreht sich. Haben beide Gefäße dieselbe Höhe, fließt kein Wasser. Das Anheben entspricht dem Ladevorgang einer Batterie. Werden die beiden Wassergefäße verdeckt, ist der Vorgang der Entladung nicht mehr sichtbar. Analog zum Stromkreis nimmt man nur das Drehen des Wasserrades wahr.

andere Leitung zurück zum Pluspol der Batterie und in der Batterie wieder zum Minuspol. Sie sagen dazu: Es fließt elektrischer Strom. Der fließende elektrische Strom bewirkt den Energietransport von der Batterie zur Lampe.

Wie kommen Physiker auf solche Vorstellungen? Mithilfe eines Wassermodells soll dieser Frage nachgegangen werden. Der Dynamo aus dem letzten Modell wird durch eine Pumpe ersetzt, das Lämpchen durch ein Wasserrad und die elektrischen Leitungen durch Wasserleitungen. Das Wasserrad bekommt die Energie von der Pumpe, während das Wasser als Träger rundum läuft (siehe Abb. 5).

Die Schülerinnen und Schüler sollen selbstständig überlegen, ob und worin sich Wasserkreis und Stromkreis entsprechen (siehe S. 26). Als nächstes sollen sie sich das analoge Modell selbst handelnd erarbeiten und verstehen lernen. Dazu werden zunächst zwei Gefäße mit Wasser über eine Wasserleitung verbunden (siehe Abb. 6). Die daraus zu gewinnende Erkenntnis ist: Solange ein Höhenunterschied zwischen den Gefäßen besteht, fließt das Wasser. Wenn kein Höhenunterschied mehr

vorhanden ist, muss das Wasser wieder angehoben werden. (Das entspricht dem Ladevorgang bei der Batterie.)

Diese Erkenntnis soll nun von den Schülern dazu genutzt werden, um ein Wasserrad zu betreiben. Der Schlauch ist hierfür in der Mitte bei einem Steckverbinder zu öffnen, ein Wasserrad einzusetzen (siehe Abb. 6). Stülpt man nun über die beiden Flaschen einen Karton mit der Aufschrift „Batterie“, so ist ganz analog zum Stromkreis der Vorgang der Entladung der Batterie nicht mehr zu sehen. Einzig sichtbar: das sich drehende Wasserrad, also analog zum Stromkreis, der sich drehende Motor oder das leuchtende Lämpchen.

Anwendung der Kenntnisse

Das Arbeitsblatt „Strom wird nicht verbraucht“ (siehe S. 27) soll vertiefen, dass der Strom als Prozess und nicht als Produkt zu sehen ist und unser alltäglicher Sprachgebrauch eigentlich die Energieumwandlung in nicht mehr nutzbare Energie meint. Schließlich soll noch der Begriff Strom als Bewegung (strömen) von Teilchen bewusst gemacht werden (siehe S. 28).

DIE AUTOREN

Dr. Michael Haider
ist Akademischer Rat im Fachbereich Naturwissenschaft und Technik der Universität Regensburg.

Thomas Haider
ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Grundschulpädagogik der Universität Regensburg.

LITERATUR

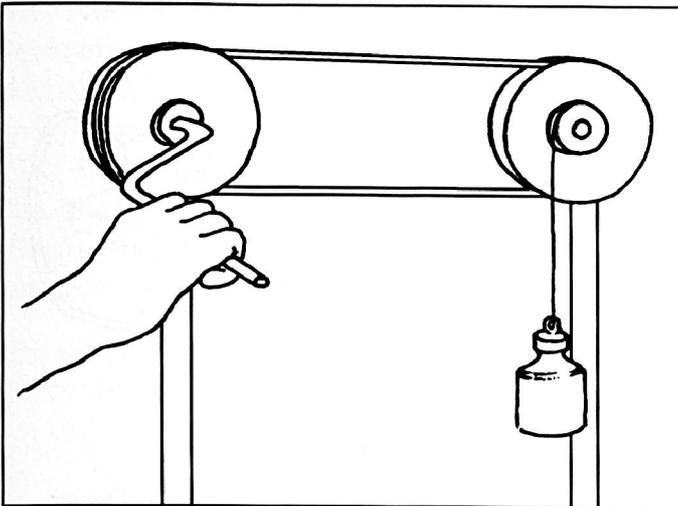
Muckenfuß, Heinz: Dynamot. Lernerhandreichung zum handgetriebenen Generator als Energiequelle für Schüler- und Lehrerversuche. Berlin 2004

Spreckelsen, Kay: Wie Grundschulkinder psychikalische Phänomene verstehen. In: Grundschule, Heft 10/1997, S. 18-19

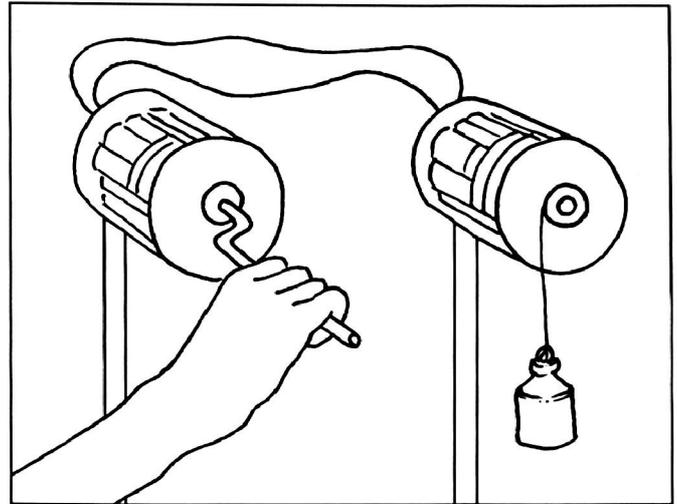
LÖSUNGEN

Die Lösungen können Abonentinnen und Abonenten kostenlos unter www.praxisgrundschule.de/unterrichten/loesungen.php heruntergeladen.

Modelle für den Stromkreis



mechanisches Kurbelmodell



elektrischer Stromkreis

Vergleiche das mechanische Kurbelmodell und den Stromkreis.

Welche Teile entsprechen sich?

mechanisches Modell

Riemen

Rolle

umlaufender Riemen

Stromkreis

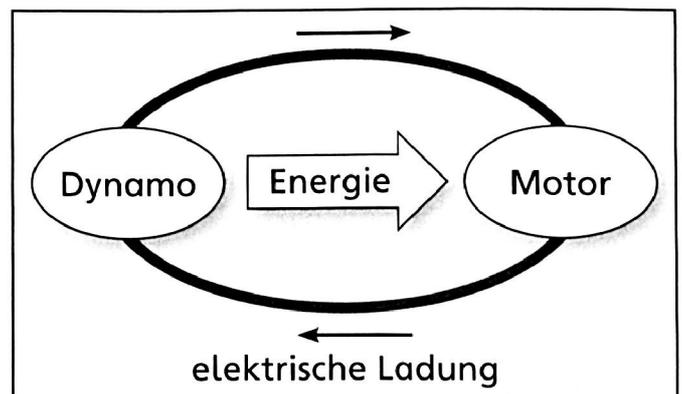
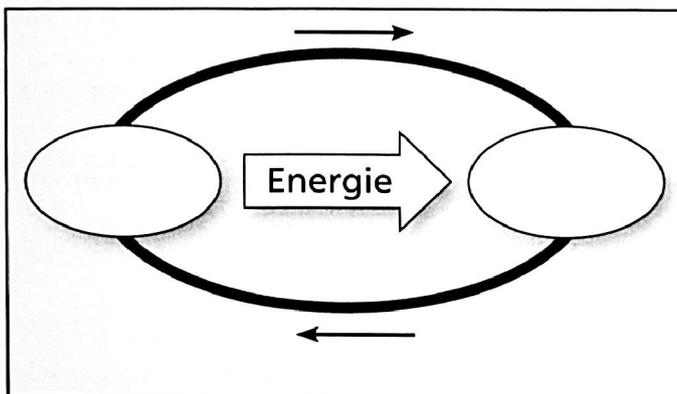
Dynamo

Gewicht wird gehoben

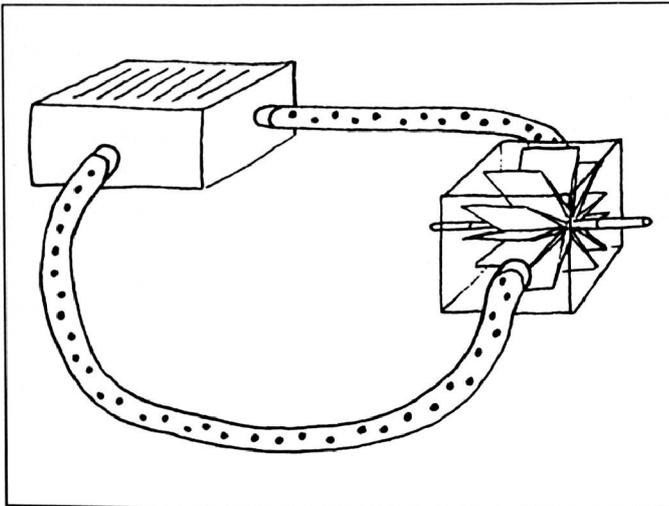
Verwende folgende Wörter:

Motor, Gewicht wird gehoben, Stromteilchen, Strom, Kurbel

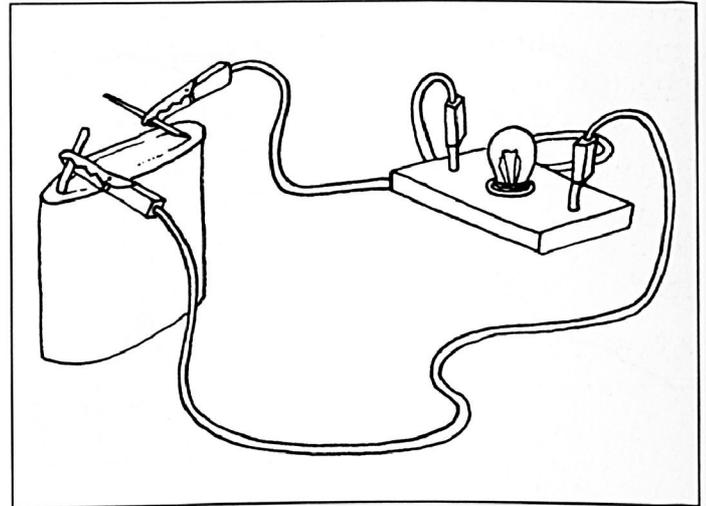
Ergänze die Zeichnung.



Wir vergleichen Strom- und Wasserkreis



Wasserkreis



elektrischer Stromkreis

Vergleiche Wasserkreis und Stromkreis.
Welche Teile entsprechen sich?

Wasserkreis

Wasser

Wasserrad

Wasserstrom

Verwende folgende Wörter:

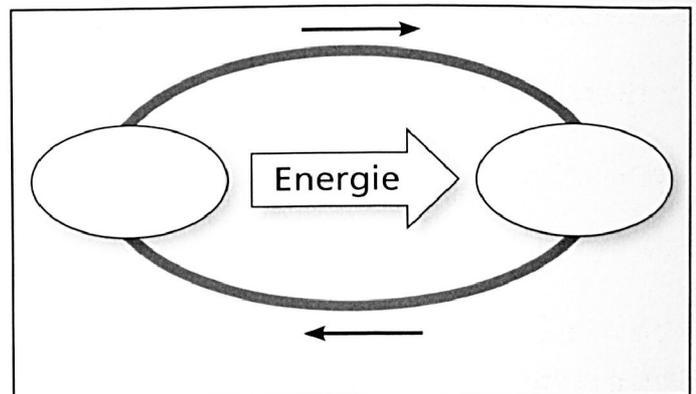
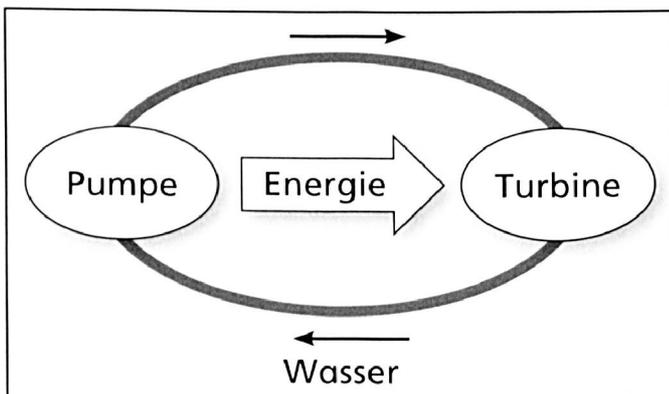
Schläuche, Elektronen, Pumpe, Lämpchen, Elektronenstrom

Ergänze die Zeichnung.

Stromkreis

Drähte

Batterie

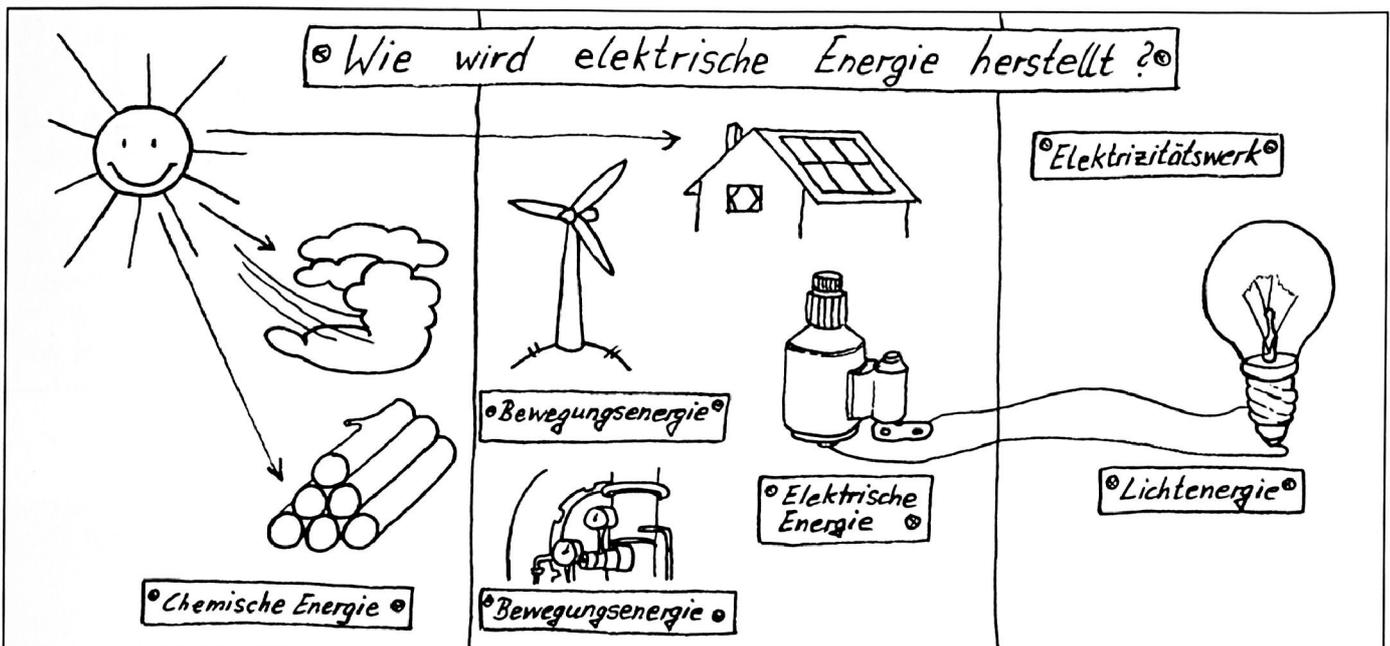


Strom wird nicht verbraucht

Oft kannst du hören, dass wir Strom sparen sollen. Doch das ist physikalisch falsch. Von Strom sprechen wir, wenn sich Elektrizitätsteilchen bewegen. Die Elektrizitätsteilchen fließen dabei im Kreis und werden nicht verbraucht! Deshalb können wir sie auch nicht sparen. Auch in den Modellen wurden

der Riemen, die Tischtennisbälle, das Wasser, ... nicht verbraucht. Strom liefert aber Energie, die z. B. in einer Lampe in Wärme und Lichtenergie umgewandelt wird. In den Modellen wurde die Energie genutzt, um ein Wasserrad anzutreiben oder ein Gewichtstück zu heben.

Zu solchen Energieumwandlungen kann man ganze Ketten bilden:



Diese Energieumwandlung kann man (sich) sparen. Beim Strom geht es besonders um die Umwandlung von z. B. Heizenergie (beim Kohle- oder Gaskraftwerk) oder von Kernenergie (im Kernkraftwerk) in elektrische Energie und dann in Lichtenergie,

Wärmeenergie, Bewegungsenergie, usw. Wird keine Lichtenergie oder Bewegungsenergie benötigt, kann auch die Umwandlung von Kernenergie oder Heizenergie bereits gespart werden. Dies schont unsere Umwelt.

Im Stromkreis wird nicht _____ verbraucht,

sondern die für uns _____ .

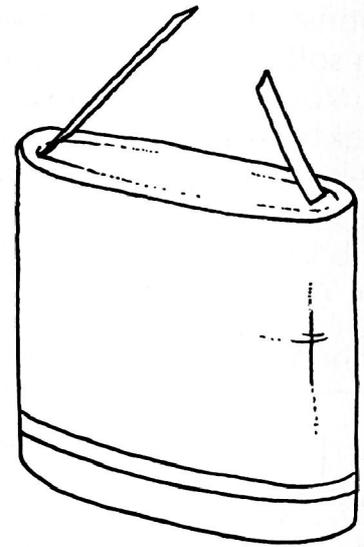
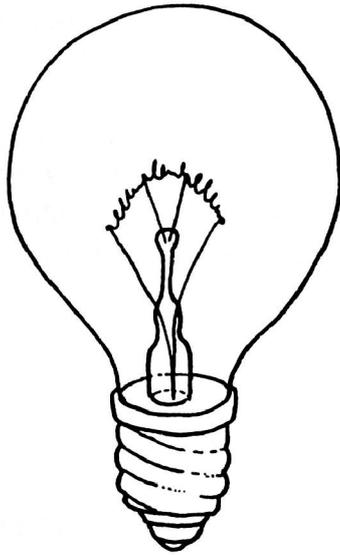
Sie wird in _____ , _____

oder _____ umgesetzt.

Verwende folgende Wörter:

Bewegung, Strom, Wärme, nutzbare Energie, Licht

Wie fließt der Strom?



1. Zeichne die Drähte ein, so dass die Glühlampe leuchtet.
2. Zeichne Pfeile ein, die zeigen, wie der Strom fließt.
Denke an die Modelle, die du kennengelernt hast.
3. Fülle die Lücken:

In einem Stromkreis befinden sich _____ .

Diese fließen aus der _____

zum _____ und wieder zurück.

Wir müssen uns das so vorstellen,
wie Tischtennisbälle in einem Schlauch.

Die Batterie schiebt mit Kraft an und setzt

die _____ in Bewegung.

Sie liefert die _____. Die Teilchen, die immer
vorhanden sind, werden im _____ bewegt.

Erst wenn sich die Teilchen _____

nennen wir das _____ .

Verwende folgende Wörter:

Batterie, Elektrizitätsteilchen, Kreis, Lämpchen,
Elektrizitätsteilchen, bewegen, Energie, elektrischen Strom

Die Versuchskartei

VON MICHAEL HAIDER UND THOMAS HAIDER

Das Durchführen von Versuchen und die intensive Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand vertieft das Verständnis der Schülerinnen und Schüler. Deshalb ist es sinnvoll zum komplexen Thema Strom eine Kartei mit Aufgaben zum handelnden Umgang anzubieten.



In Kleingruppen suchen die Kinder nach Lösungen.

Die Versuchskartei soll ergänzend zur Unterrichtseinheit Möglichkeiten bieten, sich handelnd mit dem Thema Strom auseinanderzusetzen. Die Versuche in der Kartei sind gut für offene Arbeitsformen wie Freiarbeit, Wochenplanarbeit usw. geeignet. In diesen Phasen können die Schülerinnen und Schüler, nach einer allgemeinen Einführung in die Kartei, selbstständig in Kleingruppen arbeiten. Die Lösungen und Erklärungen finden die Kinder auf der Rückseite der Aufgabenkarten. Ebenso ist dort je eine Wissensbox mit weiterführenden Informationen zu finden. Wichtig ist es nach der Arbeit mit der Kartei sicherzustellen, dass die Kinder die Er-

klärungen und Sachverhalte verstanden haben. Ideal wäre es, die Kartei im Laufe der Einheit um weitere Versuche und Aufgaben zu ergänzen.

Aufgrund der leicht zu beschaffenden Materialien eignen sich die Aufgaben der Kartei auch hervorragend für Versuche für eine Forscherecke, in der die Aufgaben auch unabhängig von der Einheit bearbeitet werden können.

Die Versuche lassen sich auch gut in den Klassenunterricht integrieren. So können beispielsweise die Zitronenbatterie und die Sandwichbatterie genommen werden, wenn eine Spannungsquelle im Unterricht benötigt wird. Auch der „einfache Schalter“ lässt sich immer dann im

Unterricht einsetzen, wenn der Stromkreis ein- und ausgeschaltet werden soll und lässt sich beispielsweise auch gut mit dem „Elektromagneten“ kombinieren.

Mit dem Mini-Elektrophor kann man den Effekt produzieren, der vielen Kindern aus dem Alltag bekannt ist: Nämlich, dass man manchmal einen kleinen elektrischen Schlag bekommt, wenn man beispielsweise ein Auto anfasst.

Der Wäscheklammerschalter regt die Kinder an, nach Gelegenheiten zu suchen, bei denen der Schalter „sinnvoll“ eingesetzt werden soll: Hier muss man nach einem Stromkreis suchen, der durch das Drücken eines Schalters unterbrochen wird. So ließe sich beispielsweise damit ein Modell für einen Kühlschrank realisieren, bei dem die Lampe ausgeschaltet wird, solange die geschlossene Tür auf dem Schalter drückt.

DIE AUTOREN

Dr. Michael Haider
ist Akademischer Rat im Fachbereich Naturwissenschaft und Technik der Universität Regensburg.

Thomas Haider
ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Grundschulpädagogik der Universität Regensburg.

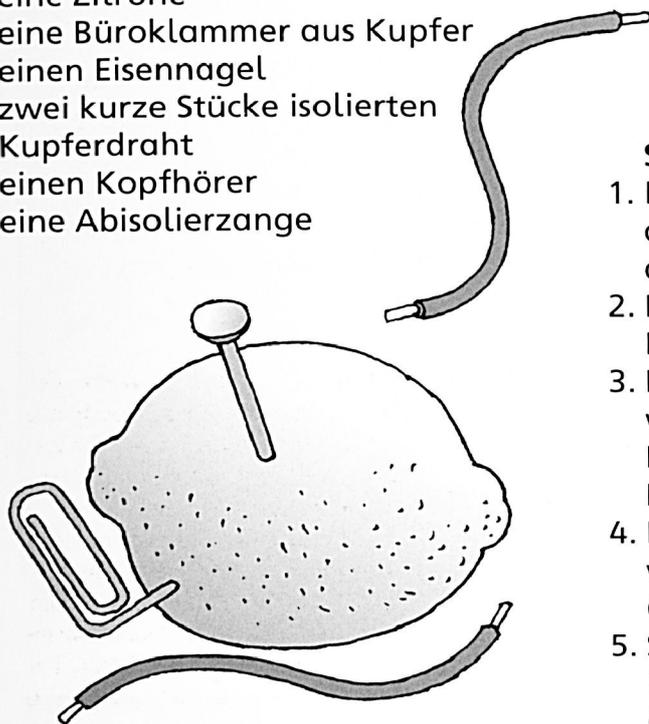
MATERIAL ZUM BEITRAG

Die Kartei mit den Versuchen zum Thema Strom finden Sie in der Heftmitte.

Strom aus der Zitrone

Du brauchst:

- eine Zitrone
- eine Büroklammer aus Kupfer
- einen Eisennagel
- zwei kurze Stücke isolierten Kupferdraht
- einen Kopfhörer
- eine Abisolierzange



So wird es gemacht:

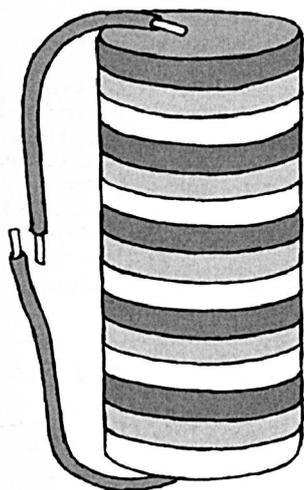
1. Nimm die Zitrone und stecke die Büroklammer an einer Stelle und den Nagel an einer anderen Stelle hinein.
2. Entferne mit der Zange die Isolierung an den Kabelenden.
3. Nimm die beiden Drahtstücke zur Hand und wickle ein Ende des einen Drahtstücks um die Büroklammer und ein Ende des anderen Drahtstücks um den Nagel.
4. Eines der beiden übrigen offenen Enden wickelst du um den Stecker des Kopfhörers (hinter dem Plastikring).
5. Setze den Kopfhörer auf und halte das andere Drahtende an die Spitze des Steckers (vor dem Plastikring).



Die Sandwichbatterie

Du brauchst:

- Kupfermünzen (mindestens 10)
- zehn Teelöffel Salz, gelöst in einer Tasse Wasser
- zwei Stücke isolierten Kupferdraht
- Alufolie
- Löschpapier
- Klebeband
- Schere



So wird es gemacht:

1. Schneide je 10 Kreise in Münzgröße aus dem Löschpapier und der Alufolie aus. Durchnässe die Papierkreise gut mit Salzwasser.
2. Staple die Scheiben aus den verschiedenen Materialien – Alufolie, Kupfermünze, Papier – in regelmäßiger Abfolge aufeinander. Eine Gruppe aus drei Scheiben bildet eine Zelle. Der gesamte Stapel bildet die Batterie.
3. Entferne die Isolierung an den Enden der Drähte.
4. Klebe das Ende eines Drahtes oben (an der obersten Kupfermünze) und das Ende des anderen Drahtes unten (am untersten Alufolienkreis) am Stapel fest.
5. Führe die freien Drahtenden zusammen.

Das passiert:
Du hörst es knistern.

Erklärung:
Mit einer Zitrone kannst du Strom erzeugen. Der Nagel aus Eisen und die Büroklammer aus Kupfer ziehen die Elektronen aus der Säure der Zitrone unterschiedlich stark an. Die Büroklammer ist dabei der Pluspol und der Nagel der Minuspol. Wenn beide Pole durch Drähte miteinander verbunden werden, findet im Inneren der Zitrone ein chemischer Prozess statt. Es fließen Elektronen vom Eisennagel zur Büroklammer.

Wissensbox

Die Zitronenbatterie ist ein so genanntes „galvanisches Element“. In ihr wird chemische Energie in elektrische Energie umgewandelt. Der Name geht auf den italienischen Arzt Luigi Galvani zurück. Dieser untersuchte das Zucken von Froschschenkeln beim Anlegen von Strom. Zur Zeit Galvanis gab es nur statische Elektrizität. Erst die Erfindung der Voltaschen Säule brachte fließende Elektrizitätsteilchen, also Strom, hervor. Die Umkehrung dieses Vorgangs, also die Umwandlung von elektrischer Energie in chemische Energie, wird Elektrolyse genannt.

Das passiert:
Im Dunkeln siehst du einen Funken.

Erklärung:
Durch eine chemische Reaktion im Innern der Batterie werden die positiven und negativen Ladungen getrennt, es entsteht elektrische Energie. Diese chemische Reaktion wird auch Elektrolyse genannt. Sie läuft zwischen den beiden Materialien in der Batterie ab: Zwischen dem Kupfer der Münze und dem Aluminium der Folie. Das Salzwasser leitet und verbindet beide Metalle.

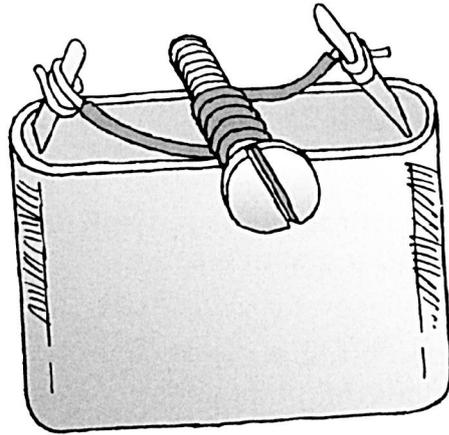
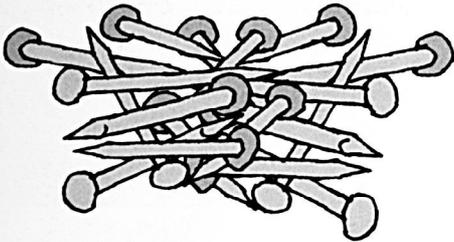
Wissensbox

Bereits 1801 lieferte die erste „Sandwichbatterie“, damals als so genannte „Voltasche Säule“, Energie. Der italienische Wissenschaftler Alessandro Volta baute solch eine Säule aus Zink, Silber und in Salzwasser getränktem Papier. Nach dem Wissenschaftler wird heute die Maßeinheit für die elektrische Spannung benannt, das Volt. Spannung kann man sich als Druck vorstellen, mit dem die Elektronen durch die Leitungen geschoben werden.

Der Elektromagnet

Du brauchst:

- eine 4,5-Volt Batterie
- eine Schraube
- isolierten Kupferdraht (1-2 m lang)
- kleine Metallteile (z. B. kleine Nägel)



So wird es gemacht:

1. Wickle den Draht mehrmals fest um die Schraube.
2. Die Enden hängen herunter. Befestige die blanken Drahtenden am Plus- und am Minuspol der Batterie.
3. Bringe die kleinen Metallteile in die Nähe der Schraube.



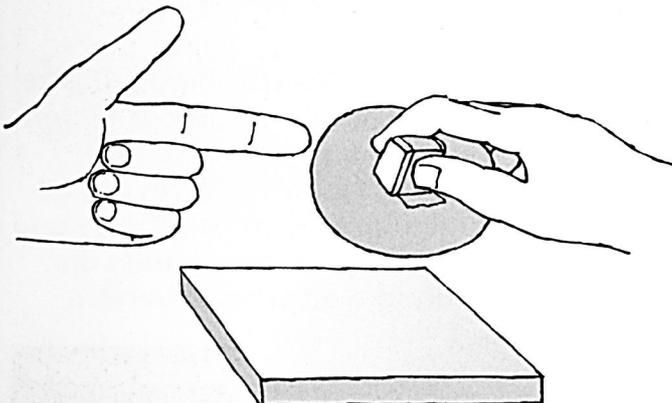
Mini-Elektrophor

Du brauchst:

- eine Styroporplatte oder Plexiglasscheibe
- einen Deckel einer Dose aus Metall oder Aluminiumfolie und ein Stück Pappe
- ein Stück Styropor oder eine Plastikdose
- Klebstoff oder Klebeband
- ein Wolltuch

So wird es gemacht:

1. Klebe auf den Deckel einer Blechdose ein Stück Styropor oder eine kleine Plastikdose als Isoliergriff. (Anstelle einer Blechdose kann man auch ein Stück Pappe mit Aluminiumfolie überkleben.)
2. Reibe mit dem Wolltuch über die Platte und lege sie auf eine Unterlage.
3. Halte den Blechdeckel am Isoliergriff und lege sie auf die Styroporplatte.
4. Berühre den Blechdeckel kurz mit einem Finger und hebe ihn daraufhin am Isoliergriff hoch.



Das passiert:

Wenn die umwickelte Schraube an die beiden Pole angeschlossen ist, zieht sie die kleinen Eisenteile an.

Variante:

Du kannst in den Stromkreis auch einen Schalter einbauen.

Erklärung:

Wenn durch den Draht Strom fließt, wird er von einem Magnetfeld umgeben. Das Magnetfeld durchdringt auch die Schraube und richtet alle magnetischen Bezirke im Eisen in einer Richtung aus. Dadurch wird das Eisen magnetisch. Fließt kein Strom mehr durch den Draht, löst sich das Magnetfeld wieder auf und der Elektromagnet ist nicht mehr magnetisch. Dadurch hast du einen an- und abschaltbaren Magneten gewonnen.

Wissensbox

1820 stellte der dänische Physiker Christian Oersted fest, dass ein Draht, durch den Strom fließt, also ein Draht durch den sich Elektronen bewegen, magnetisch ist. Er bemerkte, dass eine Magnetnadel, die sich in der Nähe eines stromdurchflossenen Leitungsdrahts befindet, ausschlägt. Dieses Phänomen wurde von Werner von Siemens dazu genutzt, um einen Dynamo zu bauen.

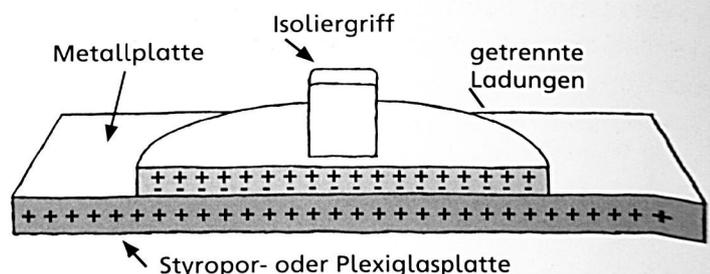
Das passiert:

Bringt man einen Finger in die Nähe des Deckels, springt ein kleiner Funke vom Deckel auf den Finger über und man verspürt einen schwachen elektrischen Schlag.

Erklärung:

Die Platte wird durch das Reiben mit dem Wolltuch elektrostatisch aufgeladen. Legt man den Blechdeckel auf die Platte, werden in diesem die Ladungen beeinflusst. Berührt man den Deckel mit einem Finger, werden die negativen Ladungen auf dem Deckel dadurch ausgeglichen, dass positive Ladungen durch den Finger auf den Deckel fließen. Die negativen Ladungen am Deckel bleiben erhalten. Der Deckel ist dadurch elektrisch geladen. Bringt man einen Finger in die Nähe des Deckels, so entlädt sich der Deckel über die kurze Entfernung durch die Luft, indem ein Funke überspringt.

Der Blechdeckel lässt sich auf die beschriebene Weise mehrmals aufladen, ohne dass die Platte erneut gerieben werden muss.

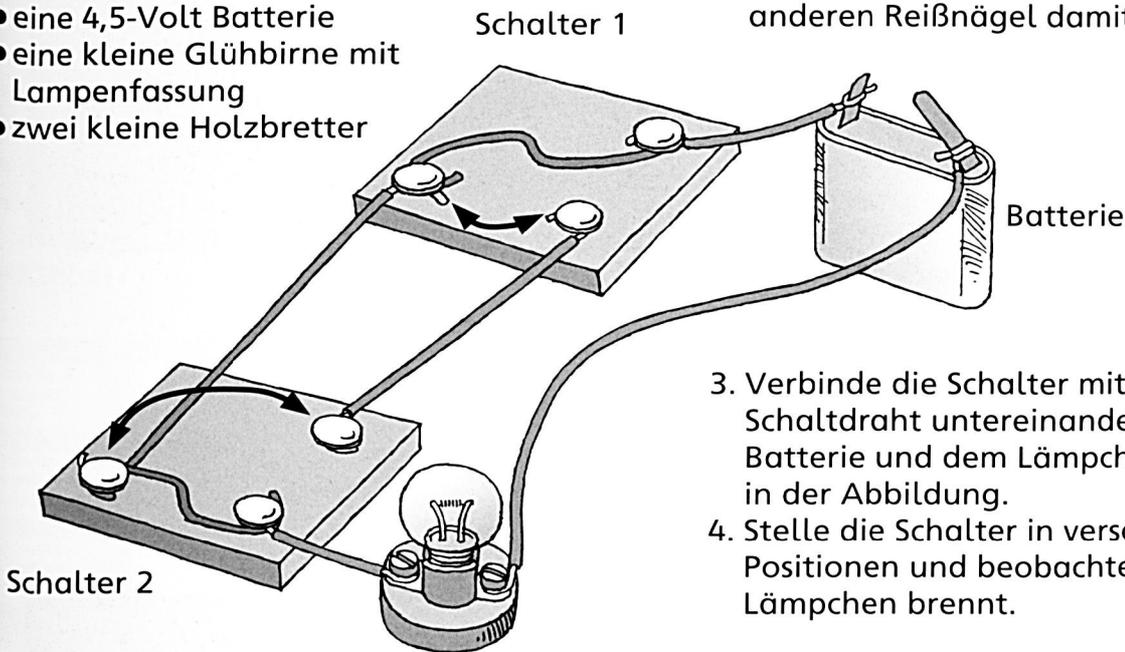


Aufgrund der rauen Oberfläche der Platte hat diese nur an wenigen Stellen direkten Kontakt mit dem Blechdeckel. Da die Platte ein Isolator ist, kann nur an diesen Stellen Ladung zwischen Platte und Deckel ausgetauscht werden, sodass die Platte ihre Ladung weitgehend behält.

Der Umschalter

Du brauchst:

- Schaltdraht
- sechs Reißnägel
- zwei Büroklammern
- eine 4,5-Volt Batterie
- eine kleine Glühbirne mit Lampenfassung
- zwei kleine Holzbretter



So wird es gemacht:

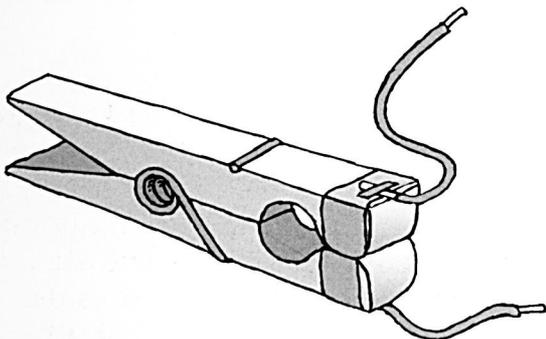
1. Stecke in jedes Brett drei Reißnägel, wie in der Abbildung.
2. Biege die Büroklammern auf und schiebe auf jedem Brett ein Ende unter einen der Reißnägel, sodass man sie drehen und die anderen Reißnägel damit berühren kann.
3. Verbinde die Schalter mit dem Schaltdraht untereinander und mit der Batterie und dem Lämpchen, so wie in der Abbildung.
4. Stelle die Schalter in verschiedene Positionen und beobachte, wann das Lämpchen brennt.



Der Wäscheklammerschalter

Du brauchst:

- Aluminiumfolie (zwei Stücke 2x5 cm)
- eine 4,5-Volt Batterie
- eine kleine Glühbirne mit Fassung
- drei Stücke isolierten Draht (ca. 20 cm lang)
- zwei Büroklammern
- Klebeband



So wird es gemacht:

1. Wickle die Aluminiumfolien um die aufeinanderliegenden Enden der Wäscheklammer.
2. Entferne die Isolierung an den Drahtenden.
3. Befestige nun mit Klebeband je ein Ende eines Drahtes oben und unten an der Wäscheklammer, so wie in der Abbildung. Der Draht muss mit der Alufolie in Verbindung sein.
4. Schließe nun die Batterie und die Glühbirne an. Die Wäscheklammer wird zwischen Batterie und Glühbirne angeschlossen.
5. Öffne und schließe die Wäscheklammer und beobachte, was passiert.

Das passiert:

Das Lämpchen kann mit beiden Schaltern ein- und ausgeschaltet werden.

Erklärung:

Das Lämpchen leuchtet, wenn beide Schalter mit dem Draht einen Stromkreis bilden, sodass der Strom zum Lämpchen fließen kann. Wenn man einen der beiden Schalter verstellt, ist der Stromkreis unterbrochen und das Lämpchen geht aus.

Wissensbox

Das Prinzip dieses Umschalters ist das gleiche, wie das des Wechselschalters im Haus. Wenn in einem Zimmer mit zwei Türen bei beiden Türen Lichtschalter sind, muss der Elektriker solche Wechselschalter einbauen, damit man das Licht an beiden Türen ein- und ausschalten kann.

Das passiert:

Die Wäscheklammer funktioniert wie ein Schalter. Bei offener Wäscheklammer leuchtet das Lämpchen nicht.

Erklärung:

Der Strom fließt über die Alufolie. Da diese aus Metall ist, leitet sie den Strom. Wird die Wäscheklammer geöffnet, ist der Stromkreis geöffnet, da sich die Aluminiumstreifen nicht mehr berühren. Genauer gesagt, dient der Wäscheklammerschalter als Unterbrecher. In gedrückter Stellung ist der Stromkreis unterbrochen.

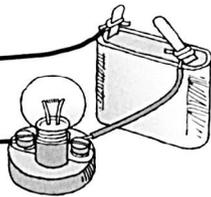
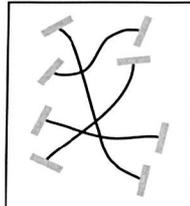
Wissensbox

Es gibt verschiedene Arten von Schaltern und Tastern: Kippschalter, Drehschalter, Wechselschalter, Türschalter ...
Alle haben eines gemeinsam.
Sie unterbrechen den Stromkreis.

Der schlaue Karton

Du brauchst:

- festen Karton
- zehn Papierrechtecke (4x8 cm)
- zehn Musterklammern aus Messing
- Schaltdraht
- eine Schere
- eine 4,5-Volt Batterie
- eine kleine Glühbirne mit Lampenfassung
- Kleber



So wird es gemacht:

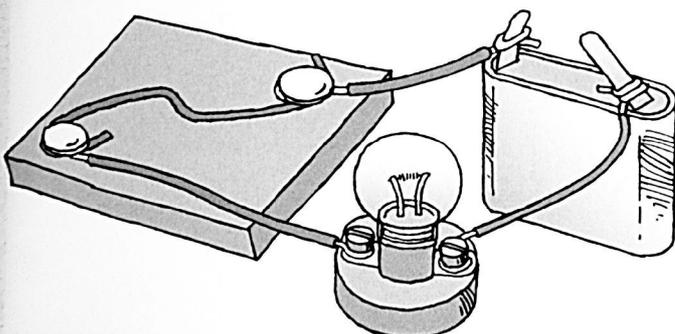
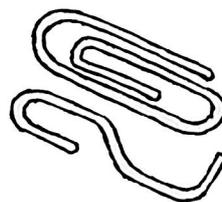
1. Schreibe auf 5 Rechtecke Fragen zum Thema Strom, auf die anderen fünf die dazugehörigen Antworten.
2. Klebe die Fragen auf einer Seite untereinander auf den Karton und daneben die Antworten, jedoch in falscher Reihenfolge.
3. Mache neben jedem Papierrechteck mit der Schere ein kleines Loch und stecke eine Musterklammer durch den Karton.
4. Schneide von dem Schaltdraht fünf Stücke ab (ca. 10 cm lang), befreie ihre Enden von der Isolierung und verbinde auf der Rückseite die zusammengehörigen Schildchen mit einem Stück Draht (wickle den Draht um die Flügel der Musterklammern).
5. Verbinde einen Pol der Batterie mit der Lampenfassung. Nimm zwei weitere Stücke Draht und verbinde einen mit dem anderen Pol der Batterie, den zweiten mit dem freien Ende der Lampenfassung. Die beiden anderen Enden bleiben frei.
6. Fordere einen Freund auf, mit den freien Enden des Drahtes die Klammern neben einer Frage und der dazugehörigen Antwort zu berühren.



Ein einfacher Schalter

Du brauchst:

- ein Holzbrett
- zwei Reißnägeln aus Metall
- eine Büroklammer aus Metall
- drei Stücke isolierten Schaltdraht mit freien Enden
- eine kleine Glühbirne mit Lampenfassung
- eine 4,5-Volt Batterie



So wird es gemacht:

1. Stecke die beiden Reißnägeln im Abstand von 3 oder 4 cm in das Holzbrett.
2. Stecke unter jeden Reißnagel das Ende eines Drahtes. Verbinde die Enden des Drahtes mit der Batterie und dem Lämpchen, wie auf dem Bild.
3. Biege die Büroklammer wie im Bild und schiebe ein Ende unter einen Reißnagel.
4. Drehe das andere Ende der Büroklammer so, dass es den zweiten Reißnagel berührt und drehe es wieder zurück.

Das passiert:

Wenn der Freund richtig geantwortet hat, leuchtet die Lampe, andernfalls bleibt das Licht aus.

Erklärung:

Die Klammern sind aus Messing, einem elektrischen Leiter. Wenn dein Freund mit dem freien Drahtenden zwei Klammern berührt, die auf der Rückseite miteinander verbunden sind, schließt sich der Stromkreis und das Lämpchen brennt. Wenn die Drahtenden zwei Klammern berühren, die nicht verbunden sind, bleibt der Stromkreis unterbrochen und das Licht bleibt aus.

Du kannst auch weitere Fragen- und Antwortkarten zu dem Spiel bauen.

Wissensbox

Das Spielbrett übernimmt die Funktion eines Schalters. Richtige Antworten bedeuten demnach einen geschlossenen Schalter, falsche Antworten einen offenen Schalter. Strom fließt im Leiter dadurch, dass frei bewegliche Elektronen von der Batterie Energie erhalten, um durch den Leiter zu fließen. Ist der Stromkreis unterbrochen, so kann keine Energie zum Lämpchen transportiert werden und in Lichtenergie verwandelt werden.

Das passiert:

Wenn die Büroklammer beide Reißnägel berührt, brennt das Lämpchen. Wenn die Büroklammer nur einen Reißnagel berührt, geht das Lämpchen aus.

Erklärung:

Die Büroklammer besteht aus einem leitenden Metall. Daher schließt sie den Stromkreis, wenn sie beide Reißnägel berührt. Wird eine Büroklammer wieder vom zweiten Reißnagel entfernt, ist der Stromkreis unterbrochen und es kann kein Strom mehr fließen.

Wissensbox

Die „Glühbirne“ heißt so, weil in einem birnenförmigen Gehäuse ein Draht zum Glühen gebracht wird. Heute besteht der Draht aus dem Material Wolfram. Wolfram lässt sich bis auf 3370°C erhitzen und schmilzt bei Betriebstemperaturen der Lampe (2000°C) nicht. Damit der Draht nicht verbrennt, ist der Sauerstoff um ihn herum aus dem Glaskolben gepumpt. Für den kurzen Glühdraht in einer normalen Glühlampe ist fast ein Meter Draht aufgewickelt.

Wirkungen des Stroms

VON MICHAEL HAIDER UND THOMAS HAIDER

Welche Wirkungen zeigt Strom? Mit dieser Frage sollen sich die Schülerinnen und Schüler den Nutzen für den Alltag bewusst machen.

Strom zeigt eine Reihe von Wirkungen, die sich der Mensch zu Nutze macht. Dabei war es in der Geschichte nicht immer leicht, offensichtliche Wirkungen zu nutzen.

WÄRME- UND LEUCHT- WIRKUNG

Thomas Alva Edison (1847–1931) bastelte lange an der ersten Glühbirne. „Wir saßen da und starrten in das Licht und je länger die Lampe brannte, desto aufgeregter wurden wir. Niemand dachte an Schlaf – vierzig Stunden lang – so lange brannte die Lampe“, berichtete er später (vgl. BUTSCHK/HOFMEISTER 1978). Grund dafür: Edison kannte die Wärmewirkung des Stroms und die Folge davon: Die Leuchtwirkung. Allerdings gelang es lange nicht, ein geeignetes Material zu finden, das zwar weiß glühte, jedoch nicht zugleich verglühte. 1600 Versuche waren notwendig. Vom Platindraht bis zum Menschenhaar. Erst mit einem Stück verkohlter Baumwollfasern gelang es ihm. Edison gab sich nicht zufrieden. Bald fand er einen Stoff, der 600 Stunden glühte. Damit war die Glühlampe schon ziemlich brauchbar. Es dauerte dennoch Jahrzehnte, bis für die Glühwendel ein Material gefunden war, das sowohl lang (Monate/Jahre) glühte als auch weißes Licht abgab. Die Grundlage von Edisons Glühlampe war die Wärmewirkung des Stroms. Fließt Strom durch einen Leiter, entsteht Wärme. Die Elektronen stoßen auf dem Weg durch den Metalldraht auf Metallatome. Durch den Aufprall werden diese zum verstärkten Schwingen angeregt und je schneller die Schwingungen eines Atoms sind, desto höher ist seine Temperatur. Die Wärmeentwicklung findet ihre Anwendung zum Beispiel in einem Bügeleisen, einer Kochplatte

oder einer Lampe. Der Glühdraht der Lampe erhitzt sich so sehr, dass er aufglüht. Durch Sauerstoffabschluss wird verhindert, dass er verglüht. Dabei werden nur 5% der elektrischen Energie als Licht abgestrahlt. Der Rest wird in Wärme umgewandelt und geht somit praktisch „verloren“. Um den Glühdraht stark aufzuheizen, wird er gewandelt. So erhöht sich die Heizleistung noch zusätzlich dadurch, dass auf engem Raum eine größere Länge Draht untergebracht wird und dass sich die Drahtteile gegenseitig noch heizen. Glühdrähte heute müssen Temperaturen über 2000°C aushalten. Das häufig verwendete Material Wolfram hat einen Schmelzpunkt von 3370°C. Der Draht darf aber auch nicht verbrennen. Würde Sauerstoff um den Draht sein, wäre dies der Fall. So werden Glühlampen evakuiert oder mit Edelgasen gefüllt.

MAGNETISCHE WIRKUNG

1820 stellte der dänische Physiker Christian Oersted (1777–1851) zum ersten Mal die magnetische Wirkung des Stroms fest. Er stellte fest, dass ein elektrischer Leiter, der von Strom durchflossen wird, eine Magnethöhle auslenken kann, also von einem Magnetfeld umgeben sein muss. Dieses Magnetfeld ist unabhängig vom Material des Drahtes, ist jedoch davon abhängig, wie stark der Strom ist, der durch den Leiter fließt. Je höher die Stromstärke ist, desto stärker ist das magnetische Feld. Die Gesamtwirkung lässt sich verstärken, wenn man den Draht zu einer Spule wickelt und mit einem Eisenkern versieht, der durch das entstandene Magnetfeld zusätzlich magnetisiert wird. Die Richtung des Magnetfeldes hängt von der Stromrichtung ab und kehrt sich bei Umkehrung der Stromrichtung um. Umfasst man einen Leiter mit der



Strom zeigt Wirkungen, die wir gezielt nutzen können.

rechten Hand, sodass der Daumen nach oben gerichtet in (technischer) Stromrichtung – also von Plus nach Minus – zeigt, geben die Finger die Richtung der magnetischen Feldlinien an. Legt man zwei Leiter parallel zueinander und lässt den Strom bei beiden in gleicher Richtung fließen, so ziehen sich beide Leiter an. Wenn man eine Spule mit einem Eisenkern verwendet, werden bei fließendem Strom alle magnetischen Elementarbezirke in Richtung des elektromagnetischen Feldes ausgerichtet (dies ist eine Modellvorstellung). Schaltet man den Strom ab, verliert das Eisen den Großteil seines Magnetismus. Auch bei Spulen kann die Richtung des Magnetfeldes mit der rechten Hand festgestellt werden: Umfasst man die Spule so, dass die Finger in Wicklungsrichtung zeigen, dann zeigt der Daumen in Richtung des magnetischen Feldes.

Wärmewirkung	Leuchtwirkung	Magnetische Wirkung	Chemische Wirkung
Wicklung eines Leiters um ein Thermometer → Am Thermometer kann abgelesen werden, dass der stromdurchflossene Draht heiß wird.	Glühwirkung eines Drahtes (Demonstrationsversuch) → Ein Stromdurchflossener Draht beginnt zu glühen.	Örsted-Versuch → Magnetnadeln unter einem stromdurchflossenen Leiter ändern ihre Richtung beim Ein- und Ausschalten des Stromes bzw. beim Umpolen des Gleichstromes.	Wasserzersetzung → Wasser kann durch Elektrolyse in die Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt werden. Dazu muss an zwei Elektroden (z. B. Cu und Zn) Strom angelegt werden.
Anfassen einer Glühbirne → Berührt man eine Glühlampe, die bereits einige Zeit leuchtet, lässt sich eine Erwärmung feststellen.	Betrachten der Glühbirne → In der Glühbirne entsteht als Folge der Wärmewirkung und der engen Wicklung des Drahtes im Vakuum Licht.	Feldlinien um einen Leiter sichtbar machen → Feldlinienbilder (z. B. sichtbar durch ein Magnetnadelbrett) werden in der Nähe eines elektrischen Leiters sichtbar.	Voltasche Säule (siehe Versuchskartei).
Heizspiralen → mit Heizspiralen (Tauchsiedern) lässt sich Wasser zum Kochen bringen.	Vakuumerzeugung um stromdurchflossenen Draht → Modellversuch zur Glühlampe: Ohne das Vakuum verglüht die Drahtwendel und der Draht schmilzt durch.	Ampere-Versuche → Zwei parallele stromdurchflossene Leiter haben verschiedene Stromrichtungen. Die Folge davon ist, dass sich die Drähte anziehen.	Zitronenbatterie → Elektrolyse mit dem Saft einer Zitrone (siehe Versuchskartei).
Strom aus Wärme (Thermoelement).	Strom aus Licht (photoelektrischer Effekt, Solarzellen).	Bau eines Elektromagneten (siehe Kartei).	Apfelbatterie → Elektrolyse mit der Säure eines Apfels.

Abb. 1: Die Versuche und Beispiele in einer Spalte zeigen die jeweilige Wirkung. Zum Teil sind die Versuche in der Kartei (siehe Heftmitte) enthalten, zum Teil in der Literatur oder in gängigen Schulbüchern für die Sekundarstufe I nachzuschlagen. Die Experimente eignen sich alle, um sie bereits mit Grundschulern durchzuführen.

CHEMISCHE WIRKUNG

Strom leitende Flüssigkeiten werden Elektrolyte genannt. Legt man an eine Flüssigkeit eine Spannung an (das heißt hängt man in diese Flüssigkeit ein mit dem Pluspol verbundenes Kabel (Anode) und ein mit dem Minuspol verbundenes Kabel (Kathode), so entsteht in der Flüssigkeit ein elektrisches Feld. Die Ladungsträger sind hierbei elektrisch geladene Atome, so genannte Ionen. Die positiv geladenen Ionen, die sich zur Kathode bewegen, heißen Kationen, die negativ geladenen Ionen, die sich zur Anode bewegen, heißen Anionen. Trotz dieser Ladungen ist die leitende Flüssigkeit selbst elektrisch neutral.

Der entscheidende Unterschied zwischen Elektronenleitung im Metall und in Flüssigkeiten ist, dass bei der Leitung in Elektrolyten ein Massentransport stattfindet, bei der Leitung in metallischen oder anderen festen Leitern aber nicht. Durch die Ansammlung an Anode und Kathode wird die Flüssigkeit chemisch zersetzt. Löst man einen Stoff wie zum Beispiel Kupferchlorid in Wasser, entstehen durch Dissoziation positive Kupferionen und negative Chloridionen. Die Kupferionen wandern zur Kathode und entladen sich dort. Sie werden nicht wieder negativ aufge-

laden, sondern bleiben neutralisiert. Dadurch schlägt sich an der Kathode metallisches Kupfer nieder. Genauso verhält es sich mit den Chlorid-Ionen, die sich an der Anode entladen. An dieser steigt folglich Chlorgas auf. Dieses Trennverfahren heißt Elektrolyse.

UNTERRICHTSVORSCHLAG

Wie bereits in den vorangegangenen Stunden festgestellt wurde, lässt sich elektrischer Strom mit dem menschlichen Auge (im Gegensatz zu Wasserstrom, einem Menschenstrom, etc.) nicht erkennen. Elektrischen Strom erkennen wir meist an den Wirkungen. Sicher fallen den Schülerinnen und Schülern auch spontan die Wärmewirkung und deren Folge, die Leuchtwirkung ein. Im Unterricht können anhand von verschiedenen Stationen die verschiedenen Wirkungen des Stroms bewusst gemacht werden (siehe Abb. 1). Anhand eines Arbeitsblattes (siehe S. 33) sollen die Wirkungen und technischen Anwendungen zusammengestellt und besprochen werden. Für Kinder, denen die Bearbeitung der zweiten Aufgabe schwer fällt, können auch die Beispiele vorgegeben werden, die die Schülerinnen und Schüler dann den Wirkungen zuordnen sollen. |

DIE AUTOREN

Dr. Michael Haider
ist Akademischer Rat im Fachbereich Naturwissenschaft und Technik der Universität Regensburg.

Thomas Haider
ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Grundschulpädagogik der Universität Regensburg.

LITERATUR

Bauer, Herbert/Duit, Reinders u. a.: Wege in die Physik + Chemie 7. Stuttgart 1979

Butschek, Rudolf/Hofmeister, Ernst: Physik/Chemie 7. Freising 1978

Parker, Steve: Elektrizität - Von den ersten elektrischen Versuchen mit Bernstein bis zur Erfindung der drahtlosen Kommunikation. Reihe: Sehen - Staunen - Wissen. Hildesheim 2006

Teichmann, Jürgen: Vom Bernstein zum Elektron. Eine Kurzgeschichte der Elektrizität mit 24 Bildern. München 1998

LÖSUNGEN

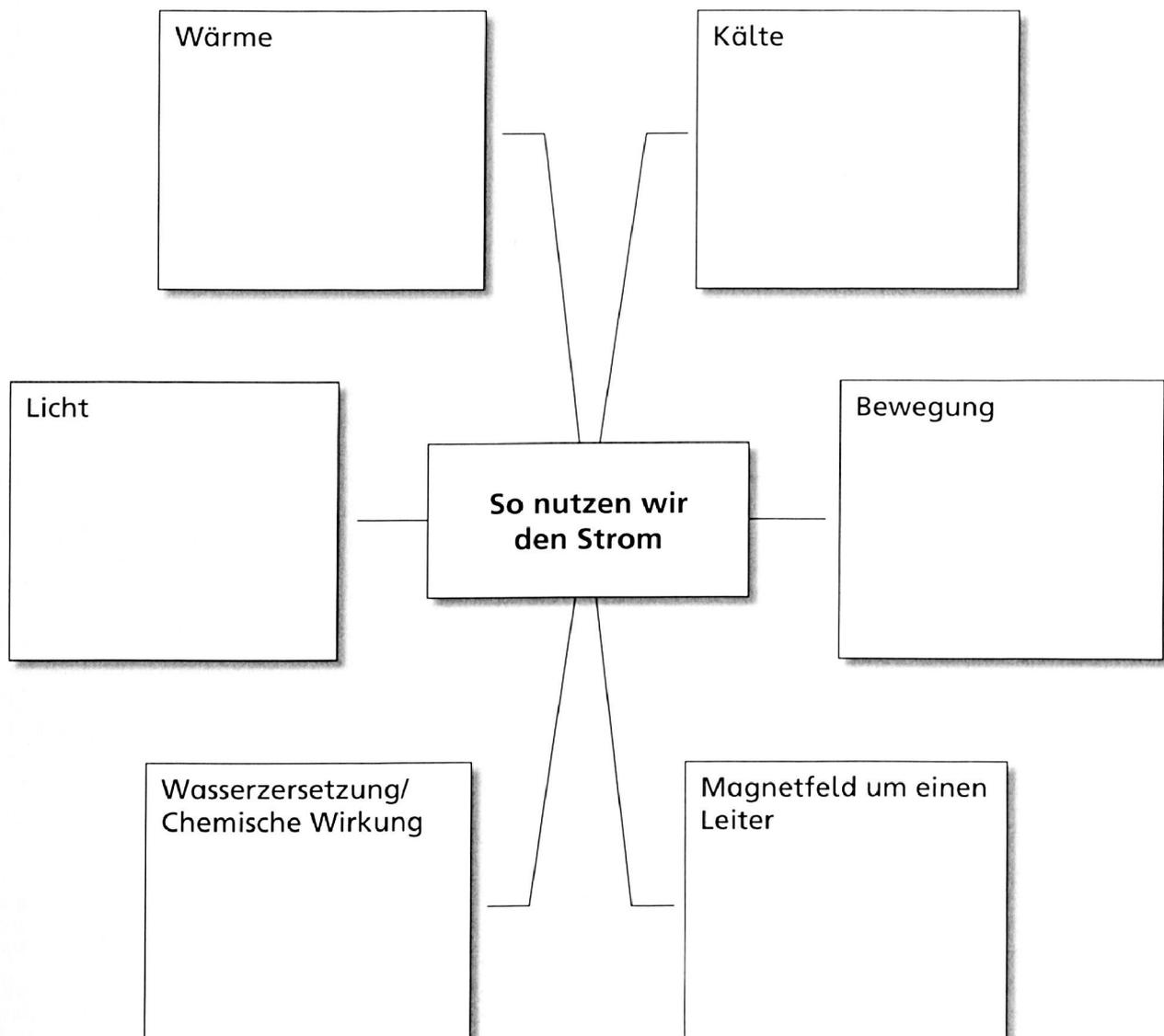
Die Lösungen können Abonentinnen und Abonennenten kostenlos unter www.praxisgrundschule.de/unterrichten/loesungen.php herunterladen.

Wie wirkt Strom?

1. Einige Wirkungen des elektrischen Stroms sind ganz leicht zu erkennen.
Welche Wirkungen kennst du schon?

Sicher ist dir bereits die Wärmewirkung eingefallen.
Sie ist am besten bei einer Heizspirale, z. B. im Fön oder Elektroherd, zu sehen.
Bei einer Glühlampe wird der Draht sogar so heiß, dass sich die elektrische Energie nicht nur in Wärme umwandelt, sondern dass der Draht zu glühen beginnt.

2. Zeichne oder notiere Beispiele, wie wir den Strom nutzen.



Gefahren des elektrischen Stroms

VON MICHAEL HAIDER UND THOMAS HAIDER

So nützlich die Wirkungen und die technischen Anwendungen und Erfindungen mit Strom sind: Immer wieder kommt es zu Unfällen mit elektrischem Strom. Sicherheit ist daher oberstes Gebot. Deshalb ist das Bewusstwerden von Gefahren und Sicherheitsvorrichtungen unerlässlich.

Warum ist Elektrizität für Lebewesen gefährlich, lähmend oder sogar tötend? Auch in Lebewesen fließt Strom. Die Nervenbahnen sind Stromleitungen. Durch geringe elektrische Impulse werden Muskeln bewegt und Reize weitergeleitet. Diese natürlichen Ströme sind nicht gefährlich. Kommt man jedoch mit anderen elektrischen Stromquellen in Kontakt, muss man aufpassen. Neben der Wärmewirkung, die bei hohen Strömen auch zu schweren Verbrennungen führen kann, löst der durch den Körper fließende Strom Reize auf Nerven und Muskeln aus. Besonders gefährlich sind die Reize auf den Herzmuskel, dessen Fasern sich dann unregelmäßig und nicht mehr koordiniert zusammenziehen (Herzkammerflimmern) und dessen Pumpleistung dadurch reduziert wird. Wenn also ein Strom von einer Hand über das Herz zur anderen Hand fließt, ist die Gefahr besonders groß.

Die Gefährdung hängt also ab von dem Weg des Stromes durch den Körper, aber auch von der Stärke des Stromes und von der Einwirkungsdauer. Weitere Details finden Sie auf S. 9.

SICHERHEITSTECHNIK IM HAUS

Unsere Häuser sind von elektrischen Leitungsnetzen durchzogen. Sichtbar sind dabei nur Lampen, Steckdosen und Schalter. Die verlegten Leitungen verlaufen unter dem Putz. Verschiedene Arten von Sicherheitstechnik sollen Unfällen vorbeugen. Hierzu gehören die Erdung, die Sicherung und der Fehlstromschutzschalter (FI). Sicherungen wirken dabei wie Schal-

ter. Bei Arbeiten am Stromnetz kann man durch Herausnehmen der Sicherung sicher gehen, dass kein Strom auf den Leitungen ist. Im laufenden Betrieb lösen Sicherungen selbstständig aus, wenn zu viel Strom durch die Leitungen fließt und die zulässige Gesamtstromstärke überschritten wird, z. B. wenn zu viele Geräte angeschlossen sind oder wenn in einem Gerät ein Kurzschluss („widerstandslose“ Verbindung der beiden Stromleitungen) vorliegt. Die heutigen Sicherungsschalter beruhen auf der magnetischen Wirkung des Stroms und sind so konstruiert, dass ein Schalter bei einer zu hohen Stromstärke ein so starkes Magnetfeld aufbaut, dass damit der Schalter betätigt wird.

Die Erdung von elektrischen Geräten, bzw. deren Gehäuse, sorgt dafür, dass bei einem Anliegen von Strom am Gehäuse (z. B. durch einen defekten Draht im Gerät) der Strom über den Erdungsdraht und nicht über einen das Gerät berührenden Menschen zur Erde abfließt.

Der Fehlstromschalter (FI) vergleicht Ströme in Hin- und Rückleitung der Stromkreise. Fließt in der Zuleitung mehr Strom als in der Rückleitung (z. B. weil Strom über die Erdung oder über andere ungewollte Kontakte (Menschen) abfließt), so löst der FI aus und unterbricht den Strom im Haus.

Nicht zuletzt gehört der Einsatz von Isolatoren, z. B. Kabelummantelungen, zu den Sicherheitstechniken im Haus. Wichtig für den Umgang mit Strom ist es für die Kinder zu wissen, ob ein Gegenstand leitet oder eben nicht. Dazu sollen sie Versuche durchführen (siehe S. 35).

REGELN FÜR DEN UMGANG MIT ELEKTRIZITÄT

Regeln für den Umgang mit elektrischem Strom oder elektrischen Geräten sind trotz der Sicherheitstechnik im Haus unerlässlich. Das Basteln an Geräten, die noch mit dem Stromnetz verbunden sind, muss unterlassen werden. Ebenso ist es wichtig, den Schülerinnen und Schülern klar zu machen, dass nur mit Batterien eigene Experimente durchgeführt werden dürfen. Auch beim Drachensteigen besteht Gefahr, wenn der Drache an Stromleitungen stoßen kann. Ein Beispiel für einen Katalog an Sicherheitsregeln finden Sie auf S. 37. Die Schülerinnen und Schüler können bei der Ausarbeitung eines Verhaltenskatalogs ihre Kenntnisse einbringen. Mit den Texten auf S. 36 werden die Kinder für die Gefahren des Stroms sensibilisiert.

DIE AUTOREN

Dr. Michael Haider
ist Akademischer Rat im Fachbereich Naturwissenschaft und Technik der Universität Regensburg.

Thomas Haider
ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Grundschulpädagogik der Universität Regensburg.

LITERATUR

Bauer, Herbert/Duit, Reinders u. a.: Wege in die Physik + Chemie 7. Stuttgart 1979

Butschek, Rudolf/Hofmeister, Ernst: Physik/Chemie 7. Freising 1978

Parker, Steve: Elektrizität - Von den ersten elektrischen Versuchen mit Bernstein bis zur Erfindung der drahtlosen Kommunikation. Reihe: Sehen - Staunen - Wissen. Hildesheim 2006

Was leitet den Strom?

1. Notiere in der Tabelle zuerst deine Vermutungen.
2. Überlege dir einen Versuchsaufbau und male den Schaltplan dazu in den nebenstehenden Kasten.
3. Führe dann die Versuche durch und trage die Ergebnisse in die Tabelle ein.

Mein Schaltplan:

Gegenstand	Material	Vermutung		Beobachtung	
		leitet den Strom	leitet den Strom nicht	leitet den Strom	leitet den Strom nicht
Löffel	Metall				

Materialien, die den Strom leiten, nennt man _____.

Materialien, die den Strom nicht leiten, nennt man _____ oder

 Setze ein: Isolatoren, Leiter, Nichtleiter

Warum hat ein Stromkabel einen Plastikmantel?

Strom ist gefährlich



Stromschlag beim Drachensteigen – Zehnjähriger schwer verletzt
Regensburg. Beim Spiel mit einem Drachen ist am Samstag auf dem Islinger Feld ein zehnjähriger Junge durch einen Stromschlag lebensgefährlich verletzt worden. Wie die Polizei mitteilte, wurde das Kind mit schweren Verbrennungen in die Regensburger Universitätsklinik gebracht. Der Drachen war gegen eine Hochspannungsleitung geflogen. Der Stromstoß traf den Jungen vermutlich deshalb, weil das Seil vom Regen nass war und die Hochspannung übertrug.

Immer wieder kommt es zu Unfällen mit elektrischem Strom.

Strom kann durch unseren Körper zur Erde fließen.

Unser Körper verträgt nur wenig Strom. Strom aus den Batterien, die im Unterricht verwendet werden, ist für uns ungefährlich.

Fließt aber mehr Strom, so kann es sehr gefährlich werden.

Wenn ein Mensch einen elektrischen Stromschlag bekommt, entstehen oft Brandwunden.

Unser Körper steuert seine Körperteile, z. B. die Hand, durch sehr schwache elektrische Ströme, die über die Nerven weitergeleitet werden.

Wenn ein Mensch einen elektrischen Stromschlag bekommt, werden die Körperströme verstärkt.

Z. B. können die Muskeln der Hand verkrampfen, und der Mensch kann den stromführenden Gegenstand nicht mehr loslassen.

Außerdem kann das Herz als Pumpe ausfallen. Das Blut kann dann nicht mehr durch den Körper gepumpt werden. Teile des Gehirns können ohne Blutversorgung innerhalb kürzester Zeit sterben.

Auch Wasser kann den Strom leiten. Das liegt an Verunreinigungen und Salzen im Wasser.

Im Badezimmer muss man daher besonders vorsichtig sein.

Deshalb sollten wir im Umgang mit Strom unbedingt die Sicherheitsregeln beachten!

1. Lies den Text.

2. Warum ist Strom gefährlich? Unterstreiche die Antworten im Text.

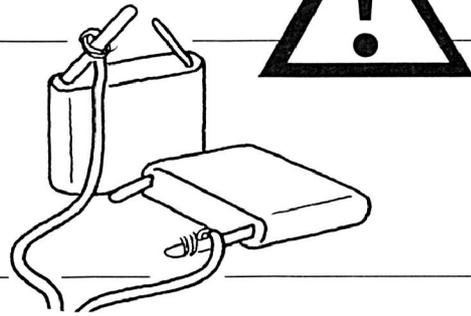
Für Stromexperten

In unserem Haus gibt es Sicherheitsvorkehrungen. So helfen uns die Sicherungen im Kasten, dass nicht zu große Ströme fließen (z. B. wenn zu viele Geräte gleichzeitig laufen). Der Fehlstromschutzschalter (FI) sorgt dafür, dass der Strom nicht in Stromkreise fließt, in die er nicht fließen soll (z. B. über unseren Körper zur Erde). Er misst in der Rückleitung zum Elektrizitätswerk den Strom und schaltet aus, wenn Strom fehlt. Schutzkontaktstecker (Schuko) stellen sicher, dass nicht aus Versehen Strom – also fließende Elektrizitätsteilchen – am Gehäuse von Geräten landet. Über einen Kontakt zur Erde würde dieser sofort abfließen.

Sicherheitsregeln für den Umgang mit elektrischem Strom

Zeichne Bilder zu den Sicherheitsregeln.

Ich spiele nicht mit Schaltern,
Steckdosen oder elektrischen Geräten.
Versuche führe ich nur mit Batterien durch!



Ich untersuche oder bastle niemals
an elektrischen Geräten herum,
solange der Stecker in der Steckdose ist!

Ich berühre niemals einen Schalter
oder ein elektrisches Gerät
mit nassen oder feuchten Händen!

Ich berühre nie ein elektrisches Kabel,
das von einem Kabelmast herunterhängt!
Ich verständige die Polizei
oder die Feuerwehr.

Ich greife nie nach Elektrogeräten,
die ins Wasser gefallen sind und
noch mit der Steckdose verbunden sind!

Ich schließe nie geöffnete Elektrogeräte
(z. B. einen aufgeschraubten Computer)
ans Stromnetz an!

Ich lasse in der Nähe
von Hochspannungsleitungen
keine Drachen steigen!