

Chemiker bringen die Brennstoffzelle auf Trab

Energie ohne Abgas – Brennstoffzellen-Antriebe haben die besten Aussichten, die Fahrzeuge, Handys und Laptops der Zukunft anzutreiben

Sie braucht keine Kohle und kein Benzin – die Brennstoffzelle arbeitet mit Wasserstoff (im Idealfall aus Wasser oder Methanol) und Sauerstoff aus der Luft. Als Abgas entsteht nichts außer wieder reinem Wasser. Darum gilt die Brennstoffzelle auch als viel versprechende Zukunftstechnologie für umweltfreundliche Automotoren und „Minikraftwerke“ im Heizungskeller.

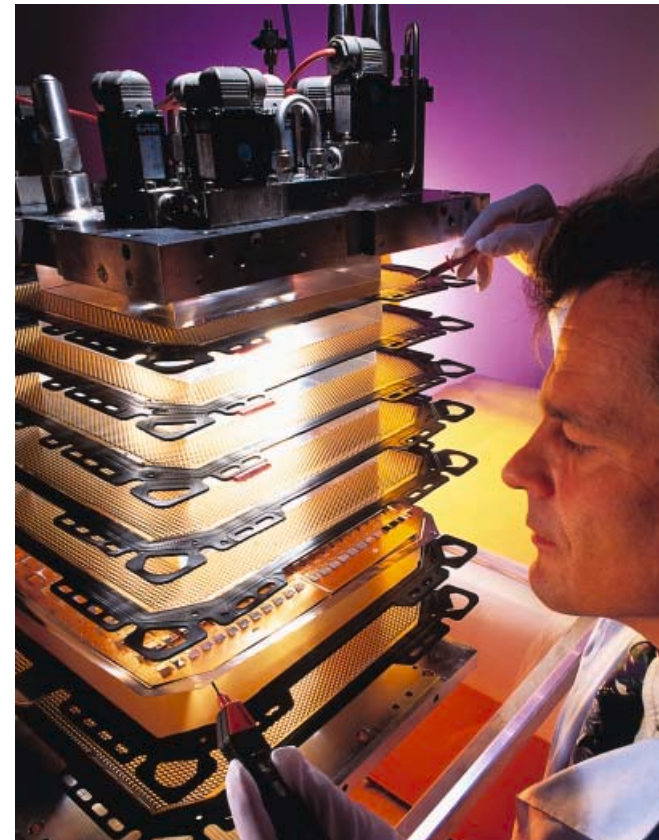
Noch aber haben alle Systeme ihre Kinderkrankheiten. An der Entwicklung von Brennstoffzellen sind Chemiker maßgeblich beteiligt: Die Effizienz einer Brennstoffzelle hängt nämlich in erster Linie davon ab, ob die chemischen Reaktionen in ihrem Inneren reibungslos ablaufen.

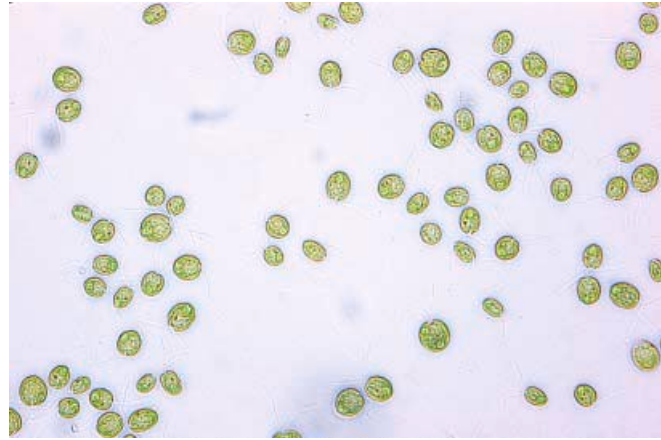
Eine Brennstoffzelle ist genial einfach aufgebaut. In der vor allem für Automotoren und Kleingeräte genutzten Membran-Brennstoffzelle trennt eine Membran zwei Elektroden (Plus- und Minuspol). Was sich an den Elektroden abspielt, war schon im Chemieunterricht beliebt: die Knallgasreaktion. Wasserstoffgas (H_2) und Sauerstoffgas (O_2) – ein Funke genügt, und beide reagieren heftig miteinander. In der Brennstoffzelle läuft diese Reaktion ganz leise ab, ohne jede Verbrennung. Die Membran trennt Sauerstoff und Wasserstoff von einander. An der negativen Elektrode werden aus dem Wasserstoffmolekül H_2 zwei H-Atome, die je ein Elektron abgeben. Und aus Sauerstoffmolekülen O_2 werden an der positiven Elektrode O-Atome, die je zwei Elektronen aufnehmen. Verbindet man die beiden Pole der Brennstoffzelle mit einem Stromverbraucher, etwa einem Elektromotor, können die Elektronen wandern: Der Strom fließt.

Endprodukt der Reaktion ist Wasserdampf – wie bei der Knallgasreaktion. Dazu wandern die vom Elektron befreiten Wasserstoffatome, die Protonen, durch die Membran hindurch zum Sauerstoff. Genau das funktioniert noch längst nicht optimal. Viele Forscher arbeiten deshalb daran, die Eigenschaften der Membran zu verbessern.

Gewöhnliche Membranen enthalten bis zu 30 Prozent Wasser – das bereitet Probleme. Das Wasser erleichtert zwar den Transport der Protonen zum Sauerstoff entscheidend. Doch der Luftstrom, der den Wasserdampf abtransportiert, kann auch die Membran austrocknen und den Protonentransport unterbrechen.

Abgasfrei und voller Energie: Die Brennstoffzelle könnte eine Lösung für die Energieprobleme der Zukunft sein.





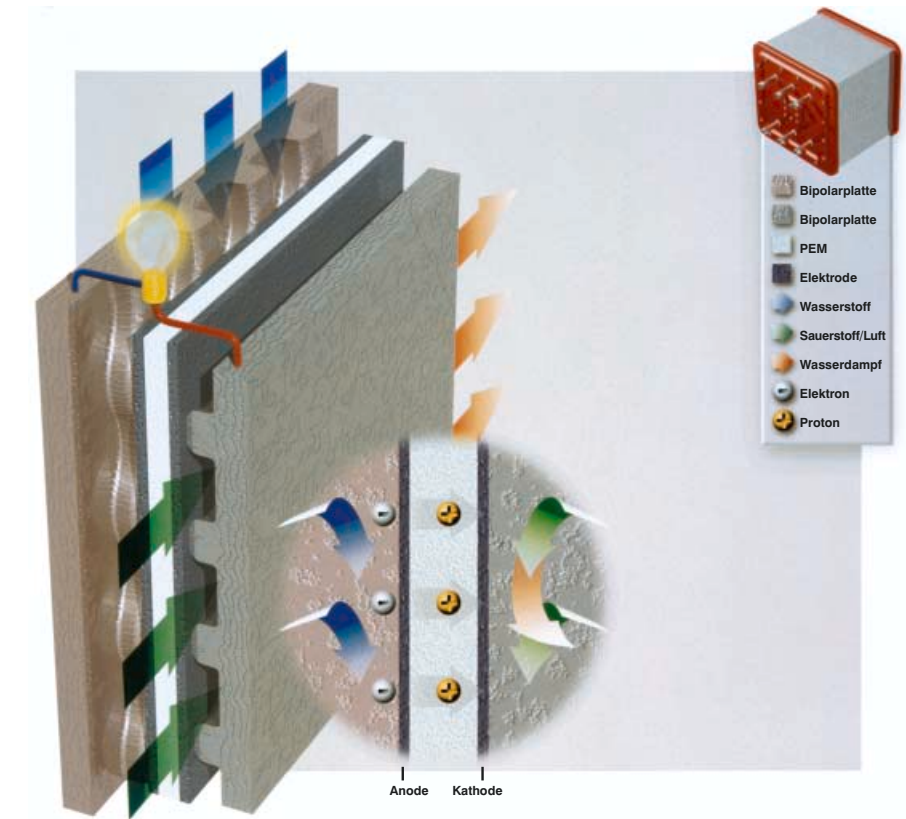
Die Grünalge *Chlamydomonas* kann bei Beleuchtung und unter bestimmten Kulturbedingungen Wasserstoff produzieren.

Abhilfe soll eine völlig neue Membran schaffen, die ganz ohne Wasser auskommt. Den Protonentransport sollen hier Moleküle übernehmen, die anders als Wasser fest in die Membranstruktur eingebaut sind. Sie können den Wasserstoff von Molekül zu Molekül weiterreichen, rühren sich aber nicht von der Stelle. Dafür eignen sich so genannte Heterozyklen, organische Moleküle, die aus Kohlenstoff-Sechsringen bestehen.

Ein anderes Problem: Die Membran kann auch vergiftet werden. Wie bei einem Raucher, dessen Lungenbläschen mit Teerpartikeln verkleben, verstopfen unerwünschte Nebenprodukte die Poren der Membran. Das geschieht vor allem beim Einsatz von Methanol – dem Brennstoffzellentreibstoff, der leichter zu handhaben und billiger herzustellen ist als gasförmiger Wasserstoff. Doch Methanol hat einen entscheidenden Nachteil: Spaltet man daraus Wasserstoff ab, entsteht Kohlenmonoxid. Das blockiert die Katalysatoren auf der Oberfläche der Elektroden – feinste Strukturen aus Edelmetallen, an denen der Wasserstoff reagiert. Eine große Rolle spielt diese Vergiftung bei Katalysatoren, die viel Platin enthalten. Daher testen die Forscher neue Metallkombinationen.

Jetzt geht es darum, das optimale Rezept zu kreieren. Chemiker entdeckten, dass sich auf einer Mischung aus Ruthenium und Platin nur ganz wenig Kohlenmonoxid ablagert. Derzeit werden neue Katalysatorsubstanzen getestet, die in naher Zukunft in Kleingeräten wie Laptops eingesetzt werden sollen. Die Energie wird eine kleine Methanolpatrone liefern.

Eine andere Forschergruppe hat ein System entwickelt, das die Konzentration des Brennstoffs in der Zelle periodisch reguliert – wie eine Einspritzanlage beim Auto. Auf diese Weise lässt sich die Vergiftung des Katalysators deutlich vermindern – nicht zuletzt, weil die Reaktionsprodukte während der Verschnaufpausen besser abgeführt werden können. So liefert die Brennstoffzelle deutlich mehr elektrische Leistung. Ohne viel Mehraufwand lässt sich diese Erfindung in vorhandene Methanolsysteme einbauen – ein wichtiger Schritt, um die Brennstoffzellen richtig auf Trab zu bringen.



Durch die der Anode (links) zugewandten Kanäle der Bipolarplatte strömt Wasserstoff, gibt ein Elektron an die Anode ab und wird zum Proton. Die Membran ist durchlässig für Protonen – sie wandern zur Kathode (rechts). Dort vereinigen sich die Protonen (H^+) wieder mit den Elektronen aus dem Stromkreis und Sauerstoff aus der Luft (O_2) zu Wasserdampf (H_2O).