

# **Eine Unterrichtseinheit zur Erzeugung und Übertragung elektrischer Energie für die Sekundarstufe I**

Roland Berger & Marion Müller

## **Einleitung**

Die Kenntnis verschiedener elektrischer Energiequellen sowie die Übertragung und Umwandlung elektrischer Energie in Stromkreisen sind Standardinhalte des Physikunterrichts der Sekundarstufe I. Beispielsweise sind im niedersächsischen Kerncurriculum für die Naturwissenschaften der Hauptschule in den Schuljahrgängen 5-10 zur Energieübertragung und Umwandlung unter anderem folgende Kompetenzen gefordert (Niedersächsischen Kultusministerium, 2007):

Die Schülerinnen und Schüler...

- deuten elektrische Stromkreise in verschiedenen Kontexten anhand ihrer energieübertragenden Funktion. (S. 30)
- nennen und unterscheiden verschiedene Energieformen. (S. 32)
- erläutern einfache Energieumwandlungsketten. (S. 41)

Diese Inhalte werden dem entsprechend in den gängigen Lehrbüchern behandelt (z. B. Muckenfuß & Nordmeier, 2007). Sie entsprechen auch den Möglichkeiten von Schülerinnen und Schülern dieses Alters, während das Konzept der Energieerhaltung eher für höhere Klassen zugänglich ist (Liu & McKeough, 2005).

Im Folgenden schlagen wir eine einführende, dreistündige Unterrichtseinheit vor. Sie ist in zahlreichen Hauptschulklassen erprobt worden, eignet sich in angepasster Form nach unserer Einschätzung aber auch gut für andere Schularten. Wir stellen die gesamten Unterrichtsmaterialien vor und geben Hinweise auf Bezugsquellen für die Versuche. Außerdem berichten wir über einige Ergebnisse der Evaluation.

## **Konzeption der Unterrichtseinheit**

Die Unterrichtseinheit besteht aus einer einstündigen Einführung in frontaler Form. In einer Doppelstunde wird der Lernzirkel durchgeführt und zum Abschluss erfolgt die Sicherung der

Ergebnisse sowie die Einführung des Begriffs der Wärmeenergie (oder alternativ der inneren Energie<sup>1</sup>).

### *Einführung*

Um die verschiedenen Energieformen sowie Energieflussdiagramme einzuführen hat sich der Einsatz eines geeigneten Spielzeugautos bewährt. Wir haben dazu das „Dr FuelCell Model“ verwendet, welches sich auf verschiedene Art antreiben lässt, und zwar mithilfe eines Kurbeldynamos, einer Solarzelle und einer Brennstoffzelle. Die Bezugsquelle ist in Anhang A angegeben. Anhand von Arbeitsblättern bzw. Folien (vgl. Anhang B) werden verschiedene Energieformen (elektrische Energie, Bewegungsenergie, Lichtenergie und chemische Energie) sowie deren Umwandlung erarbeitet. Einen ausführlichen Vorschlag für diesen Teil des Unterrichts findet sich in Anhang C.

### *Lernzirkel*

Grundlage des im Folgenden beschriebenen Lernzirkels sind Versuche zur Erzeugung elektrischer Energie, die in Anlehnung an einen Vorschlag von Muckenfuß und Walz (1997) eingesetzt wurden. Wesentliche Elemente sind die vier elektrischen Energiequellen (Essig-) Batterie, mechanisch-elektrischer Generator („Kurbel-Dynamo“), Solarzelle sowie thermo-elektrischer Generator („Thermo-Zelle“). Damit werden verschiedene Geräte (Digital-Wecker, Glühlämpchen, Solar-Radio bzw. Elektromotor) betrieben. Hinweise zu den Versuchen werden in Anhang A gegeben. Die Arbeitsaufträge für den Lernzirkel befinden sich in Anhang D.<sup>2</sup> Die Schüler sollen in diesen Arbeitsblättern dort Lücken lassen, wo sie die zugehörige Energieform noch nicht kennen. Diese Lücken werden in der anschließenden Präsentation ausgefüllt.

Vier Gruppen werden während der Arbeit im Lernzirkel rechtzeitig aufgefordert, jeweils ein Energiefluss-Diagramm zu einer der Stationen auf Folie (Anhang D) zu schreiben und im Rahmen der Sicherungsphase (siehe folgender Abschnitt „Abschlussphase“) der gesamten Klasse zu präsentieren.

---

<sup>1</sup> Physikalisch korrekt wäre der Begriff der „inneren Energie“, da Wärmeenergie nur den Zu- bzw. Abfluss von Energie in und aus einem Körper bezeichnet. Der Körper ändert dadurch seine innere Energie. Im Gegensatz zum Alltagsverständnis hat ein Körper somit keine Wärmeenergie. In verschiedenen Curricula ist daher die Verwendung des Begriffs der inneren Energie vorgesehen. Ansonsten erachten wir es als didaktische Entscheidung, ob der Begriff der inneren Energie verwendet wird, oder an das Alltagsverständnis angeknüpft wird.

<sup>2</sup> Beim Radio wird die elektrische Energie in Bewegungsenergie des Lautsprechers umgewandelt. Dies ist vielen Schülerinnen und Schülern plausibel, wenn sie Erfahrung mit großen Lautsprecherboxen z.B. bei Konzerten haben, wo die Bewegung sichtbar wird. Wenn diese Erfahrung nicht vorlag, so haben wir die Energieform als „Schallenergie“ bezeichnet.

### *Abschlussphase*

In der Sicherungsphase stellt je eine Gruppe das Energiefluss-Diagramm zu einem der vier Versuche mittels der Folie auf dem Tageslichtprojektor der gesamten Klasse vor. Dabei wird auch der Begriff der Wärmeenergie (bzw. inneren Energie) erstmals eingeführt und auf den Folien ergänzt.

In Anhang E wird ein Vorschlag für einen Wissenstest zu dieser Unterrichtseinheit für die Hauptschule unterbreitet. In Aufgabe 1 wird zunächst geprüft, ob die Schülerinnen und Schüler aus dem Vorunterricht über das elementare Wissen verfügen, dass das Betreiben eines Lämpchens mit einer Batterie einen geschlossenen Stromkreis erfordert. In Aufgabe 2 sind verschiedene Energieformen den im Unterricht besprochenen Energiewandlern zuzuordnen. In den Aufgaben 3, 4 und 5 geht es darum, Energieformen sowie Energiewandler in Energieumwandlungsketten geeignet darzustellen.

### **Einige Ergebnisse der Evaluation**

Der Unterricht wurde in 21 Klassen der 8. Jahrgangsstufe an Hauptschulen mit insgesamt 325 Schülerinnen und Schülern in der beschriebenen Form durchgeführt.

### *Motivation*

Im Anschluss an die Einführung sowie nach dem Lernzirkel wurde von den Schülerinnen und Schülern mithilfe eines Fragebogens deren intrinsische Motivation mit den folgenden Fragen eingeschätzt.

- Das Arbeiten hat mir Spaß gemacht.
- Die Zeit verging wie im Flug.
- Den behandelten Stoff finde ich sehr interessant.
- Ich würde gerne noch mehr über das Thema erfahren.

Die Antworten erfolgten auf einer fünfstufigen Skala „stimmt gar nicht“, „stimmt wenig“, „stimmt teils teils“, „stimmt ziemlich“ bzw. „stimmt genau“. Die Reliabilität (Cronbach's Alpha) der Skala beträgt 0,87 und ist damit gut. Die Mittelwerte sind 3,49 (Standardabweichung 1,01) in der Einführungsstunde und 3,64 (Standardabweichung 0,96) im Lernzirkel. Die Schülerinnen und Schüler sind insgesamt also gut motiviert.

### *Wissenstest*

Der Wissenstest (vgl. Anhang E) umfasst fünf Aufgaben (teilweise mit Teilaufgaben). Für die Aufgaben gab es maximal 29 Punkte (1: 5 P. / 2: 6 P. / 3: 6 P. / 4: 5 P. / 5: 7 P.). Die Reliabilität des Tests ist mit 0,66 ausreichend hoch. Er wurde am Ende der Doppelstunde Lernzirkel geschrieben. Im Durchschnitt erreichten die Schülerinnen und Schüler 18,2 Punkte (Standardabweichung 5,5 Punkte) und zeigten damit eine befriedigende Leistung.

#### **Anhang A. Hinweise zu den Versuchen**

#### **Anhang B. Arbeitsblätter/Folien Einführungsstunde mit Musterlösung**

#### **Anhang C. Ausführlicher Unterrichtsverlauf für die Einführungsstunde**

#### **Anhang D: Arbeitsblätter/Folien Lernzirkel mit Musterlösung**

#### **Anhang E: Wissenstest für die Hauptschule mit Musterlösung**

#### **Literatur**

Liu, X. & McKeough, A. (2005). Developmental growth in students' concept of energy: Analysis of selected items from the TIMSS database. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 493-517.

Muckenfuß & Walz (1997). *Neue Wege im Elektrikunterricht*. Köln: Aulis verlag.

Niedersächsischen Kultusministerium (2007). *Kerncurriculum für die Hauptschule Schuljahrgänge 5 -10 Naturwissenschaften*. Quelle:

[http://db2.nibis.de/1db/cuvo/datei/kc\\_hs\\_nws\\_07\\_nib.pdf](http://db2.nibis.de/1db/cuvo/datei/kc_hs_nws_07_nib.pdf)