

## 625 Gummibärchen-Stromkreis

Modelle sind weder falsch noch richtig – denn jedes Modell hat seine Grenzen. Jede Physiklehrkraft muss aber – bei JEDER Modellvorstellung – wissen und sorgsam darauf achten, dass die Schülerinnen und Schüler auf diese Grenzen achten und keine Rückschlüsse jenseits dieser Modellgrenzen suchen.

Innerhalb dieser Modellgrenzen muss ein Modell aber konsistent und stimmig sein.

Was soll man aber von einem Modell halten, das im Prinzip nur aus Grenzen besteht ... oder wenn das Modell durch seine anschauliche Suggestion Lernhindernisse produziert, die man in späteren Entwicklungsschritten nur schwer beheben kann?

Wie schon in vorangegangenen Arbeitsblättern beschrieben, kann man solche Modellvorstellungen zu Lernzielkontrollen umfunktionieren, wenn der Lerngegenstand zuvor sinnvoll, hinreichend nachhaltig unterrichtet wurde und die Schülerinnen und Schüler aufgefordert werden, den besagten Artikel kritisch zu analysieren und die Schwachstellen aufzuzeigen.

In der Sendung „537 Physikunsinn aus dem Bienenstock“ haben wir schon ein Modell dieser Sorte kennen gelernt – siehe <sup>1</sup>

Hier nun das „Gummibärchen-Modell“

u.a. auch beschrieben in: Unterricht Physik 17 2006 Nr.92 S38ff

Der Originalartikel erscheint unter der folgenden Homepageadresse und kann aus Copyright-Gründen hier nicht aufgeführt werden.

[http://www.bildung-staerkt-menschen.de/leu\\_datbank/example.2006-03-03.3129041512/view?searchterm=Gummib%E4rchen](http://www.bildung-staerkt-menschen.de/leu_datbank/example.2006-03-03.3129041512/view?searchterm=Gummib%E4rchen)

The screenshot shows the website interface for the Landesbildungsserver Baden-Württemberg. The header includes the logo and navigation links. The main content area is titled '"Gummibärchen" - Kommentar zum Umsetzungsbeispiel' and includes sections for 'BILDUNGSPLANINFORMATIONEN', 'BILDUNGSPLÄNE UND MATERIALIEN', 'AKTUELLES', and 'SERVICE'. The 'Inhalt' section describes the article as being from a real school, and the 'Dateien' section lists a PDF file for the article.

### Arbeitsauftrag

In diesem Artikel, der den Schülerinnen und Schüler zur Verfügung steht, wird ein Gummibärchen-Stromkreis vorgestellt. Die Teams werden aufgefordert, sich kritisch mit diesem Artikel auseinander zu setzen!

<sup>1</sup> zum „Bienenstockmodell“ habe ich folgendes geschrieben: Damit keine Missverständnisse aufkommen, möchte ich folgendes betonen: Es gibt grundsätzlich keine richtigen oder falschen Modelle ... denn Modelle sind grundsätzlich falsch, weil sie alle ihre Grenzen haben ... und sie sind wohl irgendwo richtig, sonst hätte sie der Erfinder ja wohl kaum erfunden. Es gibt aber hilfreiche Modelle und Analogien, die ganz schnell zu Lernhindernissen mutieren, wenn man sie im Unterricht einsetzt. Abzulehnen sind grundsätzlich solche Modelle – oder Analogien – (so meine ich!), die auf Schülerseite einleuchtend wirken aber nicht tragfähig sind und ganz schnell überwindliche Gedankenhindernisse aufbauen ... Abzulehnen sind Modelle und Analogien, die gerade wegen der „faszinierenden Einfachheit“ leicht behalten, zu physikalischem Unsinn verleiten und dann nur mühevoll durch „tragfähige Bilder“ ersetzt werden können.

Leider gibt es diese „trügerischen Lernhilfen“ im Internet massenweise. Ein typischer Vertreter dieser Gattung ist die oben genannte Internetseite. Vielleicht ärgert man sich als Didaktiker zunächst, dass so etwas verbreitet wird ... dann aber kann man dieser Internetseite auch etwas durchaus Positives abgewinnen, indem man diese Internetseite im Unterricht als ideale Lernzielkontrolle nutzt ... in folgendem Sinne: Wenn man eine Kursstufe übernimmt und die Schülerinnen und Schüler und ihr Wissen aus dem bisherigen Physik und Chemie-Unterricht kennen lernen will, könnte man doch die folgenden Arbeitsaufträge geben, in denen die Kursstufen-Teams sich mit diesem „Bienenstrommodell“ auseinander setzen ... und dann mit Sicherheit ihre Stärken – oder ihre Schwächen – zeigen können.

...

Unterricht Physik 17 2006 Nr.92 S38ff

In diesem Artikel wird ein „eigenartiger Gummibärchen-Stromkreis“ beschrieben – eine Modellvorstellung -, in der Bärchen mit und ohne Kopfbedeckung dargestellt werden. Bärchen sollen die „sichtbare Energie“ darstellen.

OK, wir wissen, dass Modellvorstellungen niemals richtig oder falsch sind. Modellvorstellungen haben nämlich alle ihre Grenzen. Aber das Gummibärchenmodell hat extrem enge Grenzen – um nicht zu sagen, dass Gummibärchenmodell hat so kurze Füße – wie die Gummibärchen nun mal haben ☺

Die Gummibärchen können von uns Schülern getragen – oder sogar geworfen werden. Geworfene Gummibärchen werden mit Funken verglichen. Getragene Gummibärchen suggerieren – so der Autor – einen notwendigen Träger. Die Träger – also wir Schüler – spielen die Rolle der Elektronen im Stromkreis. In dem Stromkreis wird ein Schüler als Quelle und ein anderer Schüler als Lampe festgelegt. Dass man Gummibärchen – z.B. an einer Stromverzweigung - nicht teilen kann, wird vom Lehrer mitgeteilt. Ebenso wird vom Lehrer mitgeteilt, dass gleiche Lampen gleich viele Gummibärchen benötigen. Dass man „Spannung = Energie pro Elektron“ festlegt, erfahren die Schüler auch vom Lehrer ... wie es im Modell aber sinnvoll umgesetzt wird, können wir nicht sehen.

Wir haben folgende Zitate aus dem Originaltext genauer unter die Lupe genommen und kommentieren Sie jeweils in blauer Farbe:

1. „...Die Energie (Gummibärchen), welche die Elektronen im ersten Kabel mehr hatten, wurde in der Lampe für deren Betrieb benötigt ...“

Dass die Elektronen gewissermaßen in einem Rucksack (oder auf dem Kopf, wie das Bild suggeriert) die Energie transportieren ist eine „eigenartige Modellbeschreibung“. Die Energie fließt von der elektrischen Energiequelle zur elektrischen Energiesenke über die elektromagnetischen Felder und nicht im elektrischen Kabel. Die Energie sitzt also ganz sicher in keinem Rucksack auf den Elektronen drauf. Zudem würde das ja bedeuten, dass die elektrische Energie zusammen mit den Elektronen aus dem Minuspol der elektrischen Energiequelle herauskommt. Wie sich der Autor den Energietransport bei einem Wechselstromkreis vorstellt, wollen wir hier ganz offen lassen. Schon dieser eine Satz zeigt, wie „kurze Beine“ dieses Modell hat.

2. „... 6 Trillionen Elektronen pro Sekunde fassen wir zu einem Elektronenpaket zusammen. Solch ein Paket bezeichnet man als 1 Ampere ...“

Wir können nachvollziehen, dass man viele Elektronen zu einem „Elektronenpaket“ zusammen fasst – also z.B. zu einer Ladungseinheit 1 Coulomb. Wie sich der Autor aber ein „Elektronenpaket pro Sekunde“ vorstellt ist uns schleierhaft. Ist das eine Art „Strompaket“ ... Unter einem Paket stellen wir uns eine mengenhafte Größe vor ... die sich z.B. mit einer bestimmten Geschwindigkeit bewegt ... oder z.B. könnte man abzählen, wie viele Pakete pro Sekunde durch einen Leiterquerschnitt gehen

....

3. „... Mit der Einführung des Formelzeichens  $I$  für den Elektronenstrom pro Zeiteinheit sind die Schülerinnen und Schüler ...“

Das Formelzeichen  $I$  steht für die elektrische Stromstärke – also der Quotient aus elektrischer Ladungsmenge pro Zeiteinheit. Vielleicht hat sich der Autor hier nur ungenau ausgedrückt.

4. Der Autor behauptet über dieses Modell – als Vorteil: *Die Schülerinnen und Schüler entwickeln Vorstellungen zu den Begriffen Spannung und Stromstärke.*

Wir können uns beim besten Willen nicht vorstellen, wie man bei diesem Modell eine sinnvolle Vorstellung von Spannung und Stromstärke aufbauen kann. Die elektrische Spannung als Antrieb für den elektrischen Strom spielt hier überhaupt keine sinnvolle Rolle.

Der Autor nennt folgende Nachteile des Modells:

5. „...Die Vorstellung vom Energieverbrauch wird implizit bestärkt ...“
6. „...Energie wird mit Stoff gleich gesetzt ...“
7. „...Punktförmige Objekte (Elektronen) werden mit makroskopischen Objekten gleichgesetzt ...“
8. „...Elektronentransportgeschwindigkeit wird mit der Driftbewegung der Elektronen gleichgesetzt ...“

Diese Nachteile hat der Autor ganz korrekt erkannt. Wir fragen uns aber, wie kann man dieses Modell favorisieren, wenn man diese Nachteile sieht ... Warum werden Anfänger mit „punktförmigen Quantenobjekten“ überfahren ... und was versteht der Autor unter „Elektronentransportgeschwindigkeit“ ...

9. Dieses Modell suggeriert ein völliges Durcheinander ... Es wird nicht unterschieden, dass die elektrische Ladung vom Pluspol zum Minuspol fließt ... Dass aber die Elektronen als „negative Ladungsträger“ vom Minuspol zum Pluspol fließen. Das Elektronenmodell wird ohne Not eingeführt – vor der Thematisierung der Ladung. Wie sollen die Schülerinnen und Schüler nach diesem „anschaulichen Gummibärchenmodell“ und den darin verborgenen suggestiven Stolpersteinen den elektrischen Energiestrom, den Strom an negativen Ladungsträgern und den Ladungsstrom noch auseinander halten ... bzw. in eine sinnvolle Vorstellung einsortieren.
10. Wenn wir das Modell richtig verstehen spielen die Gummibärchen die Rolle der elektrische Energie – wir Schüler spielen die Elektronen ... wer spielt die elektrische Ladung ... oder wird hier suggerieren, dass elektrische Ladung und Elektronen identisch sind?