



# EUROPEAN FUEL CELL FORUM

Ulf Bossel, Ph.D. (UC Berkeley)

Promotion of Fuel Cell Technologies through Conferences, Literature and Media

Morgenacherstrasse 2F, CH - 5452 Oberrohrdorf, Schweiz/Switzerland

Tel: +41-56-496-7292, Fax: +41-56-496-4412, forum@efcf.com, www.efcf.com

## Brennstoffe zuerst, dann Brennstoffzellen

Das vom Basler Chemiker Christian Friedrich Schönbein 1838 entdeckte und vom englischen Naturforscher William Robert Grove 1845 zur Erfindung entwickelte Prinzip der Brennstoffzelle wurde vor einigen Jahren aus langem Tiefschlaf geweckt. Auf elektrochemischem Wege verwandeln Brennstoffzellen chemische in elektrische Energie. Diese Energiewandlung ist effizient und umweltfreundlich. Schwindende Ölreserven und Klimaerwärmung sprechen für den Einsatz von Brennstoffzellen.

Leider ist der Begriff "Brennstoffzelle" zu einem Spekulationsobjekt geworden. Forscher, Entwickler, Investoren und Politiker motivieren sich gegenseitig für die neuartige Technik. Steuermittel werden grosszügig für Forschung und Entwicklung zur Verfügung gestellt, Firmengründer können mit Risikokapital rechnen und Unternehmen investierten in eine vermeintlich lukrative Zukunft. Interesse erregt alles, was mit dem Wort "Brennstoffzelle" in Verbindung gebracht werden kann.

Im allgemeinen Eifer hat man aber übersehen, dass nicht alle Brennstoffzellen die marktgängigen Brennstoffe problemlos in Strom verwandeln können. Von den fünf Zellenfamilien benötigen die Polymer-, Säure- oder Alkali-Zellen künstlich erzeugten, reinsten Wasserstoff. Direkt-Methanolzellen können nur Methanol umsetzen, während die bei höheren Temperaturen arbeitenden Karbonat- oder keramischen Zellen auch handelsübliche Kohlenwasserstoffe direkt in Gleichstrom verwandeln.

Die Frage, für welche Brennstoffe man eigentlich Brennstoffzellen entwickeln soll, wird immer lauter. Da Wasserstoff kein marktgängiger Brennstoff ist, fordern die Anbieter von Wasserstoff-Brennstoffzellen den raschen Aufbau einer Wasserstoff-Wirtschaft. Dieser neue Energieträger muss aber aus anderen Energieträgern hergestellt werden. Wasserstoffenergie ist deshalb immer wesentlich teurer die Ursprungsenergie. Mit Wasserstoff lässt sich das Energieproblem nicht lösen. Die Frage der Brennstoffversorgung hätte man vor der Entwicklung von Brennstoffzellen klären sollen.

Schlimmer noch, in einer nachhaltigen Zukunft steht vorwiegend Strom aus erneuerbaren Quellen zur Verfügung. Wasserstoff wird mittels Elektrolyse aus Wasser gewonnen. Für Herstellung, Verdichtung, Verflüssigung, Verteilung und Rückverstromung dieses künstlichen Energieträgers wird so viel elektrische Energie benötigt, dass Strom von Brennstoffzellen mindestens viermal teurer sein muss als Strom aus der Steckdose. Im Markt steht der synthetische Wasserstoff immer mit seiner Ursprungsenergie, mit Elektrizität, im Wettstreit. Aus physikalischen Gründen kann der synthetische Energieträger diesen Wettstreit nie gewinnen.

Energieverbraucher werden sich vermutlich für günstigere elektrische Lösungen wie elektrische Wärmepumpe und Elektroauto entscheiden. Aufgrund physikalischer Gesetze macht eine Wasserstoffwirtschaft deshalb keinen ökonomischen Sinn. Diese Zusammenhänge lassen sich weder durch intensive Forschung, Investitionen, Parlamentsbeschlüsse, noch durch Initiativen des Amerikanischen Präsidenten verändern. Eine Wasserstoffwirtschaft hat keine Zukunft.

Die Brennstoffzellen-Technologie steht heute am Scheideweg. Wasserstoff ist teuer und praktisch nur in Flaschen zu haben, aber Erdgas steht fast überall kostengünstig zur Verfügung. Der Käufer wird sich für Brennstoffzellen entscheiden, die mit Erd- oder Biogas betrieben werden können. Er wird nicht auf Wasserstoff warten.

Deshalb erfreuen sich Zellen für konventionelle Brennstoffe zunehmender Beliebtheit. Bei einer Verfügbarkeit von 99,5% haben die Karbonatzellen von MTU bereits über 25'000 Betriebsstunden problemlos hinter sich gebracht und laufen mit konstant hohem Wirkungsgrad weiter. Auch die keramischen Brennstoffzellen von Sulzer Hexis erscheinen im Markt. Leider finden diese erfolgreichen Brennstoffzellen viel zu wenig Beachtung in der Öffentlichkeit.

Immer wieder werden Demonstrationsvorhaben mit Polymerzellen präsentiert. Diese haben aber selbst unter Laborbedingungen mit reinstem Wasserstoff nur selten 5'000 Betriebsstunden erfolgreich überstanden. Mangels Wasserstoff und Technik ist für diese Zellentypen eine baldige Marktöffnung nicht erkennbar. Zwar kann man auch Erdgas oder Benzin in reinen Wasserstoff verwandeln, aber die dafür benötigte Technik macht diese Brennstoffzellen-Systeme komplex, teuer und gegenüber den anderen Typen nicht wettbewerbsfähig.

Unter Fachleuten wird deshalb die Zukunft der Brennstoffzelle lebhaft diskutiert. Die einen verkaufen Brennstoffzellen für Erd- und Biogas, die anderen fordern die Schaffung einer Wasserstoff-Wirtschaft. Mit öffentlichen und privaten Investitionen soll eine neue Infrastruktur zur flächendeckenden Verteilung des synthetischen Energieträgers entstehen. Leider wird verschwiegen, woher die Energie zur Herstellung, Verdichtung, Verflüssigung, Transport und Verteilung des synthetischen Energieträgers kommen soll. Warum sollte man sich um diese Kernfrage kümmern, solange Steuergelder grosszügig für die Entwicklung der Wasserstofftechnik verteilt werden. Geld macht gefügig und erstickt jede Kritik im Keim. Zum Glück glauben die Energieversorger nicht an eine Wasserstoffwirtschaft. Diese bleibt eine Forderung von Visionären, für die qualitative Argumente wichtiger sind als ein spitzer Bleistift.

Das folgende Beispiel verdeutlicht, dass der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft sorgfältig bedacht sein muss. Die Befürworter einer Wasserstoffwirtschaft schwärmen vom Einsatz von Flüssig-Wasserstoff im Flugverkehr. Hier nun einige Zahlen dazu. Täglich verlassen den Frankfurter Flughafen etwa 520 grosse Passagier- und Frachtflugzeuge. Etwa 50 davon sind Jumbo Jets vom Typ Boeing 747, jeder beladen mit 130 Tonnen (etwa  $160 \text{ m}^3$ ) Flugbenzin. Die gleiche Energiemenge ist in 50 Tonnen Flüssigwasserstoff (wegen der viel geringeren Dichte etwa  $720 \text{ m}^3$ ) enthalten. Für die Betankung von 50 Wasserstoff-Jumbos müssten täglich 2'500 Tonnen flüssiger Wasserstoff zur Verfügung gestellt werden.

Für die Herstellung dieser heute noch unvorstellbaren Menge des eiskalten (-253°C) Energieträgers werden Tag für Tag nicht nur 22'500 m<sup>3</sup> Wasser, sondern einschliesslich Elektrolyse, Verflüssigung, Transport und Betankung auch die gesamte Stromproduktion von etwa acht grossen (1 GW) Kraftwerken benötigt. Bei einer vollständigen Umstellung des Luftverkehrs auf Flüssig-Wasserstoff müsste man im Rhein-Main Gebiet mindestens 25 neue Kraftwerke bauen und eine Wassermenge spalten, die dem Wasserverbrauch der Stadt Frankfurt entspricht. Dieses Beispiel zeigt, dass Sinn und Zweck einer Wasserstoffwirtschaft auf fundierter Basis diskutiert werden müssen. Mit Visionen und Wunschdenken kann man Energieprobleme nicht lösen.

Die Wasserstoff-Problematik mag ein Grund für das wachsende Interesse an Hochtemperatur-Brennstoffzellen sein, mit denen sich auch kohlenstoffhaltige Brennstoffe in Strom umwandeln lassen, also neben Wasserstoff auch Erdgas, Propan, Biogas, Kohlegas, oder verdampfte Flüssigkeiten wie Methanol, Äthanol, Benzin und Diesel. Diese Zellen sollte man mehr Aufmerksamkeit schenken.

Genau das geschah vom 4. bis 8. Juli 2005 im KKL in Luzern. Im Rahmen der Jahrestagung des European Fuel Cell Forum haben Fachleute aus aller Welt Stand und Aussichten der Brennstoffzellentechnik ehrlich diskutiert. Im Kongress wurden Brennstoffzellen unterschiedlicher Bauart für innovative Anwendungen vorgestellt und auf dem Boden der Realität erörtert. Der Trend führt eindeutig zur effizienten und umweltfreundlichen Nutzung von Erdgas, Biogas, Methanol und anderen nachhaltigen Brennstoffen in Karbonat- und keramischen Zellen.

Zum Abschluss der Tagung diskutierten namhafte Fachleute, unter ihnen auch der Vorsitzende der Internationalen Wasserstoff-Energie Gesellschaft, das Thema Wasserstoff. Die Befürworter nutzen qualitative, die Kritiker quantitative Argumente, und beide Seiten redeten aneinander vorbei. Es wurde schon bald deutlich, wie emotional die Rolle des künstlich erzeugten Energieträgers „Wasserstoff“ belegt ist. Ein prominenter Teilnehmer meinte: "Ich arbeite mit Wasserstoff und möchte an die Wasserstoffwirtschaft glauben". Die Diskussion über Wasserstoff ist also zum Glaubenskrieg geworden. Physikalische Argumente bleiben unberücksichtigt. Die Befürworter können die Physik nicht ändern und sollten deshalb Fakten akzeptieren. Die Physik spricht gegen den Einsatz von Wasserstoff als Energieträger. Man kann die Gesetze der Natur nicht ändern, auch nicht durch gut gemeinte philosophische Überlegungen.

Kontakt:  
EUROPEAN FUEL CELL FORUM  
Dr. Ulf Bossel  
Morgenacherstrasse 2F  
CH-5452 Oberrohrdorf / Schweiz  
Tel.: +41/56'496'72'92  
Fax: +41-56'496'44'12  
E-Mail: [forum@efcf.com](mailto:forum@efcf.com)  
Internet: [www.efcf.com](http://www.efcf.com)