

Verbesserung der Unterrichtsqualität im physikalischen Bereich des Sachunterrichts durch den Einsatz von Modellen

Michael Haider

Der Sachunterricht der Grundschule mit seinen zahlreichen und unterschiedlichen Bezugsdisziplinen muss für diese anschlussfähiges Wissen und Kompetenzen vermitteln. Dazu zählen auch fachspezifische Methoden und Arbeitsweisen. Es wurde empirisch untersucht, inwiefern die Unterrichtsqualität im physikalischen Schwerpunkt des Sachunterrichts durch den Einsatz von Analogiemodellen verbessert werden kann.

1 Analogiemodelle zum Thema „Stromkreis“

Zum Thema „elektrischer Stromkreis“ wurden bereits Unterrichtseinheiten entwickelt, bei denen mit Hilfe von Analogiemodellen ein auch aus physikalischer Sicht angemessenes *Stromkreis*konzept¹ aufgebaut werden sollte. Allerdings wurden diese Einheiten in der Sekundarstufe erprobt. Analogiemodelle könnten deshalb zur Unterrichtsqualität beitragen, weil durch sie die bei Schülern aufgrund der Alltagssprache vorherrschende Vorstellung des Stromverbrauchs zugunsten des Konzepts der Energieentwertung verändert werden könnte. Es wurden mit Hilfe des Einsatzes von Analogiemodellen Lerneinheiten für die 3. Jahrgangsstufe entwickelt, die zwei Zielsetzungen umfassten: Es sollte das Kreis-konzept aufgebaut und das Verbrauchskonzept abgebaut werden. Die Lerneinheit umfasste folgende fünf Unterrichtseinheiten: 1) Anknüpfung an den Alltag: Schaffung eines lernförderlichen Klimas, in dem der Unterricht einen sinnstiftenden Kontext (Muckenfuß 1995) bekommt. 2) Aufbau eines Stromkreises auf enaktiver Ebene. 3) Ausdifferenzierung des Begriffs Energie – ein noch mit alltagssprachlichen Fehlvorstellungen gefüllter Begriff. Ziel ist es, 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 (meist Elektronen) zirkulär umlaufen und dabei nicht verbraucht werden (analog zu Abb.1). Zunächst

1 eine für Schüler meist unplausible Vorstellung (Kircher 1995)

wird ein mechanisches Modell eingesetzt, das dann auf ein Handkurbelgeneratormodell (nach Muckenfuß 1980) übertragen wird.

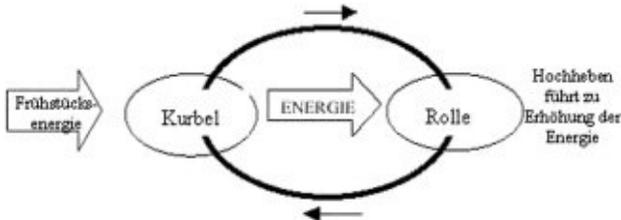


Abbildung 1: Mechanisches Modell: Der lineare Energietransport entsteht durch einen zirkulär umlaufenden Riemen

4) „Wie kommen Physiker auf solche Vorstellungen?“ Mittelpunkt sollen hier Wasserradmodelle sein. In einem ersten Modell wird mittels einer Pumpe ein Wasserrad (Turbine) betrieben. Mit dem Höhenunterschied von Wassersäulen sollen die Schüler selbst ein Wasserrad betreiben. 5) Um die „Umschütt-Aufladevorgänge“ zu erleichtern und wieder um physikalische Arbeitsweisen (hier: technische Verbesserung von Versuchsanordnungen und Modellen) sichtbar zu machen, wird im Anschluss daran ein großes Doppelwassersäulenmodell eingesetzt, das von einer in die andere Säule selbständig umpumpt². So können die wichtigsten Punkte besprochen werden:

- Wasser wird im „Verbraucherkreis“ auf Grund des Druckunterschieds in der Doppelwassersäule rundum gedrückt.
- Das Wasserrad bekommt die Energie von der Doppelwassersäule.
- Es wird kein Wasser verbraucht. Im Stromkreis stellt man sich analog vor, dass auch kein Strom verbraucht wird.

Anhand des „Pumpe-Wasserrad-Modells“ wird noch geklärt werden, dass Modelle bzw. gegenständliche Realisierungen von Modellen dem Menschen helfen sollen, etwas zu verstehen, dass jedes Modell aber auch Grenzen hat.

2 Forschungsdesign

In einer Studie mit quasiexperimentellem Design wurde neben dem Wissenszuwachs auch das Interesse an naturwissenschaftlichen Themen erhoben. Die Intervention umfasste drei Experimentalgruppen und eine Kontrollgruppe. Die Experimentalgruppen (EG) unterschieden sich durch den Einsatz der ver-

² Modell einer immer „vollen“ Batterie

schiedenen Modelle. EG 1 erhielt im Unterricht beide Arten von Modellen als Unterrichtsinhalt, EG 2 nur die mechanischen Modelle und EG 3 nur die Wassermodele. Die Zahl der gehaltenen Unterrichtsstunden war in allen Gruppen gleich. Die Daten wurden mittels Fragebögen und Interviews erhoben.

3 Ergebnisse

Aus den Fragebögen wurde aus insgesamt 21 Items zum Vorwissen ein Index für jeden Schüler berechnet. Die Items wurden dabei gleich gewichtet, da die inhaltlichen Schwerpunkte gleichermaßen berücksichtigt werden sollen. Die Anzahl richtiger Items wurde anschließend durch die Gesamtzahl der Items geteilt. Damit ergibt sich für jeden Schüler ein Index, dessen Wert zwischen 0 und 1 liegt. Der Gesamtmittelwert aller Schüler liegt bei 0,70 (SD=0,12). Die Indizes der Experimentalgruppen unterscheiden sich höchst signifikant ($p < 0,01$). Das Vorwissen und die Vorerfahrungen der Kontrollgruppe sind im Mittel höher als bei den restlichen Gruppen. Es gibt zusätzlich geschlechtsspezifische Unterschiede ($p < 0,05$). Jungen haben erwartungsgemäß höhere Erfahrungswerte und ein höheres Vorwissen. Der errechnete Vorwissenindex korreliert positiv mit der Schulleistung (in Bereiche eingeteilte Notendurchschnitte) der Schüler ($p < 0,01$). Je höher die Schulleistung, umso höher auch der Erfahrungswert im Bereich Elektrizität. Es zeigt sich, dass sich die Vorstellungen der Schüler verändert haben. Vor dem Unterricht gehen 17% aller Schüler davon aus, dass ein Kabel ausreicht, um eine Glühlampe zum Glühen zu bringen. 54% der Schüler glauben, dass durch zwei Drähte etwas zur Glühlampe fließen muss, das dort zu Licht verwandelt und verbraucht wird. 29% der Schüler haben bereits vor dem Unterricht eine Kreisvorstellung. Die Gruppen unterscheiden sich im Pretest nicht signifikant voneinander. Nach dem Unterricht zeigt jedoch die Kontrollgruppe signifikante Abweichungen.

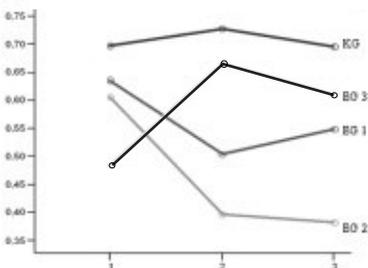


Abbildung 2: Konzept Stromverbrauch

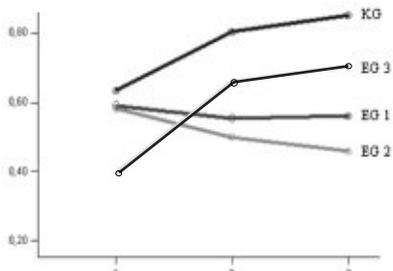


Abbildung 3: Konzept Stromverbrauch, leistungsschwache Schüler

Hier kann die Kreisvorstellung nur begrenzt aufgebaut werden, insbesondere findet sich hier die 2-Wege-Verbrauchsvorstellung. Es zeigte sich nach der Auswertung der quantitativen Daten, dass sich die Verbrauchsvorstellungen durch den Einsatz des mechanischen Modells am besten abbauen ließen. Das Wassermodell erbrachte nicht den gewünschten Erfolg. Im Gegenteil scheinen durch das Wassermodell Verbrauchsvorstellungen sogar aufgebaut worden zu sein – zumindest konnte dies bei den leistungsschwachen Schülern nachgewiesen werden. In allen Bereichen erzielt das mechanische Modell die größten Erfolge. Der Anstieg der Verbrauchsvorstellungen in EG 1 von Posttest zu Follow Up ist auf einen Anstieg der Fehlvorstellungen bei den leistungsstarken Schülern zurückzuführen. Es wird noch zu überprüfen sein, ob durch die Auswertung der qualitativen Daten genauere Hinweise für diese z.T. bemerkenswerten Ergebnisse erzielt werden.

4 Diskussion

Analogiemodelle im Unterricht tragen zu einem Aufbau des Konzepts *Stromkreis* wesentlich bei. So kann der Lernumweg, den ein Modelleinsatz immer darstellt, durch die Ergebnisse gerechtfertigt werden. Alle Schülergruppen profitieren vom Modelleinsatz, dies gilt insbesondere für die leistungsschwachen Schüler. Die Kombination der beiden Modelle (mechanische und Wassermodelle) hatte keinen Synergieeffekt. Das Wassermodell scheint in EG 1 den positiven Effekt des mechanischen Modells sogar zu reduzieren. Um Empfehlungen für den Unterricht ableiten zu können, sollten jedoch die Ergebnisse in einer Replikationsstudie geprüft werden.

Literatur

- Kircher, E. (1995): Analogien im Sachunterricht der Primarstufe. In: Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe. 23. Jg. H.5. 192-197.
- Muckenfuß, H. (1980): Wie können Schüler die Grundbegriffe und Gesetze der Elektrizitätslehren „verstehen“? In: Der Physikunterricht. 14. Jg. H.4. 30-44.
- Muckenfuß, H. (1995): Lernen im sinnstiftenden Kontext. Entwurf einer Zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts. Berlin: Cornelsen.