

Die Brennstoffzelle wurde bereits vor über 170 Jahren von Sir William Grove entdeckt. Er bemerkte, mit heutigen Worten ausgedrückt, dass man nach der Elektrolyse von Wasser im Prinzip ein galvanisches Element erhält, an dem sich der durch Elektrolyse erzwungene Prozess der Zersetzung des Wassers wieder umkehren lässt. Voraussetzung ist es, dass nach der Elektrolyse die beiden Elektroden mit Wasserstoff bzw. Sauerstoff „beladen“ bleiben.

Eine ähnliche Versuchsanordnung ist mit einfachen Mittel im Schülerversuch reproduzierbar. Bei diesem Versuch können zugleich die vorher erworbenen Kenntnisse zur Elektrolyse des Wassers angewandt werden.

Versuch 1: (möglich: Schülerexperiment)

In ein Becherglas (250 mL, hohe Form) wird Kalilauge ($c = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) eingefüllt. In die Kalilauge werden zwei Rasierscherblattfolien getaucht, die über Krokodilklemmen mit Kabeln verbunden sind.

Achtung:

Nur die Scherblattfolien sollen in die Lösung eintauchen!

Die Folien sollen sich in der Lösung nicht berühren. (ggf. Festeinbau in eine Kunststoffplatte, die über das Becherglas gelegt wird; oder Trennung mit einem Gummistopfen als „Separator“, der auf den Becherglasboden platziert wurde)

Mögliche Arbeitsschritte:

1. Elektrolysieren („Beladen“ mit Wasserstoff und Sauerstoff)
2. Messen der Zellspannung des galvanischen Elements, Prüfen der Polung
3. Scherfolien aus der Lösung heben, schütteln, wieder Messen der Zellspannung
4. Erneutes Elektrolysieren
5. Betreiben eines Leichtlaufmotors (oder des Melodiegebers einer Glückwunschkarte nach Entfernen der Batterie)



Abb.: Bestimmung der Zellspannung einer LowCost-Brennstoffzelle nach elektrolytischem Beladen der Elektroden mit Wasserstoff und Sauerstoff.

In diesem Praktikum wurden Grundlagen der Funktion der Brennstoffzelle erarbeitet. Dies kann im weiteren Verlauf der Stunde unter Verwendung des Textes zur historischen Brennstoffzelle von Grove (siehe Stunden 9/10) bearbeitet werden.

Im weiteren Stundenverlauf lernen die Schülerinnen und Schüler moderne Brennstoffzellen kennen. Dazu eignet sich vor allem die PEM-Brennstoffzelle, die im

Lehrerdemonstrationsversuch gezeigt werden kann, einen hohen Aktualitätsgrad besitzt und relativ einfach in ihrer Funktionsweise beschrieben werden kann. An dieser Stelle wird das Prinzip der kontinuierlichen Beschickung mit „Brennstoff“ eingeführt, das im Schülerversuch noch keine Rolle spielte.

Die aktuelle und zukünftige Bedeutung von Brennstoffzellen kann hier bereits angedeutet werden.

Versuch 2: PEMFC und Fuel-Cell-Stack (Lehrerdemonstrationsexperiment)

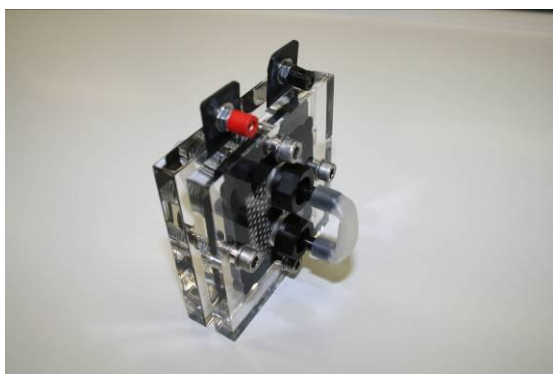


Abb.: PEM-Brennstoffzelle und Brennstoffzellen-Stack für Schulversuche

Ziel der abschließenden Doppelstunde ist es, dass die Schülerinnen und Schüler Zukunftsperspektiven der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie bewerten können.

Dies erfolgt anhand von Recherche und Textarbeit. Möglichkeiten und Probleme dieser Zukunftsvisionen werden kritisch bearbeitet und in einem Poster dargestellt.

Der Zusammenhang zwischen Stromproduktion aus erneuerbaren Energiequellen, Herstellung des Wasserstoffs durch Elektrolyse und Betrieb von Brennstoffzellen kann in einer Versuchsanordnung dargestellt werden:

Versuch 3: „Abgasfrei in die Zukunft“ Lehrerdemonstrationsversuch

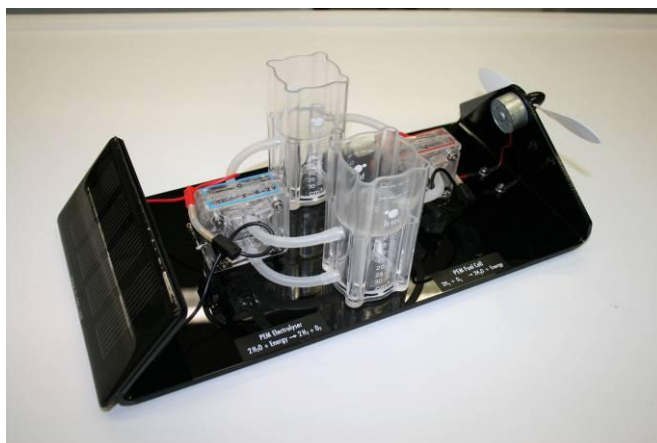


Abb.: Versuchsanordnung mit Photovoltaik-Modul, Wasserelektrolyseur, Brennstoffzelle und Motor/Propeller

Für die Erarbeitung der Fragestellungen eignet sich zum Beispiel folgender Text:

Frick, Frank: Abgasfrei um den Globus. In: Bild der Wissenschaft, Heft 12/2011, S. 88 ff.

im Internet zugänglich unter

http://www.focus.de/wissen/wissenschaft/bdw/tid-24193/brennstoffzelle-minuspunkte-fuer-elektrolyse_aid_684301.html [01.12.2011]

Die Schülerinnen und Schüler sollen erkennen, dass neben der technologischen Vervollkommenung der Brennstoffzellen (z.B. als Fahrzeugantrieb, in der Hausenergieversorgung etc.) und der Wasserstoffspeichermöglichkeiten vor allem die Frage nach der Herkunft des Wasserstoffs und nach der Herkunft des für die Elektrolyse von Wasser benötigten elektrischen Stroms für die wirtschaftliche und ökologische Bewertung in Zukunft entscheidend ist.

Gegenwärtig wird Wasserstoff noch hauptsächlich aus Erdgas und zunehmend aus dem bei der Biodieselproduktion als Koppelprodukt anfallenden Rohglycerin hergestellt.

Durch Wasserelektrolyse hergestellter Wasserstoff – was eigentlich ökologisch sinnvoller wäre - hätte gegenwärtig aufgrund des noch größtenteils in Verbrennungskraftwerken aus fossilen Energieträgern gewonnenen elektrischen Stroms eine noch ungünstigere Ökobilanz.

Diese komplexen Zusammenhänge können in einem Poster dargestellt werden. Die dazu notwendige Recherche ist durchaus anspruchsvoll und verlangt eine gute Verteilung der Aufträge in den Schülergruppen.

Die Erarbeitung des Posters bildet den Abschluss der Unterrichtseinheit.