

Der Stellenwert von Analogien für den Aufbau naturwissenschaftlicher Konzepte im Sachunterricht am Beispiel „elektrischer Stromkreis“

Der Sachunterricht soll, vorbereitend auf den Fachunterricht, bei Schülerinnen und Schülern anschlussfähiges Wissen bereitstellen. D.h. im Sachunterricht sollen u.a. naturwissenschaftliche Phänomene so erarbeitet werden, dass sie einerseits die Lebenserfahrungen der Kinder berücksichtigen und gleichzeitig Grundlagen legen für das Verstehen anspruchsvoller abstrakter naturwissenschaftlicher Konzepte. Es stellt sich die Frage, ob Analogiemodelle dazu beitragen können, die entsprechenden Konzepte anzubahnen. Konkret geht es dabei um die Frage, ob das Stromkreismodell – ein wenig anschauliches und für Grundschüler meist wenig plausibles Konzept – adäquat vermittelt werden kann, wenn dies durch Analogiemodelle (hier: mechanisches Kurbelmodell und/oder Wasserkreislaufmodell) vermittelt wird. Diese Fragestellung wurde im Rahmen eines quasiexperimentellen Designs in Klassen der dritten Jahrgangsstufe untersucht.

Zusammenfassung des Forschungsstandes und abgeleitete Fragestellung

Die Elektrizitätslehre gilt in der Fachdidaktik als ein gut erforschtes Gebiet. Die vorliegenden Unterrichtsmodelle erweisen sich jedoch nicht immer als wirkungsvoll. Grund hierfür sind häufig die Alltagsvorstellungen der Schüler (vgl. Dudeck 1997, Muckenfuß 1980). In Untersuchungen von Duit (1995) zeigte sich, dass bestehende Schülervorstellungen sehr hartnäckig sind und sich nur schwer verändern lassen. Wiesner (1995) stellte fest, dass die Kreisvorstellung des Stroms für Schüler unplausibel und ihr zentrales Konzept das Ein-Weg-Verbrauchsmodell ist.

In der Lernpsychologie wird Analogiebildung als elementarer Mechanismus des Denkens angesehen (vgl. Dudeck 1997 S. 11). Für Hesse (1966) und Dreistadt (1968) ist Analogiebildung ein ganz normaler Vorgang im Alltagsdenken und im wissenschaftlichen Denken. Einige Autoren (z.B. Holyoak und Gick, Genter 1988) sehen Analogiebildung als elementare Funktion menschlicher Intelligenz. Analogien verdienen von daher eine besondere Beachtung in der didaktischen Forschung. Allerdings kann man Analogien nicht allgemein betrachten, sondern muss sich einer speziellen Analogie nähern.

Um Schülervorstellungen zu verändern, werden in der Didaktik methodische Maßnahmen wie Analogien eingesetzt. Zur speziellen Analogiebildung Stromkreis-Wasserkreis existieren Forschungsergebnisse, die vor allem in den 1980/90er Jahren in Bremen entstanden. Diese konzentrieren sich jedoch auf die Schüler der Sekundarstufen I und II. Es bleibt weitgehend offen, ob Schüler der Primarstufe bereits in der Lage sind, einfache Stromkreisvorstellungen aufzubauen und aus angebotenen Analogiemodellen für ihren Konzeptaufbau profitieren können. Diese Frage ist nicht zuletzt deshalb relevant, weil der elektrische Stromkreis in allen Grundschullehrplänen ein Thema des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts ist. Es erwächst die Frage, wie sich Schülervorstellungen hierzu durch Unterricht verändern lassen, und ob Analogiemodelle dazu beitragen können, Veränderungen der Konzepte zu erleichtern. Außerdem soll untersucht werden, ob sich die Begrifflichkeit der Alltagssprache - die ja vom Stromverbrauch spricht - durch das Benutzen der Modelle verändern lässt.

Verschiedene Schüler lernen unterschiedlich. Daher ist zu erwarten, dass ihr Interesse und ihre Vorerfahrungen Auswirkungen auf den Aufbau des physikalischen Konzepts haben.

Design der Untersuchung

Die Untersuchung ist als Interventionsstudie mit quasi-experimentellem Design angelegt. Dabei wurde neben dem Wissenszuwachs auch das Interesse an naturwissenschaftlichen Themen erhoben.

Die Intervention umfasste 3 Experimentalgruppen und eine Kontrollgruppe. Die Experimentalgruppen (EG) unterschieden sich durch den Einsatz verschiedener Modelle. In EG 1 wurden sowohl Wassermodelle als auch eine mechanische Analogie (nach H. Muckenfuß) eingesetzt. EG 2 verwendete nur das mechanische Modell, EG 3 nur das Wassermodell. Die Kontrollgruppe erhielt den herkömmlichen lehrplankonformen Unterricht zum Thema Stromkreis, wie ihn die Lehrkräfte bisher immer praktiziert haben. Die Zahl der gehaltenen Unterrichtsstunden war in allen Gruppen gleich.

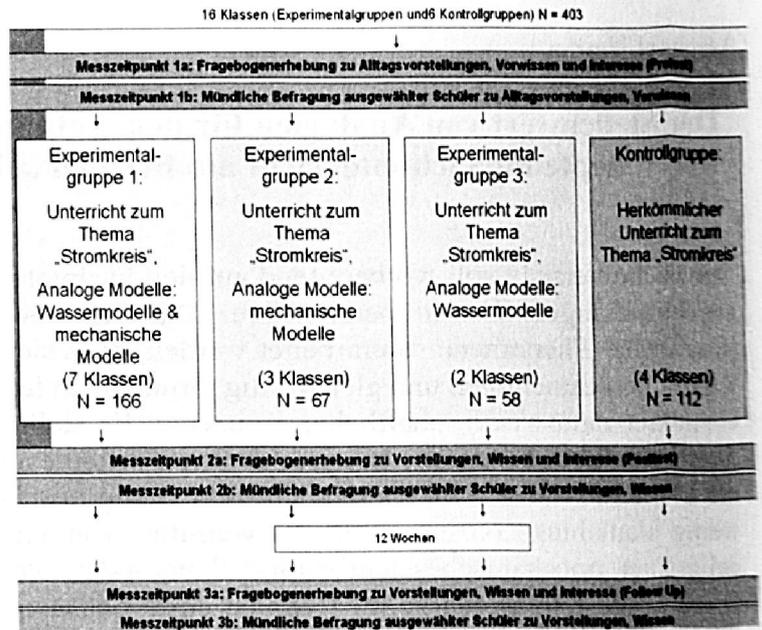


Abb. 1: Design der Untersuchung

Erste Ergebnisse der Untersuchung

In einer kombinierten geschlossenen Frage mit einer offenen Antwortmöglichkeit wurden Stromvorstellungen erfragt. Es zeigt sich, dass Grundschüler vor dem Unterricht eine sehr große Zahl an Erklärungsmöglichkeiten für Strom haben. Nach dem Unterricht verschwindet diese Vielfalt. Das Item „winzige Teilchen, die sich bewegen“ wird dafür in signifikant höherem Maße angekreuzt als vor dem Unterricht ($p < 0,05$). Dieses Ergebnis erzielen alle Gruppen gleichermaßen. Die Kontrollgruppe jedoch fällt im Follow-Up-Test signifikant ab.

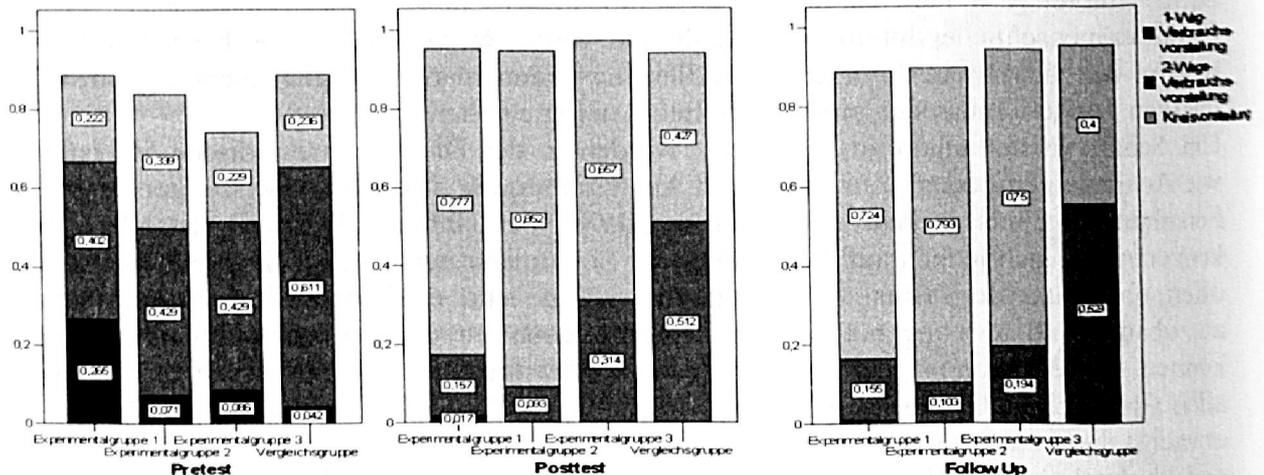


Abb. 2: Stromkreisconcept im Gruppenvergleich

Dasselbe Ergebnis findet sich auch bei der Frage, ob in einem einfachen Stromkreis mit geöffnetem Schalter Strom fließt. Auch hier unterscheiden sich Experimentalgruppen von der Kontrollgruppe nur durch das Absinken der Kontrollgruppenergebnisse in der Follow-Up-Untersuchung.

Die Untersuchung zeigt weiterhin, dass sich die Vorstellungen der Schüler vom Einwegverbrauchsmodell verändern. Vor dem Unterricht gehen 17% aller Schüler davon aus, dass

ein Kabel ausreicht, um ein Birnchen zum Glühen zu bringen. 54% glauben, dass durch 2 Kabel oder Drähte etwas zum Birnchen hin fließen muss, das dann im Birnchen zu Licht verwandelt und verbraucht wird. 29% der Schüler haben bereits vor dem Unterricht eine mehr oder weniger belastbare Kreisvorstellung. Die Gruppen unterscheiden sich im Pretest kaum voneinander. Nach dem Unterricht zeigt jedoch die Kontrollgruppe signifikante Abweichungen. 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 Fehlvorstellungen durch den Einsatz des mechanischen Modells am besten abbauen ließen. Das Wassermodell erbrachte nicht den gewünschten Erfolg. Im Gegenteil, scheinen durch das Wassermodell Fehlvorstellungen sogar aufgebaut worden zu sein – zumindest konnte dies bei den leistungsschwachen Schülern nachgewiesen werden.

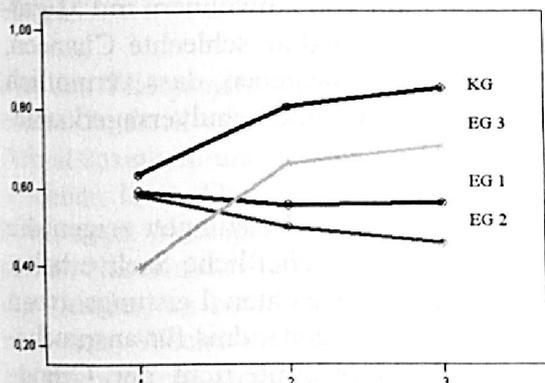


Abb. 4: Fehlkonzep Stromverbrauch, Leistungsschwache Schüler

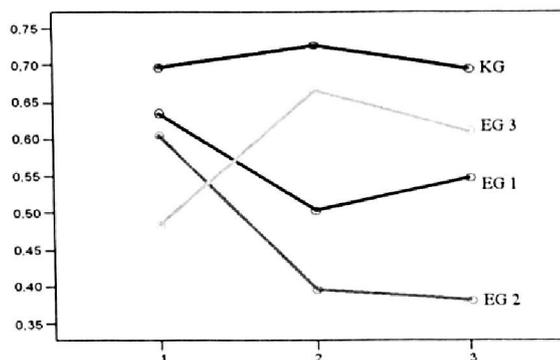


Abb. 3: Fehlkonzep Stromverbrauch

In allen Bereichen erzielt das mechanische Modell die größten Erfolge. Der Anstieg der Fehlvorstellungen 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.

Fazit

Der Einsatz von Analogiemodellen im Unterricht zum Aufbau des Konzepts Stromkreis kann durch die Ergebnisse gerechtfertigt werden. Alle Schülergruppen profitieren vom Modelleinsatz, dies gilt insbesondere für die leistungsschwachen Schüler. Die Kombination der beiden Modelle (mechanisches Modell und Wassermodelle) hatte keinen Synergieeffekt. Im Gegenteil, das Wassermodell scheint in Experimentalgruppe 1 den positiven Effekt des mechanischen Modells sogar zu reduzieren. Bevor daraus entsprechende Empfehlungen für den Unterricht abgegeben werden, sollten allerdings die Ergebnisse in einer Replikationsstudie geprüft werden.

Literatur

- DUDECK, W.-G. (1997). Analyse von Denkprozessen in einem analogieorientierten Elektrizitätslehreunterricht – Fallstudie in einer 10. Gymnasialklasse. Verlag Mainz, Wissenschaftsverlag, Aachen.
- DUIT, R. (1995): Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftsdidaktischen Lehr- und Lernforschung. In: Zeitschrift für Pädagogik, 41 (1995), S. 889-903.
- GENTNER, D. (1988). Analogical inference and analogical access. In: Prieditis, A. (Ed). Analogica. Los Altos, S.63-88.
- GICK, M.L., HOLYOAK, K.J. (1983) Schema induction and analogical transfer. Cognitive psychology 15, S.1-38.
- KIRCHER, E. (1995) Analogien im Sachunterricht der Primarstufe. In: Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe, 23. Jahrgang, Heft 5.
- MUCKENFUSS, H. (1980). Wie können Schüler die Grundbegriffe und Gesetze der Elektrizitätslehren „verstehen“? In: Der Physikunterricht, 14, H.4.
- WIESNER, H. (1995). Untersuchungen zu Lernschwierigkeiten von Grundschulern in der Elektrizitätslehre In: Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe 23 Nr. 2.