

## Strom aus Luft und Wasserstoff

Jörg Scheele\*

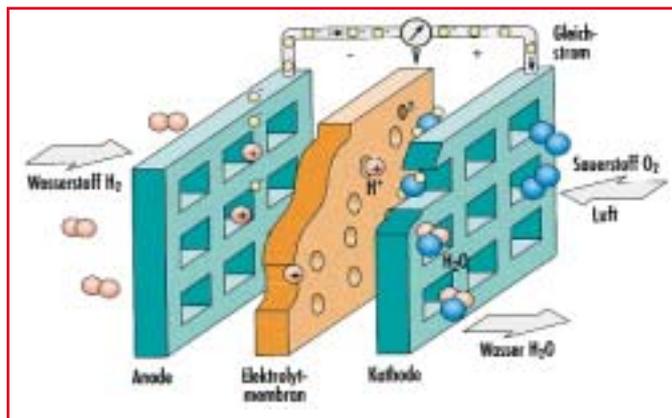
**Wasserstoff ist auf einem guten Weg, der Energieträger des 21. Jahrhunderts zu werden. In ein paar Jahren werden Brennstoffzellen auch in der Haustechnik für Strom und Wärme sorgen. Riskieren Sie hier einen Blick in die Zukunft.**

Elektrischen Strom und Wärme erzeugen und als Abgas lediglich Wasserdampf in die Atmosphäre pusten – das wäre der Meilenstein in den Bemühungen um wirksame CO<sub>2</sub>-Reduzierungen. Und so ist es verständlich, dass an der Technologie, die das möglich machen soll, intensiv gearbeitet wird: der Brennstoffzelle. Bis zur Serienreife ist es aber noch ein langer Weg.

### **Brennstoffzelle – ein alter Hut?**

Dabei ist die Idee der Brennstoffzellentechnologie nicht neu. Gewissermaßen erfunden

\* Jörg Scheele, Fortbildung für das Gas- und Wasserfach, Dozent der Handwerkskammer Dortmund, Telefon: (0 23 02) 3 07 71, Telefax: (0 23 02) 3 01 19, Internet: www.joerg-scheele.de



(Bild: Vaillant)

**Das Funktionsprinzip einer Brennstoffzelle: Die Membrane sorgt für Ladungstrennung**

hat die Brennstoffzelle kein geringerer als Luigi Galvani. Der italienische Naturforscher stellte im Jahre 1780 die Theorie auf, dass chemische Energie direkt in elektrische Energie umgewandelt werden kann und umgekehrt. Damit hatte er die entscheidende Grundlage für die Entwicklung der Brennstoffzellen geschaffen. Doch es blieb eine Theorie. Erst 59 Jahre später gelang es Sir William Robert Grove, die Hypothesen von Galvani durch Versuche zu bestätigen. Dazu baute er seine galvanische Gasbatterie. Sie lieferte durch die kalte (flammenlose) Verbrennung von Wasserstoff und Sauerstoff elektrischen Strom. Aber im Zeitalter der Dampfmaschinen wurde dieser „Spielerei“ kaum eine Bedeutung zugemessen. Mit Beginn des

Raumfahrt-Zeitalters änderte sich das schlagartig. Die amerikanische Raumfahrtbehörde Nasa suchte nach einer Möglichkeit, in ihren Gemini- und Apollo-Raumschiffen Strom zu erzeugen. An Bord waren als Brennstoffe massig Wasserstoff und Sauerstoff. Und so erwies sich die galvanische Gasbatterie, also die Brennstoffzelle, als ideale Möglichkeit der Energieerzeugung. Bereits 1965 stand diese Technologie im Dienste der Raumfahrt. Später entdeckte man auch den militärischen Nutzen, z. B. als geräuschfreier und emissionsloser Antrieb von U-Booten.

### **Explosion in Zeitlupe**

Die Technik, die hinter einer Brennstoffzelle steht, ist eine Wissenschaft für sich. Aber

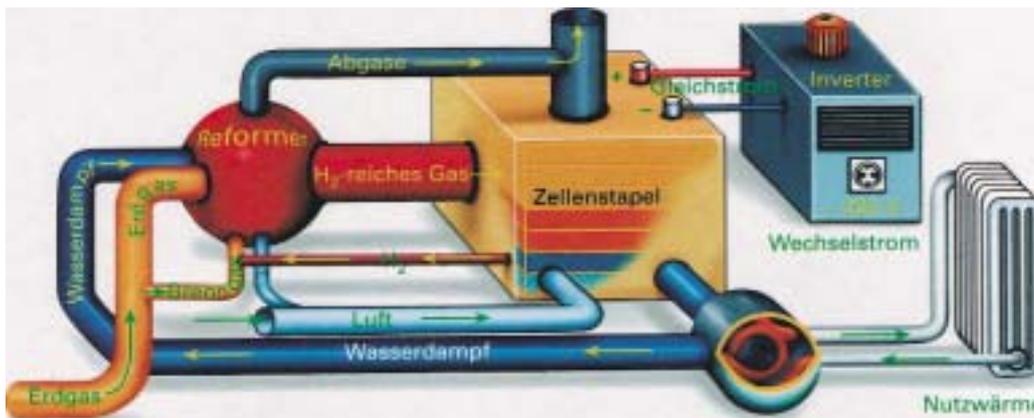
das Grundprinzip kann man durchaus nachvollziehen. Aus dem Chemie-Unterricht weiß man, dass Wasser mittels Gleichstrom elektrochemisch zersetzt werden kann (Elektrolyse). Dabei wird Wasserstoff ( $H_2$ ) und Sauerstoff ( $O_2$ ) freigesetzt. Dieses Gasgemisch nennt man auch Knallgas. Denn wird diesem Zündenergie zugeführt, dann rumst es gewaltig – und wir haben wieder Wasser. In einer Brennstoffzelle werden ebenfalls Wasserstoff und Sauerstoff wieder zu Wasser synthetisiert. Allerdings passiert das hier nicht schlagartig und nicht mit lautem Knall. Es findet als langsam ablaufende Reaktion mit einer verhältnismäßig geringen Temperaturentwicklung statt. Dafür sorgt eine Elektroltmembrane die verhindert, dass sich Wasserstoff und

Brennstoffzelle	Elektrolyt	Betriebstemperatur °C
Alkalische Brennstoffzelle	Alkalilauge	70 ... 100
Membranbrennstoffzelle	Elektrolytmembran	80 ... 120
Phosphorsaure Brennstoffzelle	Phosphorsäure	160 ... 210
Schmelzkarbonat-Brennstoffzelle	Schmelzkarbonatlösung	650
Festoxid-Brennstoffzelle	festkeramischer Elektrolyt	800 ... 1000

**Es gibt fünf verschiedene Brennstoffzellen-Typen. Alkalische Brennstoffzellen verwendete die Nasa**

Sauerstoff zu Knallgas vermischen. Die Reaktion erfolgt in zwei getrennten Schritten. An der Anode wird Wasserstoff zu Protonen (Wasserstoffionen) oxidiert, wodurch Elektronen freigesetzt werden. An der Kathode wird Sauerstoff umgesetzt. Die als Elektrolyt fungierende Membrane zwischen Anode und Kathode lässt die Wasserstoffionen

durch, hält aber die Elektronen zurück. Die Wasserstoffionen gelangen so zur Kathode und verbinden sich hier mit dem Sauerstoff der Luft zu Wasser. Gleichzeitig sammeln sich die Elektronen an der Anode. An der Kathode sind hingegen keine Elektronen. Zwischen Anode und Kathode besteht also ein Ladungsunterschied. Verbindet man nun Anode und



(Bild: Erdgas-Informationen)

**Der Wasserstoff für Membran-Brennstoffzellen kann im Reformer aus Erdgas gewonnen werden**

Kathode mit einem elektrischen Leiter, dann fließen die Elektronen solange zur Kathode, bis der Ladungsunterschied ausgeglichen ist. Und dieser Elektronenfluss ist nichts anderes als Gleichstrom.

### Zusammengefasst leistungsfähig

Der Gleichstrom kann dann durch einen Wechselrichter in Wechselstrom umgewandelt werden. Allerdings ist der elektrische Strom, den eine Brennstoffzelle liefert, gering. Deshalb werden immer mehrere Brennstoffzellen zu Zellenstapeln, den so genannten Stracks, zusammengefasst. Die Stracks erwärmen sich durch die chemische Reaktion auf etwa 80 bis 120 °C. Temperaturen, die man in der Haustechnik gut für die Wassererwärmung und zu Heizzwecken nutzen kann. Neben der beschriebenen Membranbrennstoffzelle hat man auch noch weitere Brennstoffzellentypen entwickelt. Sie arbeiten mit anderen Elektrolyten und entwickeln zum Teil höhere Betriebstemperaturen. Vor allem benötigen sie aber reinen Wasserstoff als Betriebsgas. Und das ist eines der Probleme auf dem Weg, die Brennstoffzelle haustechnisch gesellschaftsfähig zu machen. Denn es gibt ja kein öffentliches Wasserstoff-Versorgungsnetz. Alternativ könnte man sich den

Wasserstofftank in den Garten stellen. Allerdings mit Risiko. Schließlich zählt Wasserstoff zu den gefährlichsten Brenngasen, da es in fast jedem Gemisch mit Luft explosiv ist. Zumindest eine Zwischenlösung bietet sich mit der Membranbrennstoffzelle an. Sie kann mit aus Erdgas gewonnenem Wasserstoff und mit Luft betrieben werden.

Aus Erdgas und beige-mischem Wasserdampf, den man aus den Brennstoffzellen ableitet, wird in einem so genannten Reformer der Wasserstoffanteil herausgelöst. Im Ergebnis erhält man ein Prozessgas (Synthesegas), das rund 80 % Wasserstoff enthält. Leider werden bei dem

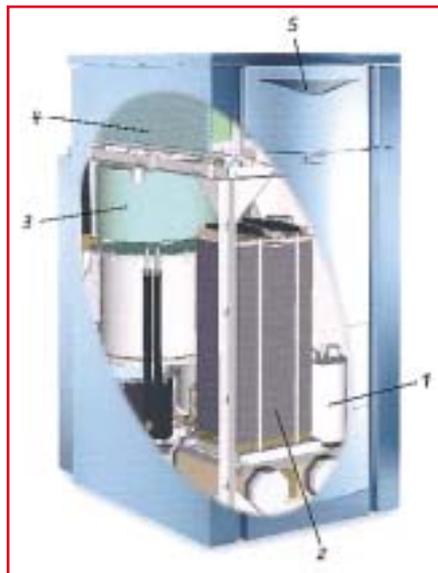
### Fachbegriffe – schnell erklärt

**Ion:** Durch Abspaltung oder Anlagerung von Elektronen elektrisch geladenes Atom oder Atomgruppe

**Proton:** Positiv geladenes Elementarteilchen

**Elektron:** Negativ geladenes Elementarteilchen

Prozess die Erdgasbegleitstoffe freigesetzt und es entsteht CO<sub>2</sub>. Und das alles wandert mit dem Reformerabgas dann doch wieder in die Atmosphäre. Bis zur Serienreife der Brennstoffzellen für die Haustechnik ist aber vielleicht auch diese Nuss geknackt.



**Kompakte Brennstoffzellen-Geräte mit Membran-Befeuchtung (1), Strack (2), Reformer (3), Wechselrichter (4) und Regelung (5) sollen künftig in der Haustechnik eingesetzt werden**

(Bild: Vaillant)