

Einführung: Stoff- und Energie-Umwandlung in der 5. Klasse

ALP Hinweis auf ein Blatt im Praktikumsordner „Bio? – Logisch!“, Akademiebericht 506 der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung, Dillingen 2021

Dieses Skript gibt Anregungen, aus denen die Lehrkraft auswählen sollt.

Stoff- und Energie-Umwandlung wird im LehrplanPLUS besonders betont. Die Kinder bringen dafür aus der Grundschule praktisch kein Vorwissen mit.

Zunächst wird der Begriff „Stoff“ geklärt. Im Alltag wird er auch als Synonym für „Textilien“ verwendet, in den Naturwissenschaften als Synonym für „Material“.

Praktikum:

Unterschiedlich geformte Gegenstände aus dem selben Material sowie identisch geformte Gegenstände aus unterschiedlichen Materialien (z. B. Kugeln) sollen geordnet werden. Dabei ergibt sich, dass z. B. nach der Form, aber auch nach dem Material geordnet werden kann.

Im Anschluss werden Beispiele für **Stoffe** notiert, z. B. Eisen, Zucker, Wasser, Milch, Kunststoff, Leder.

Im Anschluss werden die **Umwandlungen** thematisiert. Dabei sollte die Energie-Umwandlung stets von der Stoff-Umwandlung getrennt werden, weil der Lehrplan diese Trennung an mehreren Stellen hervorhebt.

Praktikum:

In einer Porzellanschale wird ein Stückchen Küchenrollen-Papier verbrannt.

Beobachtung: Das Papier brennt bzw. glimmt. Der Stoff Papier verschwindet, schwarzer Ruß entsteht.

Bei der Erklärung wird getrennt vorgegangen:

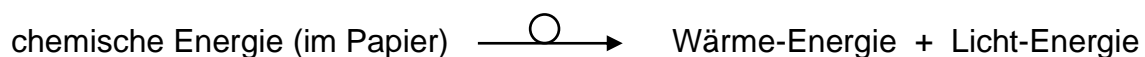
Stoff-Umwandlung: Aus dem Papier entstehen Ruß und andere Stoffe (ggf. nennen: gasförmiges Wasser und gasförmiges Kohlenstoffdioxid).

Das Reaktionsschema wird notiert. Ich habe sehr gute Erfahrungen damit gemacht, von Anfang an die Form der chemischen Reaktions-Gleichung einzuführen:



Energie-Umwandlung: Beim Verbrennen werden Licht-Energie und Wärme-Energie frei. Die Energie muss vor der Reaktion in anderer Form vorhanden gewesen sein und zwar im Papier. Wir nennen sie chemische Energie.

Das Darstellungsschema sollte klar machen, dass es sich um keine Stoff-Umwandlung handelt, es wird also kein Reaktionspfeil eingesetzt, sondern z. B. ein Schleifenpfeil:



Dabei kann bereits erarbeitet werden, dass Stoffe in andere Stoffe umgewandelt werden können. Ebenso kann eine Energieform in eine andere Energieform umgewandelt, aber weder neu geschaffen, noch vernichtet werden.

Praktikum:

Die Flamme an einer Kerze wird entzündet.

Beobachtung: Flamme, die Wärme und Licht ausstrahlt. Aus Erfahrung wissen die Kinder, dass das „Kerzenwachs“ (in Wirklichkeit ist der Stoff meist Stearin, darf aber der Einfachheit halber als Wachs bezeichnet werden) mit der Zeit weniger wird. Also muss das Wachs in andere Stoffe umgewandelt werden. Diese sind hier allerdings nicht sichtbar: gasförmiges Wasser und gasförmiges Kohlenstoffdioxid.

Stoff-Umwandlung:

Kerzenwachs \longrightarrow Wasser + Kohlenstoffdioxid

Energie-Umwandlung:

chemische Energie (im Wachs) $\xrightarrow{\text{O}}$ Wärme-Energie + Licht-Energie

Praktikum:

Die Schüler reiben ihre Handflächen fest und schnell für etwa 30 Sekunden aneinander.

Beobachtung: Die Handflächen werden erst warm, dann heiß.

Erklärung: Die Bewegungs-Energie der Handflächen wurde umgewandelt in Wärme-Energie.

Wenn entsprechende Vorkenntnisse vorhanden sind, kann die Energie-Umwandlung weiter zurück verfolgt werden, im Extremfall:

Licht-Energie (von der Sonne) $\xrightarrow{\text{O}}$ chemische Energie (in der Nahrung)
chemische Energie (in der Nahrung) $\xrightarrow{\text{O}}$ Zell-Energie
Zell-Energie $\xrightarrow{\text{O}}$ Bewegungs-Energie (der Muskelzellen bzw. der Hände)

Zur Energie-Umwandlung gibt es auch ein Arbeitsblatt für die Schüler.
ALP Blatt 04_v12: Energie-Umwandlung (2. Auflage)

Hinweise zur Begrifflichkeit:

Die Begriffe zum Thema Energie werden nach wie vor in Biologie, Chemie und Physik nicht ganz einheitlich verwendet.

Je mehr man sich dem universitären Anspruch der Physik annähert, desto weniger verständlich wird das für die Schüler. Es gilt also, einen sinnvollen Kompromiss zu finden.

Zunächst ist es wichtig, dass ausnahmslos bei allen Energieformen das Wort „Energie“ aufscheint, damit ohne weitere Erklärung erkennbar ist, dass alle diese Begriffe zum selben Oberbegriff gehören. Der Bindestrich sorgt dafür, dass das Wort „Energie“ sofort ins Auge sticht. In der 5. Klasse hat es sich bewährt, folgende sechs Energieformen zu unterscheiden:

Licht-Energie
Wärme-Energie
Bewegungs-Energie
elektrische Energie
chemische Energie
Zell-Energie

Dazu folgende Anmerkungen:

Die ersten vier Energieformen sind den Schülern aus dem Alltag vertraut. Die beiden anderen werden behutsam und ausführlich neu eingeführt.

In der Physik stellt „Wärme“ keine Energieform dar, sondern eine Prozessgröße („Wärmeleitung“, „Wärmefluss“). Das Suffix „-Energie“ bereinigt dieses Problem: „**Wärme-Energie**“ ist die Energieform, die mit Wärme zu tun hat. Allerdings lehnen viele Physiker den Begriff „Wärme-Energie“ ab; sie nennen diese Energieform „thermische Energie“. Das wäre in der Mittelstufe kein Problem, aber in der 5. Klasse erzeugt dieser Begriff kaum ein lebendiges mentales Bild in den Schülern, „Wärme-Energie“ dagegen durchaus. Ich sehe kein Problem darin, denn das ist lediglich die Übersetzung des Fachbegriffs ins Deutsche. (Thermische Energie stellt eine Form der Bewegungs-Energie dar. Diese Erkenntnis auf der Teilchenebene kann sinnvollerweise erst ab der Mittelstufe gelehrt werden.)

Der Begriff „**chemische Energie**“ ist kein offizieller Begriff in der Wissenschaft. Gemeint ist das, was in der Chemie als „innere Energie“ bezeichnet wird. Leider definiert die Physik den identischen Begriff anders und bezieht beispielsweise auch die Lage-Energie mit ein. Ein Reaktionsgemisch in einem Erlenmeyer-Kolben hat für den Chemiker im Hamburger Hafen die gleiche innere Energie wie auf dem Gipfel der Zugspitze – für den Physiker nicht. Allein deshalb ist es problematisch, so einen Begriff in naturwissenschaftlich Arbeiten einzuführen, das ja für alle Naturwissenschaften sprechen soll. Außerdem ist die Formulierung „innere Energie“ für Zehnjährige viel weniger anschaulich als „chemische Energie“, die ja ganz offensichtlich mit chemischen Reaktionen zu tun hat, bei denen Energie in anderer Form freigesetzt wird. Deshalb verwenden inzwischen auch die meisten Schulbücher den Begriff „chemische Energie“. Es ist kein Problem, diesen didaktisch reduzierten Begriff in der Mittelstufe physikalisch bzw. chemisch zu präzisieren.

Die Energieform, die ausschließlich in Zellen auftritt (sie wird nur dort bereit gestellt und nur dort verwendet), nenne ich „Zell-Energie“. Sie entspricht dem ATP-System. Auch hier ist es für die kindliche Vorstellung hilfreich, einen plastischen Begriff zu verwenden, der auf etwas Bekanntes – hier: die Zelle – verweist. Bisher hat mein Vorschlag in den Lehrbüchern noch keinen Einzug gehalten.

Ich habe viele Jahre diese Energie-Begriffe in der 5. Klasse eingeführt und möglichst oft mit ihnen gearbeitet. Dabei konnte ich feststellen, dass auch schwächere Schüler die Bezeichnungen mit großer Sicherheit einsetzen konnten.

Thomas Nickl, Januar 2021