



Brennstoffzellen  
im Flugverkehr. Bildquelle: DLR

# DLR\_School\_Lab

Hochschule Zittau/Görlitz

## Brennstoffzellen – Energielieferanten der Zukunft

Wir alle nutzen täglich Energie – und der Energiebedarf pro Person wird in Zukunft weiter steigen. Fossile Brennstoffe wie Erdgas, Erdöl und Kohle sind Hauptursache für den Klimawandel und gehen davon abgesehen irgendwann zur Neige. Alternative Energiequellen wie Sonnenenergie, Wind- und Wasserkraft funktionieren zwar bereits, haben aber noch Defizite bei Speicherung und Transport. Wasserstoff bietet hier einen Lösungsweg.

Wasserstoff hat einen hohen Energiegehalt – die Knallgasreaktion mit Sauerstoff demonstriert das eindrucksvoll. Um diese im Wasserstoff gespeicherte Energie zur Stromproduktion zu nutzen, entwickelt man Brennstoffzellen. Genau wie die Knallgasreaktion produzieren sie nur Wasser und Energie, allerdings ohne Knall in Form von Strom. Ihr Wirkungsgrad liegt mit etwa 60% deutlich über dem herkömmlicher Verbrennungsmotoren (30-50%).

# Brennstoffzellen – Energielieferanten der Zukunft

## Eine alte Technologie neu entdeckt



Start der Mission Apollo 11 am 16.7.1969 – dem ersten bemannten Flug mit Landung auf dem Mond. Mit an Bord: eine Brennstoffzelle.  
Bildquelle: NASA

Bereits 1839, also vor über 180 Jahren entwickelte der englische Physiker, Sir William Robert Grove, die erste Brennstoffzelle. Er entwickelte eine „Gasbatterie“, nachdem er beim Experimentieren mit der Elektrolyse von Wasser herausgefunden hatte, dass sich dieser Prozess auch umkehren und zur Stromerzeugung nutzen ließ. Wiederentdeckt wurde die Brennstoffzellen-Technologie in den 60er-Jahren des 20. Jahrhun-



Der mit Brennstoffzellen betriebene Segelflieger Antares DLR-H2 startete im Juli 2009 zum ersten Mal. Bildquelle: DLR

ders durch die Apollo-Missionen der NASA. Brennstoffzellen wurden zur

Bordversorgung eingesetzt und das bei der chemischen Reaktion entstandene Wasser diente zur Versorgung der Astronauten.

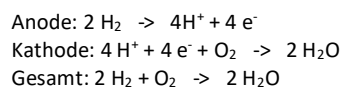
Heute werden mit Brennstoffzellen nicht nur Autos, sondern auch Schiffe und Flugzeuge angetrieben. Allerdings sind Brennstoffzellen-Antriebe derzeit noch sehr teuer. Eine weitere Anwendungsmöglichkeit dieser Technologie sind beispielsweise kleine, portable Brennstoffzellen. Sie können unter anderem Mobiltelefone, tragbare Computer, MP3-Player oder Videokameras mit Strom versorgen. Da Brennstoffzellen den Wasserstoff in Strom und Wärme umwandeln, finden sie eine stationäre Anwendung als Heizkraftwerk in unterschiedlichen Größenordnungen.

## Funktionsweise einer Brennstoffzelle

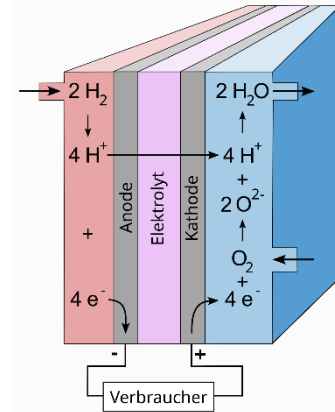
Eine Brennstoffzelle setzt sich aus zwei Elektroden (Kathode und Anode) sowie aus einem Elektrolyten zusammen. Der Elektrolyt besteht aus einer protonenleitenden Membran, die beidseitig mit einem Katalysatormaterial beschichtet ist.

An die Anode wird Wasserstoffgas geleitet, das dort in Protonen und Elektronen aufgespalten wird. Die Protonen ( $H^+$ -Ionen) wandern durch die protonenleitende Membran zur Kathode. Die Elektronen wandern von der Wasserstoffseite über einen Verbraucher (z. B. Lampe oder Motor) zur Sauerstoffseite, verrichten auf diesem Weg Arbeit und liefern somit Strom. An der Kathodenseite, wo Sauerstoff zugeführt wird, verbinden sich Protonen, Elektronen und Sauerstoff zu Wasser.

Es laufen dabei folgende chemische Reaktionen ab:



Das heißt: Wasser ist das einzige Abfallprodukt! Ganz umweltfreundlich



Reaktionen in einer Brennstoffzelle.  
Bildquelle: HSZG

ohne Abgase! Elektro- und Wasserstoff-Autos haben nicht mal einen Auspuff.

## Das Experiment

Im Versuch werden ein Hofmann'scher Wasserzersetzer und eine Wasserstoffbrennstoffzelle genutzt

- 1.) Produktion von Wasserstoff und Sauerstoff mit dem Hofmann'schen Wasserzersetzer. Getrennter Nachweis der beiden Gase mit der Glimmspanprobe und der Knallgasprobe.
- 2.) Elektrolyse von Wasser mithilfe von Kohlelektroden; Dokumentation der Rückreaktion ausgehend von Restgasen, die an die Elektroden adsorbiert sind.
- 3.) Inbetriebnahme des Brennstoffzellensets und Stromerzeugung über eine kleine Brennstoffzelle.
- 4.) Erzeugung von Wasserstoff ausgehend von Magnesium und verdünnter Salzsäure – Nachweis des Wasserstoffs mit der Knallgasprobe.

## Das DLR im Überblick

Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrt-Agentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Zudem fungiert das DLR als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

In den 30 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Aachen, Aachen-Merzbrück, Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Bremerhaven, Cochstedt, Cottbus, Dresden, Geesthacht, Göttingen, Hamburg, Hannover, Jena, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Oldenburg, Rheinbach, Stade, St. Augustin, Stuttgart, Trauen, Ulm, Weilheim und Zittau beschäftigt das DLR circa 11 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält darüber hinaus Büros in Brüssel, Paris, Tokio und Washington D.C.

## DLR Zittau

Am DLR-Standort Zittau erweitert das DLR mit dem neuen Institut für CO<sub>2</sub>-arme Industrieprozesse seine Kompetenzen in der Energieforschung. Ziel ist, durch Dekarbonisierung energieintensiver Industriebereiche und die nachhaltige Stromerzeugung und –speicherung, die CO<sub>2</sub>- und Schadstoffemissionen von Industrie und Kraftwerken deutlich zu reduzieren.

## Hochschule Zittau/Görlitz

Seit 1992 gibt es die Hochschule Zittau/Görlitz in der Dreiländerregion Deutschland – Polen – Tschechien. Wie kaum eine andere Hochschule steht sie für Aufbruch und Wandel. Durch ihre Lage ist die HSZG Brücke zwischen Mittel- und Osteuropa. Das Thema Energie trägt sie seit der Gründung in ihren Genen. Und die Transformation von Wirtschaft, Arbeit und Gesellschaft ist in Deutschland kaum besser zu erforschen als in der Oberlausitz.

Im Herzen Europas forschen Studierende an Lösungen für die Zukunft. Sie finden perfekte Bedingungen: Erstklassige Betreuungsquote, kein Gedränge im Hörsaal, moderne Labore und technische Ausstattungen, spannende Forschungsprojekte und Praktika, internationaler Austausch, kurze Wege, bezahlbare Mieten und eine liebenswerte Region. Hier können sich Studierende wohlfühlen und verwirklichen. Sie forschen an hochaktuellen Themen und verbessern gut gerüstet unsere Welt.

Damit die Hochschule fit für die Zukunft bleibt, entwickelt sie sich stetig weiter. Green Engineering, Gesundheitscampus und der Fort- und Weiterbildungscampus sind nur drei Schlagworte im umfangreichen University-for-Future-Prozess. An der Gestaltung der „Hochschule der Zukunft“ beteiligen sich die Studierenden und Lehrenden ebenso wie unsere rund 500 Beschäftigten.



**Hochschule  
Zittau/Görlitz**  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



**Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt**

DLR\_School\_Lab Hochschule Zittau/Görlitz  
Äußere Oybiner Straße 14/16  
02763 Zittau

Leitung: Thomas Fester  
Telefon: 03583 612-4788  
dlr-school-lab@hszg.de

DLR.de/dlrschoollab

### Hinweise zum Experiment:

**Alter: 13 bis 18 Jahre**  
**Gruppengröße: 5 bis 6**  
**Dauer: 60 Minuten**  
**Inhaltlicher Bezug: Energie**