

M. Tausch: Chemie mit Licht – Innovative Didaktik für Studium und Unterricht)

Auszug aus Kap. 5.6 Die Methoden und das Licht, S. 84-87

Als Beispiel für eine konstruktivistische Lernschleife soll an dieser Stelle die in Abb. 5.5 dargestellte Einheit „Licht – der Antrieb fürs Leben“ dienen. Sie wurde für den Anfangsunterricht in der Sekundarstufe I konzipiert. Nach der Einführung der Verbrennung können ganz ohne chemische Formeln und ohne vertiefende chemische Begriffe und Konzepte die beiden für das Leben auf unserem Planeten wichtigsten Reaktionen, die Photosynthese in den Pflanzen und die Zellatmung in den Organismen, erschlossen werden. Erschließen bedeutet in diesem Fall die forschend-entwickelnde Erkundung der Prinzipien, nach denen der *Kreislauf Photosynthese/Zellatmung* in der Natur aus stofflicher und energetischer Sicht abläuft.

Die *Erkundung* der Vorkenntnisse kann anhand geeigneter Fragen zu den drei Bildchen aus Abb. 5.5 im Unterrichtsgespräch und/oder mithilfe eines Arbeitsblattes erfolgen. Es geht darum, das Vorwissen bzw. die Vorstellungen der Lernenden über die Verbrennung, die Atmung und die Photosynthese sowie über die Zusammenhänge zwischen diesen Vorgängen zu erkunden. Die Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler sind in der Regel sehr heterogen. Es ist die Kunst der Lehrperson, sich möglichst schnell ein Bild davon zu machen, um in geeigneter Weise weiter vorzugehen. Die Lernenden sollten bereits wissen, dass Sauerstoff ein Bestandteil der Luft ist, die wir zum Atmen benötigen. Weiterhin sollte bekannt sein, dass Sauerstoff für Verbrennungsvorgänge benötigt und dabei verbraucht wird. Und es sollte auch bekannt sein, dass die Pflanzen zum Wachsen Licht benötigen. Diese Vorkenntnisse sollten entweder spontan abrufbar sein oder im Unterrichtsgespräch aktiviert werden.

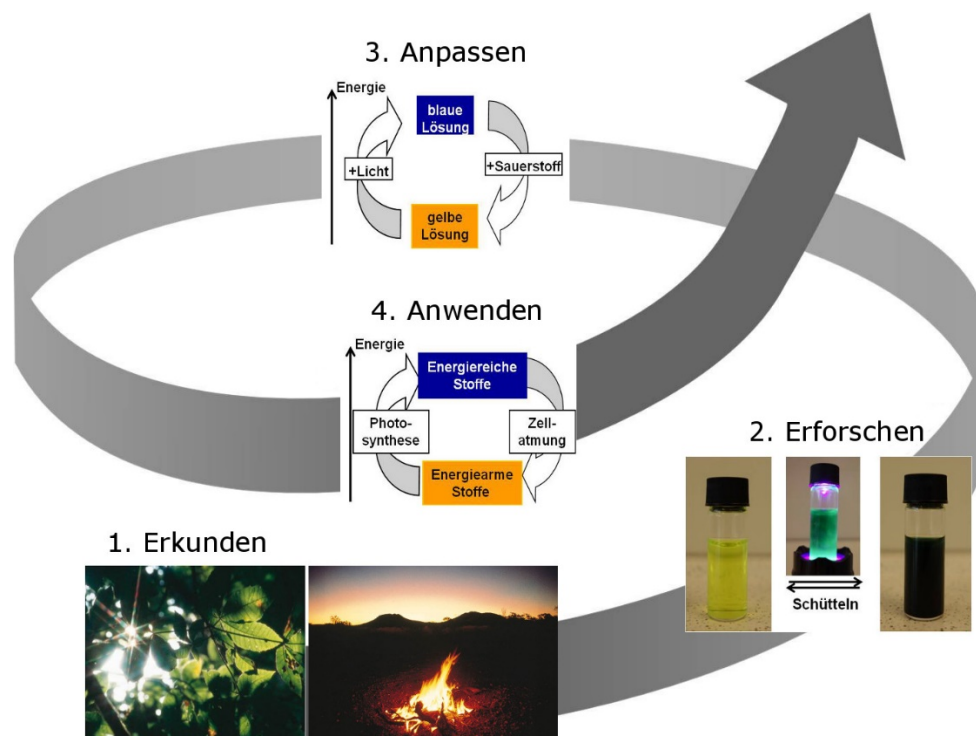


Abb. 5.5 Vorgehensweise bei der konstruktivistischen Lernschleife zur Unterrichtseinheit „Licht – der Antrieb fürs Leben“ in der Sekundarstufe I; vgl. Details zu den vier Unterrichtsphasen im Fließtext. (Eigene Bilder aus ©Tausch/von Wachtendonk, CHEMIE 2000+ und freundlicherweise zur Verfügung gestellt von meinen Doktoranden)

Für die *Erforschung* werden verschiedene Versionen des *Photo-Blue-Bottle*-Experiments eingesetzt. Fachliche Grundlagen für die Lehrperson sind in Kap. 7 und in den beiden Lehrfilmen (Link auf QR5.1) „Photosynthese – ein Fall für zwei, Teil 1“ und (Link auf QR5.2) „Photosynthese – ein Fall für zwei, Teil 2“ enthalten.

Die Erforschung im Unterricht sollte jedoch mit der Grundversion des Photo-Blue-Bottle-Experiments (vgl. Abb. 5.5) beginnen, das als Schülerversuch geeignet ist. Aus den Beobachtungen bei diesem Motivationsexperiment und dem erkundeten Vorwissen ergibt sich das *Problem*, herauszufinden:

- i) wie die Stoffumwandlungen im Photo-Blue-Bottle-Experiment zu erklären sind,
- ii) was sie mit der Verbrennung, Atmung und Photosynthese zu tun haben und
- iii) wozu diese in der Natur „gut sind“.

Die experimentelle Erforschung von Fakten ist das zentrale Segment der Lernschleife. Sie nimmt den größten Teil der Unterrichtszeit in Anspruch, ist didaktisch anspruchsvoll und kann in verschiedenen Formen des *Unterrichtsdigns* durchgeführt werden. Bei der Unterrichtseinheit us Abb. 5.1 werden in einem (Link auf QR5.3) Wechselspiel von Hypothesenentwicklung und experimenteller Bestätigung oder Widerlegung (Verifikation oder Falsifikation) Schritt für Schritt folgende experimentelle Fakten hergeleitet: i) die Blaufärbung der gelben Lösung kann nur mit Licht (und zwar mit blauem Licht oder weißem Sonnenlicht, nicht aber mit grünem oder rotem Licht und auch nicht mit Wärme) angetrieben werden, ii) die blaue Lösung kann nur dann wieder in die gelbe überführt werden, wenn Sauerstoff im Reaktionsgefäß verfügbar ist, und iii) die Zyklen Gelb – Blau – Gelb können sehr oft wiederholt werden (Abb. 5.6).

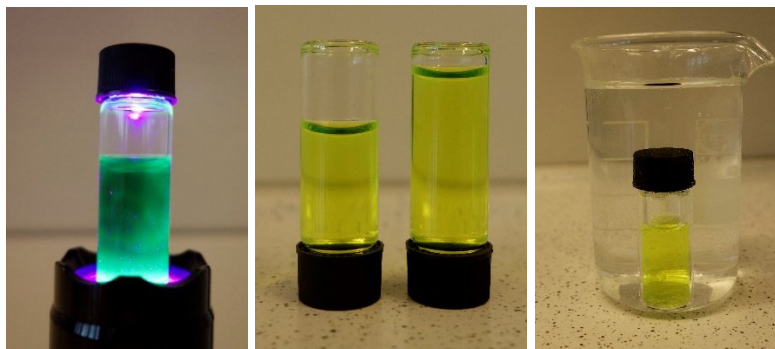


Abb. 5.6 Versuchsanordnungen für das Segment „Erforschen“ in der Lernschleife aus Abb. 5.5 - vgl. weitere Varianten in QR3). (Fotos ©Maria Heffen)

Die *Anpassung* der Forschungsergebnisse führt zu der erklärenden Zusammenfassung, die in dem oberen Energieschema aus Abb. 5.5 dargestellt ist. Dieses Schema besagt, dass im *Photo-Blue-Bottle-Experiment* eine Reaktion abläuft, bei der ein blauer Stoff gebildet wird, und dass diese Reaktion blaues Licht als energetischen Antrieb benötigt. Ob sich der blaue Stoff aus dem gelben Stoff in der PBB-Lösung bildet, oder aus einem farblosen Stoff, der ebenfalls in der Lösung enthalten sein könnte, wissen wir (noch) nicht¹. Der bei der Lichtbestrahlung gebildete blaue Stoff reagiert mit Sauerstoff und wird dabei in einen farblosen oder gelben Stoff umgewandelt. Das Schema aus Abb. 5.5 kann und darf nicht genauere Angaben über die Stoffe enthalten als die eben eingetragenen. Sicher ist aber, dass die *kreisläufigen* Farbänderungen im *Photo-Blue-Bottle-Experiment* mit Stoffumwandlungen, also mit chemischen Reaktionen, einhergehen. Die erste Reaktion im *Kreislauf* läuft nur *lichtgetrieben* ab und die zweite, den Kreis schließende, *verbraucht Sauerstoff*.

Die *Anwendung* der Erkenntnisse aus dem *Photo-Blue-Bottle-Modellexperiment* auf die natürlichen Vorgänge vom Anfang der Lernschleife in Abb. 5.5 mündet in dem Energieschema, das im auslaufenden Teil der Lernschleife platziert ist. Es hebt die grundlegenden Gemeinsamkeiten des Stoffkreislaufs Photosynthese/Atmung mit dem Stoffkreislauf aus dem Experiment hervor. Die Edukte und Produkte der Photosynthese und der Zellatmung sind in

¹ Wenn danach gefragt wird, kann den Schülern mitgeteilt werden, dass die Photo-Blue-Bottle-Lösung außer dem gelben Stoff noch zwei farblose gelöste Stoffe enthält.

Abb. 5.5 nicht explizit genannt, weil zunächst erkannt werden soll, dass bei der Photosynthese in einer lichtgetriebenen Reaktion aus energiearmen Stoffen energiereiche Stoffe gebildet und diese bei der Atmung in tierischen Zellen unter Sauerstoffverbrauch wieder zu den energiearmen Ausgangsstoffen der Photosynthese umgewandelt werden.

Welche Stoffe als Edukte und Produkte der Photosynthese und Atmung beteiligt sind, könnte (zumindest einigen aus der Lerngruppe) aus dem Biologieunterricht bekannt sein. Ganz gleich, ob dies der Fall ist oder nicht, sollten die Stoffe Kohlenstoffdioxid, Wasser, Zucker und Sauerstoff als Edukte und Produkte der Photosynthese zum Abschluss dieser Lerneinheit genannt und in das Schema aus dem Segment Anwendung eingesetzt werden.

In der Lernschleife „Licht – der Antrieb fürs Leben“ (Abb. 5.5) können die fundamentalen Merkmale des für die Biosphäre auf unserem Planeten wichtigsten Stoffkreislaufs und der dabei beteiligten Energieformen im Chemieunterricht bereits früh und bei wenig Vorkenntnissen forschend-entwickelnd erschlossen werden. Das Bewusstsein über diese Merkmale ist zwingend notwendig für jeden „mündigen“ Bürger. Nur so kann den globalen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts an die Menschheit (Stichworte: Energie, Wasser, Ernährung, Mobilität, Klima, Weltfrieden) angemessen begegnet werden.