

# Brennstoffzellen – die Energiequelle der Zukunft!

## 1. Prinzip

Die Brennstoffzelle ist wie die Batterie eine Apparatur zur Umwandlung von chemischer in elektrische Energie. Im Unterschied zur Batterie liegen die chemischen Energieträger (klassisch: H<sub>2</sub> und O<sub>2</sub>) in gasförmiger Form vor. Dies ermöglicht eine kontinuierliche Energieumwandlung.

In der klassischen Brennstoffzelle wird H<sub>2</sub> mit O<sub>2</sub> oxidiert, wobei elektrischer Strom freigesetzt wird und Wasser entsteht (1 Zelle ~ 1.23 V).

## 2. Aufbau

Brennstoffzellen sind sehr einfach aufgebaut. Die eigentliche Zelle besteht aus drei übereinander liegenden Schichten: Anode – Elektrolyt – Kathode.

Anode und Kathode dienen als Katalysator. Die mittlere Schicht besteht aus einer Trägerstruktur, die den Elektrolyten in sich aufnimmt (je nach Brennstoffzellentyp flüssig oder Membranstruktur).

Da eine einzelne Zelle nur eine sehr geringe Spannung erzeugt, werden je nach benötigter Spannung einzelne Zellen aufeinander gestapelt (Stack).

## 3. Chemische Reaktion



- An der Anode wird das Wasserstoffmolekül unter Abgabe von Elektronen in zwei Wasserstoffatome gespalten.
- Die entstandenen Protonen wandern durch den für sie durchlässigen Elektrolyten zur Kathode und oxidieren mit Sauerstoff zu Wasser. Damit Wasser entstehen kann, werden die Elektronen benötigt, die vorher an der Anode abgegeben wurden.
- Der Elektrolyt stellt aber einen Isolator dar, durch den sich die Elektronen nicht bewegen können. Verbindet man die beiden Elektroden leitend miteinander, so fließt ein elektrischer Strom.

## 4. Anwendung

Der erste funktionsfähige Prototyp wurde bereits 1839 konstruiert (Sir William Robert Grove). Das Thema Brennstoffzelle geriet dann in Vergessenheit, erst in den 50er Jahren wurde die Brennstoffzelle in der Raumfahrt und Militärtechnik eingesetzt. Die zivile Nutzung der Brennstoffzelle wurde erst in den letzten Jahren interessant.

#### 4.1 Alkalische Brennstoffzelle (AFC)

Sie ist der älteste Brennstoffzellentyp und findet in der Raumfahrt und U-Boot-Antrieben Verwendung. Diese Zellenart benötigt reinsten O<sub>2</sub> und H<sub>2</sub> und schon geringste Verunreinigungen zerstören die Zelle, für den täglichen Einsatz daher wenig geeignet.

#### 4.2 Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzelle (PEM)

Sie steht zur Zeit im Vordergrund der Brennstoffzellenentwicklung (Potential für Massenanfertigung, ca. 200 DM/kWh). Weitere Vorteile sind:

- geringes Gewicht bei hoher Leistungsdichte (1 W/cm<sup>2</sup>)
- Luftsauerstoff als Reaktionsgas
- gut regelbar d. h. sie eignet sich auch hervorragend für den mobilen Einsatz und die dezentrale Energieversorgung.

Die PEM-Brennstoffzelle ist sehr flexibel in der Anwendung, vom Mobiltelefon über Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen bis zu Fahrzeugantrieben. Diese Systeme sind oft mit einem Reformier gekoppelt, der Wasserstoff aus Erdgas oder Methanol freisetzt. Eine Weiterentwicklung ist die *Direct Methanol Fuel Cell* (DMFC), bei der ein Gemisch aus Methanol und Wasser oxidiert wird (kleine tragbare Geräte, z. B. Laptop).

#### 4.3 Phosphorsäure-Brennstoffzelle (PAFC)

Dies ist der am weitesten entwickelte Brennstoffzellentyp und aufgrund der hohen Betriebstemperatur ideal für den Einsatz in Blockheizkraftwerken geeignet.

### 5. Probleme

- zur Zeit noch: Kostenfaktor
- Speicherung bzw. Bereitstellung des Wasserstoffs: Komprimierung (300 bar!) oder Abkühlung auf -253 °C (Isolation!), zur Zeit in der Entwicklung: Metallhydride oder Carbon Nano Tubes
- Lebensdauer: Die Elektrolytmembran wird durch CO und Wasser vergiftet!

Literaturhinweise:

<http://www.innovation-brennstoffzelle.de>

Büchi, F.: "Wasserstoff für's Handy", Spektrum der Wissenschaft 7, 2001, S. 48ff