



SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Das Element Wasserstoff

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



Was Sie zum Thema wissen müssen

Die Geschichte der Brennstoffzelle

Die Synthese und Analyse von Wasser, also die Knallgasprobe und Elektrolyse sind bekannte Elemente. Neu ist die Anwendung beider Reaktionen in der **Brennstoffzelle**. Die Brennstoffzelle ist eine recht alte Erfindung von 1839 von Sir William Robert Grove, die aber lange nicht angewendet wurde. Durch die **Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff**, die durch einen Elektrolyten geleitet werden, kann man **elektrischen Strom** erzeugen. Grove schaltete mehrere Einheiten zu einer „Gasbatterie“ hintereinander und erzeugte damit 1 Volt Strom. Er fand auch heraus, dass die Reaktion reversibel ist. Die Erfindung konnte sich zunächst nicht durchsetzen. Die verwendeten Materialien waren zu instabil und zu teuer. Außerdem konnte man sich diese Vorgänge noch nicht erklären. Bei den technischen Neuerungen zur Stromerzeugung setzte sich der Drehstromgenerator durch. Der deutsche Chemiker Wilhelm Ostwald erkannte aber schon 1894 die Überlegenheit der **Brennstoffzellentechnologie**: „Die Brennstoffzelle ist die Energie der Zukunft. Sie vereint Umweltfreundlichkeit mit optimalem Wirkungsgrad. Wärme und Strom werden aus Wasserstoff und Sauerstoff produziert (...). Als Nebenprodukt entsteht bei der Reaktion des Wasserstoffs zu Strom und Wärme reines Wasser. Dadurch ist diese Form der Energiegewinnung äußerst umweltfreundlich.“

In den 1950er Jahren gab es bahnbrechende Weiterentwicklungen für die Raumfahrt und das Militär. In diesen Bereichen sind ausreichend Gelder für solche Entwicklungen vorhanden, daher konnten hochreine Gase und bessere Materialien eingesetzt werden. Für die NASA war auch ein wichtiges Argument, dass die Brennstoffzellen leichter waren als herkömmliche Batterien und das Reaktionsprodukt Wasser als Trinkwasser für die Astronauten verwendet werden konnte. Sie entwickelten Brennstoffzellen mit **Alkalihydroxid als Elektrolyt**, aber auch schon erste Brennstoffzellen mit **Elektrolytmembranen**.

Seit den 1980er Jahren ist das öffentliche Interesse für viele Anwendungen geweckt. Im mobilen (Werkzeuge, Telefone, mobile Stromerzeugung, Fahrzeuge) sowie stationären Bereich (Energiegewinnung in Gebäuden, Heizgeräte) gibt es zahlreiche Erfindungen. Eine Triebkraft ist auch die Notwendigkeit, die Abhängigkeit vom Erdöl zu beenden und die **Abgase umweltfreundlicher** zu machen, um die Klimaprobleme in den Griff zu bekommen. Bereits auf dem UN-Klimagipfel in Rio 1992 wurde der Grundstein für den Klimaschutz und die Entwicklung abgasfreier Systeme gelegt. So ist das Thema auch ein politisch brisantes und mehr als zukunftsweisend.

PEM-Brennstoffzelle

Die PEM-Brennstoffzelle (engl.: *proton-exchange membran*; Protonenaustauschmembran-Brennstoffzelle) kann in zwei Richtungen arbeiten, entweder als **Elektrolyseur** – hier wird aus Wasser Wasserstoff und Sauerstoff produziert; oder als **kalte Verbrennung** – hier wird der Wasserstoff verbrannt und damit Energie gewonnen, die einem Verbraucher zur Verfügung steht. Als Beispiel sei hier das Modellauto erwähnt, das mit Hilfe der Solarzelle Wasser in die beiden Elemente zerlegt. Der **Wasserstoff** wird dann als **Brennstoff** für den kleinen Motor verwendet.

Vorschläge für Ihre Unterrichtsgestaltung

Voraussetzungen der Lerngruppe

Die Schülerinnen und Schüler* sollten Kenntnisse aus dem **Physikunterricht** zur Elektrizität mitbringen. Auch Kenntnisse zum **Atombau nach Bohr** sowie zur **Ionenbindung, Leitfähigkeit** von Flüssigkeiten und Feststoffen sind notwendige Grundlagen für diese Einheit.

* Im weiteren Verlauf wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit nur „Schüler“ verwendet.

Selbständiges Arbeiten in Projekten sollte in Ansätzen bekannt sein, möglich ist aber auch, dies als erste **Projektarbeit** in der Schullaufbahn einzusetzen. Planen Sie dann mehr Zeit ein, um Ihre Schüler über das Arbeiten im Team, das richtige Zitieren und die schriftliche Präsentation ihres Ergebnisses zu informieren.

Aufbau der Unterrichtseinheit

Der Einstieg in die Unterrichtseinheit erfolgt mit **Farbfolie M 1**, indem der Klasse Zitate von Jules Verne und Professor Wilhelm Ostwald vorgestellt werden. Es folgt ein **Lehrerversuch zur Elektrolyse von Wasser** im Hofmannschen Zersetzungsgesetz. Die Schüler lernen hierbei aus welchen Elementen und in welchem Volumenverhältnis Wasser aufgebaut ist und sollen selbstständig das **Versuchsprotokoll M 2** zum Versuch ergänzen.

Die umgekehrte Reaktion wird aufgrund des Gefahrenpotentials ebenfalls im **Lehrerversuch** gezeigt. Dabei werden unterschiedliche Mengenverhältnisse von Wasserstoff und Sauerstoff getestet. Die intensivste Reaktion erfolgt im Verhältnis 2:1. Auch hier soll das Gelernte von den Schülern in einem **Versuchsprotokoll M 3** festgehalten werden.

In den nächsten beiden Stunden bearbeiten die Schüler das **Arbeitsblatt M 4** zur Geschichte des Wasserstoffs. Da ein Schwerpunkt der Recherche die mit Wasserstoff gefüllten Ballons bzw. Zeppeline sind, wird ein **Lehrerversuch** mit einem mit Wasserstoff gefüllten Ballon gezeigt, der verdeutlicht, wie schnell Wasserstoff abbrennt bzw. explodiert.


Am Schluss der Unterrichtseinheit steht eine **Projektarbeit M 5–M 7** zur PEM-Brennstoffzelle, bei der die Schüler selbstständig recherchieren und in angemessener Form ein schriftliches Ergebnis präsentieren sollen. Zum praktischen Teil der Projektarbeit sollen die Schüler die Funktion eines Brennstoffzellenautos im **Schülerversuch M 7** testen. Sie lernen beide Funktionsweisen praktisch kennen, zuerst als Elektrolyseur, dann als kalte Verbrennung zum Starten des Motors.

Üben

Die Quizkarten M 8 dienen der Lernerfolgskontrolle am Ende der Einheit. Damit können sich die Schüler selbst testen und spielerisch ihr Wissen überprüfen.

Angebote zur Differenzierung

Für die Projektarbeit können **mehr oder weniger Hilfen** angeboten werden. Je nach medialer Ausstattung der Schule bzw. der Schüler und der verfügbaren Zeit kann man die Schüler frei recherchieren lassen oder ihnen Internetquellen nennen bzw. Ausdrucke und andere Materialien auslegen. Die Arbeit mit vorgegebenen Quellen und Ausdrucken eignet sich insbesondere für leistungsschwächere Schüler.

Als **Zusatzmaterial auf CD** () stehen Ihnen außerdem **zusätzliche Quizkarten** zur Verfügung. Schnellere oder leistungsstärkere Schülergruppen können dann mehr Fragen in der Lernerfolgskontrolle beantworten.

Ideen für die weitere Arbeit

Das Thema kann im **Physikunterricht** weiter ausgearbeitet werden, so kann man z. B. Untersuchungen zum Wirkungsgrad, Änderungen der Spannung oder der Stromstärke, Untersuchung von Kennlinien usw. durchführen.

Im **Chemieunterricht** kann der Wasserstoff auch im Schülerversuch durch die Reaktion eines Metalls (z. B. Eisen, Magnesium) mit einer Säure (verdünnte Salzsäure, Schwefelsäure) hergestellt werden, passend zur Geschichte des Ballons.

Auch zur Knallgasprobe gibt es eine Reihe anderer interessanter Versuche (z. B. Explosion einer Konservendose oder eines leeren Hühnerreis).

Ebenfalls ist eine **fächerübergreifende Arbeit** mit dem Politikunterricht zur Klimapolitik hier denkbar. Häufig werden auch vom Ministerium, von Stadtwerken oder verschiedenen Organisationen Wettbewerbe angeboten, an denen sich die Schülergruppe beteiligen könnte.

Diese Kompetenzen trainieren Ihre Schüler

Die Schüler ...

- finden einfache Erklärungen für die Elektrolyse von Wasser und stellen sie in einer chemischen Gleichung dar.
- erklären die Knallgasexplosion von Wasserstoff und Sauerstoff und stellen sie mit einer chemischen Gleichung dar.
- recherchieren Informationen zur Geschichte des Wasserstoffs und fassen diese sinnvoll zusammen.
- begründen Vermutungen zu chemischen Fragestellungen mithilfe von einfachen fachlichen Konzepten.
- verwenden Fachbegriffe wie Analyse, Synthese, Elektrolyse und PEM-Brennstoffzelle angemessen und fachlich richtig.
- recherchieren mit ihrer Gruppe Fragen zur Brennstoffzelle aus verschiedenen Medien, fassen sinnvoll zusammen und stellen dies schriftlich angemessen dar.
- arbeiten mit einem Partner oder in einer Gruppe gleichberechtigt, zielgerichtet und zuverlässig und achten dabei unterschiedliche Sichtweisen.

Die Einheit im Überblick

🕒 V = Vorbereitung

FO = Folie

AB = Arbeitsblatt

🕒 D = Durchführung


SV = Schülerversuch



LEK = Lernerfolgskontrolle


📀 = Zusatzmaterial auf CD


LV = Lehrerversuch

VP = Versuchsprotokoll

Stunde 1: Elektrolyse von Wasser	
M 1 (FO)	Die Energie von morgen
LV 🕒 V: 20 min 🕒 D: 20 min	Elektrolyse von Wasser im Hofmannschen Zersetzungsapparat <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille <input type="checkbox"/> ca. 200 ml destilliertes Wasser, das mit ca. 20 ml Schwefelsäure  angesäuert wurde <input type="checkbox"/> 1 Hofmannscher Zersetzungsapparat <input type="checkbox"/> 2 Kabel <input type="checkbox"/> 1 Netzgerät bzw. Transformator <input type="checkbox"/> Stativmaterial <input type="checkbox"/> 2 Reagenzgläser <input type="checkbox"/> 1 Glimmspan <input type="checkbox"/> 1 Bunsenbrenner
M 2 (VP/AB)	Elektrolyse von Wasser im Hofmannschen Zersetzungsapparat

Stunde 2: Knallgasexplosion im Eudiometerrohr	
LV 🕒 V: 10 min 🕒 D: 10 min	Knallgasexplosion im Eudiometerrohr <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille <input type="checkbox"/> Wasser <input type="checkbox"/> 1 Gasflasche mit Wasserstoff  <input type="checkbox"/> 1 Gasflasche mit Sauerstoff  <input type="checkbox"/> Kabel <input type="checkbox"/> Stativmaterial <input type="checkbox"/> 1 Eudiometerrohr <input type="checkbox"/> 1 Zündfunkengeber <input type="checkbox"/> 1 Plastik- oder Blechbecher
M 3 (VP/AB)	Knallgasexplosion im Eudiometerrohr

Stunde 3–5: Knallgas – eine explosive Energie	
LV 🕒 V: 10 min 🕒 D: 10 min	Knallgasexplosion im Luftballon <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille <input type="checkbox"/> 1 Gasflasche mit Wasserstoff  <input type="checkbox"/> 1 Luftballon <input type="checkbox"/> 1 Baumwollfaden <input type="checkbox"/> 1 Teleskopstange mit Kerze <input type="checkbox"/> 1 Klebestreifen
M 4 (AB)	Wasserstoff in der Geschichte – vom Heißluftballon zum Luftschiff
M 1 (FO)	Wasserstoff damals und heute

Stunde 6–8: Projektarbeit zur Brennstoffzelle	
M 5 (AB)	Wasserstofftechnologie und Brennstoffzelle – eine Projektarbeit
M 6 (AB)	Funktion der PEM-Brennstoffzelle
M 7 (SV/AB) ⌚ V: 30 min ⌚ D: 20min	Elektrolyse und kalte Verbrennung mit dem Modellauto <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Schüler <input type="checkbox"/> ggf. 1 Lampe <input type="checkbox"/> 1 Baukasten mit Wasserstoff-Solar-Auto <input type="checkbox"/> ggf. Blockbatterien <input type="checkbox"/> destilliertes Wasser
Stunde 9	Quiz
M 8 (LEK)	Jetzt weiß ich's! – Rund um den Wasserstoff
 (LEK)	Rund um den Wasserstoff – zusätzliche Quizkarten

Die Gefährdungsbeurteilungen zu den Versuchen finden Sie auf CD 23 .

Minimalplan

Bei Zeitmangel können Sie die Stunden zur Geschichte über Ballon und Zeppelin weglassen. Außerdem kann bei der Projektarbeit zur Brennstoffzelle auf den Versuch mit dem Modellauto verzichtet werden. Die Einheit verkürzt sich so auf **sechs Unterrichtsstunden**.



SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Das Element Wasserstoff

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de

