



Hans-Josef Fell  
Mitglied des Deutschen Bundestages  
Forschungspolitischer Sprecher  
Bundestagsfraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN

Carsten Pfeiffer  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

## **Zukunftstechnologie Brennstoffzellen**

Die Brennstoffzelle wird aller Wahrscheinlichkeit nach in den nächsten Jahren eine der wichtigsten Energietechnologien werden. Dabei kann die Brennstoffzelle neben der Strom- und Wärmeversorgung auch beim Verkehr eine wichtige Rolle spielen.

Es gibt eine ganze Reihe unterschiedlichster Brennstoffzellen. Gemeinsam ist ihnen, dass ein Energieträger - zumeist ein Gas (überwiegend Wasserstoff) – bei Zugabe von Sauerstoff durch Membranen geleitet und dabei Energie - Strom und Wärme - freigesetzt wird. Bei Antriebssystemen, z.B. im Verkehr, wird der erzeugte Strom für den Betrieb von Elektromotoren verwendet.

### **Brennstoffzellen im stationären Bereich**

Schon in wenigen Jahren ist damit zu rechnen, dass Brennstoffzellen für Haushalte und Unternehmen zur Verfügung stehen werden. Die Brennstoffzellen erzeugen dann nicht nur Wärme wie der klassische Heizkessel, sondern auch Strom, wodurch die Primärenergie sehr effizient umgesetzt wird. Bis zu hundert Prozent des Haushaltsstroms könnten theoretisch durch Brennstoffzellen erzeugt werden. Hinzu kommen große Potenziale dieser Technologie in der Industrie (z. B. Prozesswärme) und bei den übrigen Stromverbrauchern. Das Ende der Großkraftwerke könnte früher kommen, als es den großen Energieversorgungsunternehmen recht sein dürfte. Der Atomausstieg und der Abschied von der klimaschädlichen Kohle kann durch diese Technologie erheblich beschleunigt werden.

Da die Primärenergie sehr effizient verwendet wird und die Brennstoffzelle extrem sauber arbeitet, wird die Klima- und Umweltbelastung zugleich sehr stark abnehmen. Entsprechende Rahmenbedingungen vorausgesetzt, sind Einsparungen des Klimagases Kohlendioxid in Höhe von etwa 25 Prozent in den Sektoren Strom und Wärme möglich.

Noch besser wird die Umweltbilanz werden, wenn in der Zukunft Erneuerbare Energien in der Brennstoffzelle verwendet werden. In den ersten Jahren ist allerdings noch davon auszugehen, dass der Primärenergieträger überwiegend Erdgas sein wird. Damit forciert Erneuerbare Energien für die Brennstoffzelle eingesetzt werden, werden Bündnis 90/Die Grünen entsprechende politische Maßnahmen ergreifen.

Ein weiterer wichtiger Vorteil ist, dass beim Betrieb von Brennstoffzellen fast nur Wasser emittiert wird. Klassische Luftschadstoffe (wie Kohlenmonoxid oder Schwefeldioxid) spielen so gut wie keine Rolle mehr. Die Strom- und Wärmeerzeugung kann damit faktisch schadstofffrei betrieben werden.

Wegen der großen umwelt- und energiepolitischen Bedeutung der Brennstoffzellen wird dann der Staat gefordert sein, die Markteinführung zu unterstützen. Bislang wurden folgende Maßnahme seitens der rot-grünen Bundesregierung ergriffen:

- Seit 1999 wurde im Rahmen der ökologischen Steuerreform eine steuerlich Besserstellung der Kraft-Wärme-Kopplung durchgesetzt, von der auch die Brennstoffzelle profitiert.
- 2001 wurde ein zusätzliches dreijähriges Entwicklungs- und Demonstrationsprogramm in Höhe von über 60 Mio. € aufgelegt. Das Programm soll nach dem Willen der rot-grünen Regierungsfractionen bis 2007 verlängert werden.
- Mit Inkrafttreten des neuen Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz in 2002 erhalten Brennstoffzellen einen besonders hohen Bonus in Höhe von 5,11 Cent/kWh.

Die Hersteller von Brennstoffzellen bekommen damit Rahmenbedingungen, unter denen sie im großen Maßstab in diese neue Technologie investieren können.

2004 oder 2005 wird die Brennstoffzelle vermutlich serienreif sein. Dann wird aller Voraussicht nach ein Markteinführungsprogramm aufgelegt werden müssen. Ziel des Markteinführungsprogramms wird es sein, über eine hohe Nachfrage die Stückkosten für Brennstoffzellen so deutlich zu senken, dass diese mittelfristig auch ohne Subventionen wettbewerbsfähig sein werden. Vorschläge seitens der Industrie liegen bereits auf dem Tisch. Diese reichen von einem 1.000 Brennstoffzellen- bis hin zu einem 100.000-Keller-Programm.

Darüber hinaus gilt es, eine ganze Reihe von begleitenden Maßnahmen zur die Markteinführung vorzubereiten. In der nächsten Legislaturperiode wird entschieden, ob die guten Ansätze in Richtung dezentrale und umweltfreundliche Energieversorgung fortgesetzt werden können, oder ob es doch noch zu Rückschlägen kommen kann. Denn die Lobby der Großkraftwerke schläft nicht.

Anpassungen muss es u.a. geben beim Wettbewerbs-, Miet- und Steuerrecht, bei der Regelung der Nebenkostenabrechnung und des Wechsels bestehender Versorgungsverträge. Wichtig wird es auch sein, die Ökologische Steuerreform fortzusetzen, die die Kraft-Wärmekopplung kräftig unterstützt.

### **Brennstoffzellen im Verkehr**

Die meisten großen Automobilunternehmen hatten angekündigt, zwischen 2003 und 2005 Brennstoffzellenfahrzeuge in Serie auf den Markt zu bringen. In den letzten Jahren gab die Automobilindustrie folglich jährlich weltweit einige Milliarden DM an Forschungsmitteln aus, um dieses ehrgeizige Ziel zu erreichen. Mittlerweile fallen die Prognosen vorsichtiger aus. Relevante Zahlen an Brennstoffzellenautos werden mittlerweile erst im nächsten Jahrzehnt erwartet. Grund hierfür sind vor allem die hohen Kosten, die absehbar langsamer gesenkt werden können als ursprünglich erhofft.

Langfristig werden Brennstoffzellen im Verkehr gute Chancen haben; denn sie sind:

- weitestgehend unabhängig von bestimmten Primärenergieträgern wie z.B. Öl, was bei knappen Ressourcen von großer Bedeutung ist. Fahrzeuge, die 2010 in Betrieb genommen werden, werden überwiegend auch 2025 noch fahren. Dann wird es zwar noch Öl geben, der Preis dafür könnte aber beim Mehrfachen des heutigen liegen. Ursache hierfür könnte die stark steigende weltweite Nachfrage sein. Auch gibt es Anzeichen dafür, dass schon in wenigen Jahren das Fördermaximum des günstig förderbaren Öls erreicht sein wird, was bei weiterhin steigender Nachfrage zur Verteuerung des Weltrohölpreises führen wird\*

- Brennstoffzellen sind fast schadstofffrei, was insbesondere in Städten von Bedeutung ist. Die Relevanz dieses wichtigen Punktes nimmt aber im Laufe des nächsten Jahrzehnts voraussichtlich stark ab, da Fahrzeuge, die in 10 Jahren auf den Markt kommen, nur noch einen Bruchteil der Schadstoffe ausstoßen werden, den die heutigen Fahrzeuge emittieren.
- Brennstoffzellen sind sehr leise. Allerdings ist auch die Peripherie des Autos (Reformer, Elektromotor) von Bedeutung, die jedoch noch wesentlich leiser sind als herkömmliche Motoren. Innerorts wird die Lärmbelastung vor allem dort stark zurück gehen, wo nicht hohe Geschwindigkeiten über die Reifengeräusche den Lärm des Motors noch übertreffen.
- Brennstoffzellen haben wesentlich höhere Wirkungsgrade als Motoren. Relevant ist jedoch nicht nur der Wirkungsgradvergleich zwischen Brennstoffzelle und Motor, sondern der der jeweiligen Brennstoffketten von der Förderung bzw. Erzeugung des Primärenergieträgers bis hin zur Umsetzung in Bewegung. Der Wirkungsgradvorteil der Brennstoffzelle schrumpft dabei erheblich zusammen. Vorteile ergeben sich beim Druckwasserstoff. Bei fossilem Methanol ist er kaum noch gegeben. Bei Flüssigwasserstoff ist er sogar schlechter. Eine Kombination der aufwändigen Brennstoffkette Flüssigwasserstoff mit der wenig effizienten Motorentechnologie - wie von BMW beabsichtigt - ist noch ineffizienter als das heutige Antriebssystem.

Große Vorteile unter dem Gesichtspunkt des Klimaschutzes ergeben sich für die Brennstoffzelle dann, wenn die Primärenergieträger Erneuerbare Energien sind. So lässt sich aus Biomasse z.B. Methanol oder Wasserstoff reformieren und aus regenerativ erzeugtem Strom Wasserstoff z.B. über Elektrolyse erzeugen. Einen Automatismus zur Verwendung eines regenerativen Energieträgers als Primärenergieträger gibt es leider nicht. So möchten die Franzosen den Wasserstoff am liebsten mit Atomstrom erzeugen. In den USA und China wird überlegt, Methanol aus der klimaschädlichen Kohle zu erzeugen. Dieser Nachteil würde auch durch die leicht höhere Effizienz der Methanolbrennstoffzelle nicht ausgeglichen werden. Die Politik wird also gefragt sein, damit die Brennstoffzelle im Verkehrssektor die in sie gesteckten Hoffnungen erfüllt und nicht zu einer Verstärkung der Umwelt- und Klimabelastungen beiträgt! Da die Industrie schon in wenigen Jahren mit der Brennstoffzelle auf den Markt drängen wird, ist der Druck groß, relativ schnell Entscheidungen zu treffen, damit diesen Fahrzeugen auch eine Mindestinfrastruktur zur Verfügung steht.

Hinweis: Das Büro für Technikfolgenabschätzung des Bundestages hat einen sehr umfangreichen Bericht zur Brennstoffzellentechnologie erarbeitet. Dieser ist über das Büro für Technikfolgenabschätzung (TAB) erhältlich: [www.tab.fzk.de](http://www.tab.fzk.de)