

Anhang: Anmerkungen zur Behandlung der Elektrizitätslehre in Sachunterrichtsbüchern

Die Durchsicht von Sachunterrichtsbüchern zeigt, dass in der Regel keine akzeptable physikalische Propädeutik angeboten wird, an die als weiterführende Grundlage später angeknüpft werden kann. Im Gegenteil, es werden den Schülern sogar eine ganze Reihe von Fehlkonzeptionen nahegelegt. Steckdosen und Batterien werden durchweg als „Stromquelle“ bezeichnet. Die übliche Bedeutung von „Quelle“ verbunden mit der Alltagserfahrung, dass Haushaltsgeräte mit einem Kabel angeschlossen werden, erklärt, weshalb ca. 80 – 90% von Schülern der dritten Klasse erwarten, dass das Birnchen leuchten wird, wenn es mit einem Draht mit der Batterie verbunden wird. Die Einführung des Begriffs „Stromkreis“ legt dann die Vorstellung von elektrischem Strom als einer in der Batterie gespeicherten Substanz nahe, die nach Anschluss in eine Zuleitung von dem Speicher, der Quelle, zum Birnchen fließt, und dort verbraucht wird. Eine Rückführung, wie sie in der Stromkreisvorstellung vorkommt, wäre nach dieser Vorstellung dann sinnlos. Formulierungen wie „Strom wird verschickt“, „Die Batterie liefert den Strom“, „Die Batterie hat noch Strom“, u.ä. finden sich häufig in Schulbüchern und passen nahtlos in das obige Schülerschema und verstärken es. „Die Batterie ist verbraucht“ oder „leer“ sind ebenfalls weit verbreitete Beschreibungen in Sachunterrichtsbüchern und liegen ebenfalls in der Richtung von Vorstellungen einer von der Batterie zum Gerät transportierten Substanz, die dort verbraucht wird.

Dass Kinder zur Einordnung elektrischer Erscheinungen eine Verbrauchsvorstellung heranziehen, ist sehr plausibel, da viele Phänomene bzw. Sprachmuster im Alltag („Im Winter verbrauchen wir viel mehr Strom“ u.ä.) einen solchen Aspekt enthalten. Solche Schemata reichen bei Schülern vom völligen Verschwinden der Substanz Strom im Birnchen bis zum Durchgang des elektrischen Stroms durch das Elektrogerät, wobei er sich jedoch dabei in seiner Eigenschaft verändert, indem er z.B. seine Kraft oder Fähigkeit, das Birnchen zum Leuchten zu bringen ganz oder teilweise verliert. Das Absinken der Helligkeit eines Birnchens bei Zuschaltung eines zweiten in Reihe wird von den Schülern in der Regel als Beleg für eine Verbrauchsvorstellung genommen.

Eines der Ziele der Behandlung elektrischer Erscheinungen im Sachunterricht sollte sein, lernblockierende Vorstellungen wie das Verbrauchsschema aufzulösen oder nicht erst aufkommen zu lassen. In keinem Fall also sollten sie den Schülern nahegelegt werden. Denn werden im Unterricht die elektrischen Geräte als „Stromverbraucher“ bezeichnet, was eine recht typische Formulierung ist, ist das Ergebnis offensichtlich. Lehrtextpassagen wie die folgende sind sinngemäß häufig zu finden: „Der Strom wird im Kraftwerk in so großer Menge erzeugt, dass eine ganze Gegend versorgt wird. Wenn der Strom einen weiten Weg bis zum Verbraucher zurücklegen muss, braucht er viel Kraft. Deshalb fließt er als Starkstrom über dicke Überlandleitungen in die Wohngebiete. In der Nähe der Dörfer und Städte wird der Strom in Transformatorenstationen umgeformt. Er wird schwächer gemacht. Dann fließt er in dünnen Drähten in die Häuser.“

Zunächst ist zu dieser Passage zu sagen, dass sie eine physikalisch vollkommen falsche Aussage enthält: Die Verwendung der Hochspannung geschieht gerade, um eine möglichst geringe Stromstärke in den Überlandleitungen zu haben. Die Formulierungen, dass der Strom stärker bzw. schwächer gemacht wird, legt den Schülern die Vorstellung sehr nahe, dass dem Strom an sich eine Eigenschaft wie Kraft oder Stärke zukommt, die nichts mit Substanzmenge pro Zeit durch Leitungsquerschnitt zu tun hat. Diese Vorstellung tritt bei Mittelstufenschülern häufig auf und blockiert dort das Verständnis des Spannungsbegriffs. Weiterhin wird in der Lehrtextpassage die Vorstellung erweckt, dass Strom im Sinne von Substanz bzw. Ladung zunächst einmal nicht existiert, sondern hergestellt werden muss. Ist er hergestellt, wird er verschickt, und zwar zum Verbraucher hin, und dort wird er zwangsläufig verbraucht.

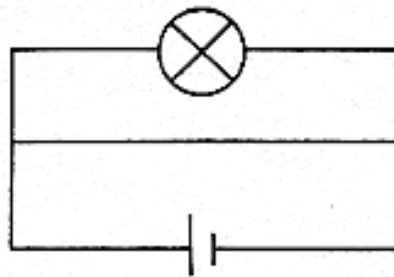
Fachdidaktische Informationen
Anhang

Fragwürdig ist auch der folgende didaktische Kommentar in einem Lehrerhandbuch zu einem Sachunterrichtsheft: „Dabei ist es angebracht, den Stromkreis von der Steckdose über das Kabel, die Kontaktstifte, die Heizspirale und zurück zur Steckdose zu verfolgen, um damit zu zeigen, dass der Strom eine Rückleitung hat und im Gerät nicht völlig umgewandelt wird.“ Mit dieser Passage wird die Stromverbrauchskonzeption nahe gelegt. Denn die Formulierung „... im Gerät nicht völlig umgewandelt ...“ lässt sich nur so interpretieren, dass im Gerät Strom verbraucht wird.

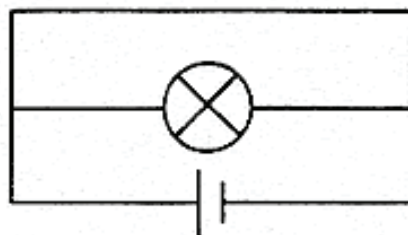
Nach den beschriebenen empirischen Ergebnissen wird das Ziel Aufbau der Stromkreisvorstellung nicht so einfach zu erreichen ist, wie die Verfasser des folgenden Zitates es annehmen: "Ziele dieses Lernabschnittes sind die Verdeutlichung des Begriffs 'Stromkreis' (optische Struktur) und die Erkenntnisgewinnung: Der elektrische Strom fließt nur in einem geschlossenen Stromkreis (physikalische Struktur). Beide Intentionen sind durch den vorausgegangenen Unterricht vorbereitet. Der Begriff 'Stromkreis' ist seit dem ersten Versuch (Zungentest) latent vorhanden. Durch die wiederholt gestellten Aufträge 'Beschreibt den Weg des elektrischen Stromes ...' ist die Erkenntnisgewinnung aufgebaut."

Dieser vorgeschlagene Weg ist höchst bedenklich, da er konträr zum Ziel des Aufbaus einer kritisch-wissenschaftlichen Haltung steht. Ohne überzeugende Belege werden die Schüler zum Nachvollzug eines für sie unglaubwürdigen Schemas gezwungen, da beim handelnden Umgang mit Batterien und Birnchen vom Schüler in keinem Fall eine Asymmetrie festgestellt werden kann, die als Hinweis auf eine ausgezeichnete Richtung dienen und die dann als Richtung für den Stromfluss genommen werden kann.

Die Darstellung des Kurzschlusses erfolgt durchweg in der i. Allg. falschen Formulierung als geometrisch kürzerer Weg für den elektrischen Strom.



Aus diesem Grund erwarten die Schüler bei Schaltungen dieses Typs



dass das Birnchen leuchten wird. Nach der Demonstration, dass das Lämpchen in der letzten Schaltung nicht leuchtet, wechseln dann einige auf das Schema des zeitlich kürzeren Weges. Der entscheidende Punkt, und zwar die Verbindung der beiden Batterieanschlüsse ohne dazwischen liegendem Gerät, wird nirgends hervorgehoben.

Fachdidaktische Informationen

Anhang

Da in der Regel kein Zusammenhang hergestellt wird zwischen der Intensität der Erscheinung am Gerät (Temperatur, Helligkeit, Drehzahl eines Motors, magnetische Wirkung) und der elektrischen Stromstärke, kommt man als Autor leicht zu so unsinnigen Aussagen: „Da weiterhin Strom fließt, erwärmen sich die Leitungsdrähte rasch“. Da nicht gesagt wird, dass sich bei einem Kurzschluss die elektrische Stromstärke im Leiter erhöht, muss sich der Schüler zwangsläufig fragen, warum vor dem Kurzschluss die Leitungsdrähte nicht genau so heiß geworden sind.

Ein ebenfalls verbreitetes Schema ist die Konstanz der elektrischen Stromstärke für eine bestimmte Batterie unabhängig von den angeschlossenen Geräten. Die elektrische Stromstärke wird also als eine Eigenschaft der Batterie betrachtet. Lehrtextformulierungen wie die folgende erzeugen oder verstärken solche Vorstellungen: „Du wirst in Versuchen einiges über Strom erfahren. Dazu verwendest Du eine 4,5V-Flachbatterie, die nur einen schwachen Strom erzeugt. Du darfst die gleichen Versuche aber keinesfalls mit starkem Strom, wie er aus der Steckdose kommt, machen.“ Dieses implizite Gleichsetzen von Stromstärke und Spannung behindert sicherlich eine spätere Differenzierung.