

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.

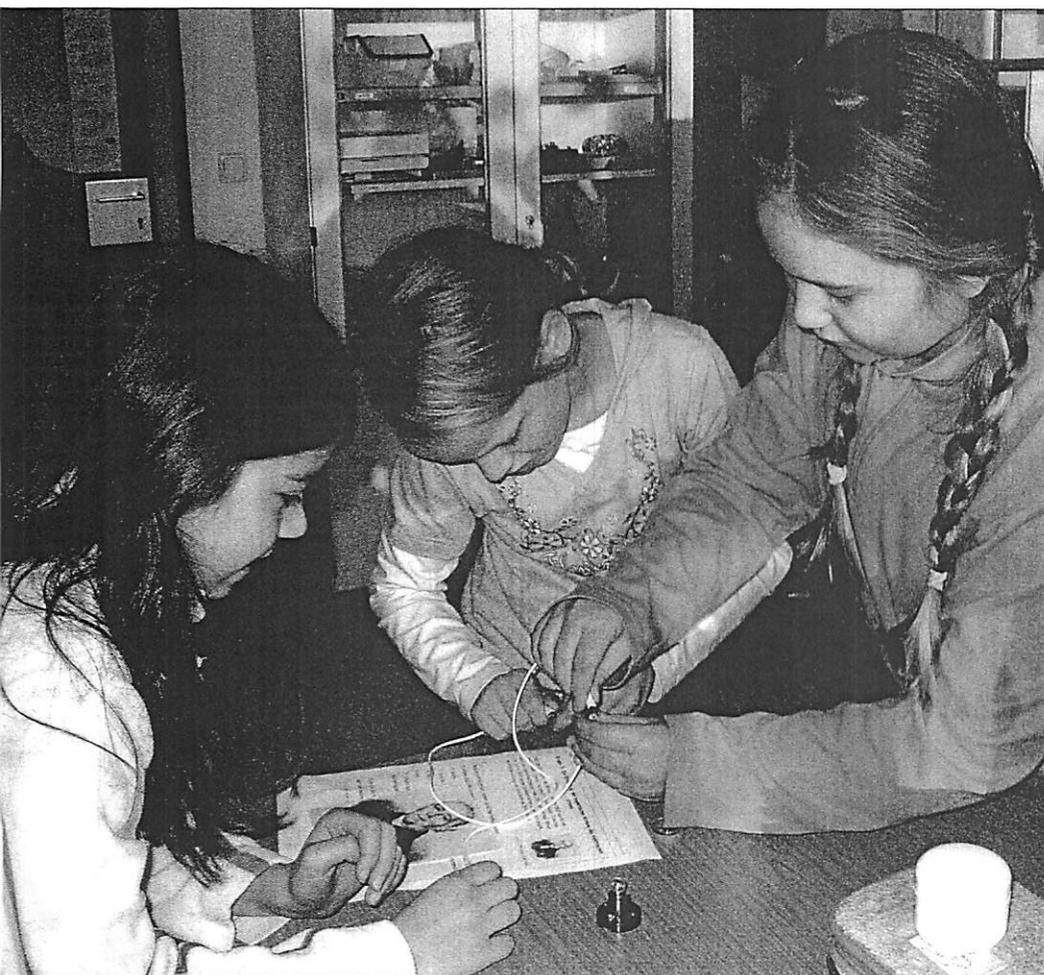


FOTO: MICHAEL HAIDER

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 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.

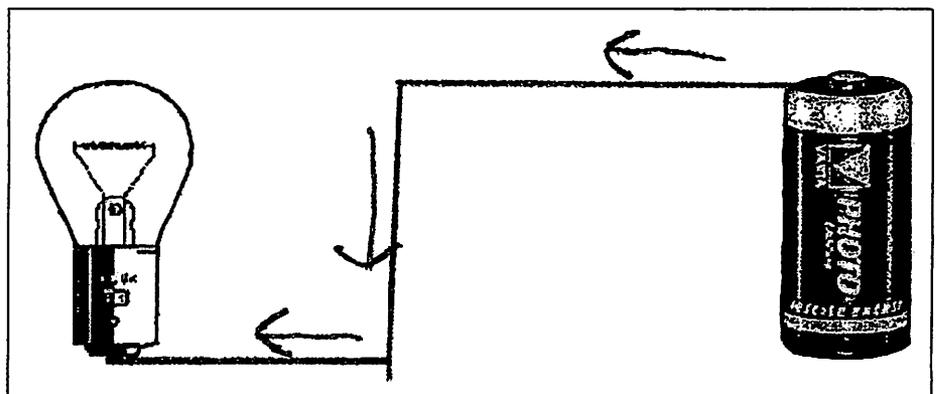


Abb. 1: Bei einer Einwegzuführungsvorstellung gehen die Kinder davon aus, dass nur ein Draht nötig ist, um ein Lämpchen mit einer Batterie zum Leuchten zu bringen. Durch diesen einen Draht fließt der Strom zum Lämpchen und wird dort verbraucht.

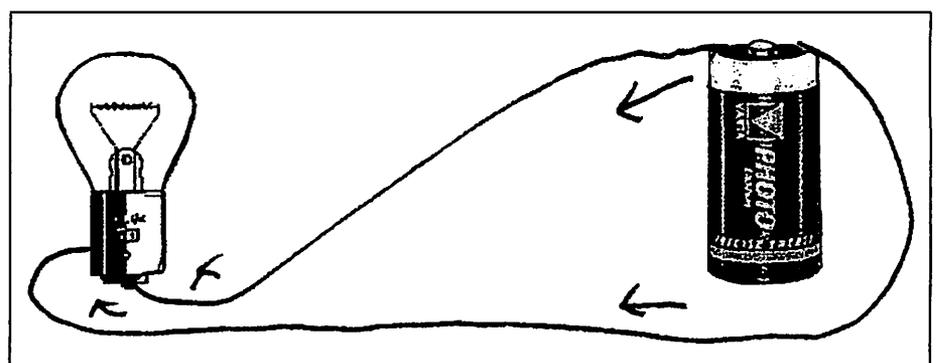


Abb. 2: Bei der Zweiwegzuführungstheorie ist den Kindern bewusst, dass ein Draht nicht ausreicht, um das Lämpchen zum Leuchten zu bringen. Sie gehen jedoch davon aus, dass der zweite Draht ebenfalls ein Zuführungsdraht ist und dass erst durch den zweiten Draht die vom Lämpchen benötigte „Menge Strom“ 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, 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: Vielperspektives Denken im Sachunterricht. Bad Heilbrunn 1999, S. 125-191
- Möller, Kornelia:** Lernen im Vorfeld der Naturwissenschaften - Zielsetzungen und Forschungsergebnisse. In: Köhnlein, Walter/Schreiber, 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

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.

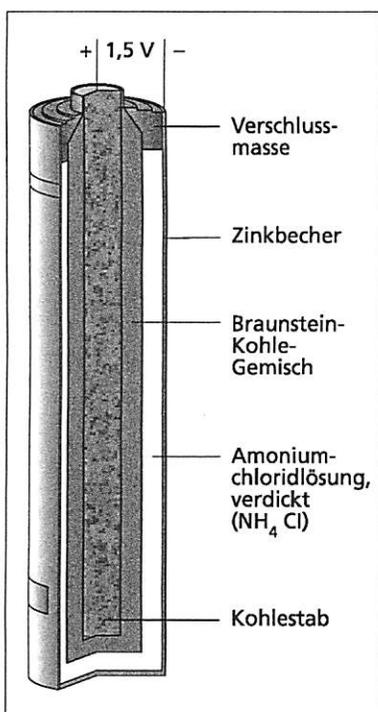
ELEKTRIZITÄTSLEITUNG IN FLÜSSIGKEITEN UND GASEN

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 hineinsteckt. 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

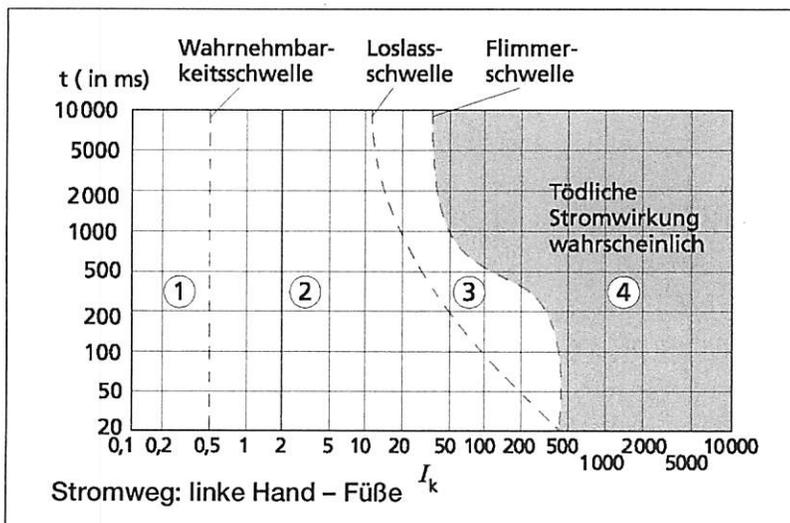
Durch den menschlichen Körper kann elektrischer Strom fließen. Neben der Wärmewirkung, die zu schweren Verbrennungen führen kann, löst der durch den Körper fließende Strom Reize auf Nerven und Muskeln aus.

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. I



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.