Hydrogeit Verlag / www.hzwei.info / 8. Jahrgang / Oktober 2008 / 7 €

HZwei

DAS MAGAZIN FÜR WASSERSTOFF UND BRENNSTOFFZELLEN

→ HANSESTADT HAMBURG ETABLIERT SICH ALS WASSERSTOFF-HOCHBURG

→ roboat – UNGESCHLAGENER WELTMEISTER IN DER UNBEMANNTEN SCHIFFFAHRT

Wo kommt in Zukunft der Wasserstoff in Deutschland her? Vorstellung der GermanHy-Studie

INHALTSVERZEICHNIS

2 Impressum

3 Editorial

4 Messe
8. f-cell Symposium in Stuttgart
DLR und Airbus präsentieren BZ-Motorsegler

6 Titel
H2Expo in Hamburg
Alsterwasser Einweihung
Verbindung: Hamburg – Berlin

12 Herstellung
Ergebnisse der GermanHy-Studie

15 Entwicklung
Schifffahren ohne Mannschaft
Beschichtungstechnik für BZ-Systeme
Simulation für BZ-Systeme
Einbau von 800 BZ-Heizgeräten

22 Produktion
Einweihung des TAZ am ZBT

24 Weiterbildung
H_2-Studium in Dresden
Wasserstoff-Lehrmaterial

26 Sicherheit
Kooperation mit der Feuerwehr

28 Förderung
Gründung der JTI

30 Autos
Hydrogen Road Tour 2008
Suzuki in Paris
Entscheidung in Brüssel

31 Meldungen & Rätsel
Start von MTU Onsite Energy
Umorientierung bei Masterflex
u.v.a.m.

33 Jobbörse

34 Terminkalender

35 Firmenverzeichnis

5 *Oettinger gratuliert zum Antares DLR-H2*

22 *Das neue TAZ-Gebäude neben dem „alten" Neubau (l.)*

Quelle: DIU

24 *Studiengang Wasserstofftechnik in Dresden*

IMPRESSUM HZwei

ISSN: 1862-393X
Jahrgang: 8. (2008)

Verlag: Hydrogeit Verlag e. Kfm.
Gartenweg 5
D - 16766 Kremmen

Sitz: Oberkrämer
USt-ID.: DE 221143829
Handelsregister: HRA 1504 OPR, Neuruppin

Redaktion & ViSdP: Dipl.-Ing. Sven Geitmann
Tel./Fax: +49 (0)33055 – 21322/20
E-Mail: kontakt@hydrogeit.de
www.hydrogeit-verlag.de, www.hzwei.info

Design: Dipl.-Des. Andreas Wolter, Weimar
Anzeigen: Dipl.-Betr. (FH) Barbara Makowka, Hamburg

Lektorat: Dione Gutzmer, Berlin
Druck: möller druck und verlag gmbh, Berlin

Druckauflage: 5.000 Stück
Erscheinungsweise: 4 x jährlich

Einzelpreis (Inland): 7 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 1,50 € Versand)
Jahrespreis (Inland): 24 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 6,00 € Versand)
Einzelpreis (Europa): 7 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 4,50 € Versand)
Jahrespreis (Europa): 24 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 18,00 € Versand)

Studenten: 50 % Ermäßigung
Kündigung: 6 Wochen vor nächster Ausgabe

Bank: Mittelbrandenburgische Sparkasse
Konto-Nr.: 3705002189
Bankleitzahl: 16050000
IBAN: DE37160500003705002189
BAC: WELADED1PMB

Namentlich gekennzeichnete Beiträge spiegeln die Meinung der Autoren wider und entsprechen nicht unweigerlich der Meinung der Redaktion.

Inhalte der Zeitschrift sowie der Homepage sind urheberrechtlich geschützt und dürfen nur nach ausdrücklicher Zustimmung des Hydrogeit Verlages vervielfältigt oder anderweitig veröffentlicht werden. Für unverlangt eingesandte Manuskripte und Fotos wird keine Haftung übernommen.

H_2YDROGEIT Verlag

Alle technischen Angaben in dieser Zeitschrift wurden von den Autoren, der Redaktion und dem Verlag mit größter Sorgfalt erarbeitet und zusammengestellt. Trotzdem sind Fehler nicht vollständig auszuschließen. Der Hydrogeit Verlag weist ausdrücklich darauf hin, dass er keine Haftung für Folgen, die auf fehlerhafte Angaben zurückgehen, übernehmen kann.

Titelbild: Die „Alsterwasser" in Hamburg
[Quelle: Hamburger Hochbahn, Bearbeitung: A. Wolter, Weimar]

AUS EIGENER KRAFT

Liebe Leserinnen und Leser!

Sowohl die konventionelle als auch die alternative Energiewirtschaft sind derzeit einem heftigen Wechselbad der Gefühle unterzogen. Kannte der Ölpreis innerhalb der vergangenen vier Jahre vorrangig nur eine Richtung – nach oben –, scheint jetzt plötzlich eine Kehrtwende eingetreten zu sein. Der Preis für ein Barrel Öl kostete im Juli 2008 noch fast 150 US-Dollar. Innerhalb nur weniger Monaten ist er nun aber wieder gesunken auf unter 100 Dollar.

Die Zeiten überteuerten Öls scheinen damit vorbei zu sein. Ein Nebeneffekt davon dürfte sein, dass Gleiches auch für Erdgas gelten wird, denn schließlich gilt die Faustregel, dass der Gaspreis etwa um sechs Monate zeitversetzt dem Ölpreis nacheilt. Vorerst herrscht also Entwarnung im konventionellen Energiegeschäft.

Gründe für diesen Wandel gibt es viele, trotzdem sind logische Erklärungsansätze Mangelware. Auch über die Ursachen der zuvor hohen Preise gab es viele Mutmaßungen, aber kaum jemand kannte die wahren Hintergründe für die Preisrallye. So ist es auch jetzt wieder. Waren es die Spekulanten? Oder sollten die Ressourcen tatsächlich schon am Ende sein? Wir werden es wohl nie erfahren.

Für die Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Branche waren diese Hintergründe so lange nicht von Bedeutung, wie die Vorzeichen bei der Ölpreisentwicklung positiv waren, die Energiekosten also stiegen. So lange konnte sich die Branche fast täglich über wachsendes Interesse an der alternativen Energietechnik freuen. Die Diskussion über die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern hatte den Schritt aus den Konferenzsälen in die Öffentlichkeit geschafft und erstreckte sich zeitweise über fast alle Bevölkerungsschichten. Seit jedoch die Entwicklung negativ ist, die Wachstumsquote bei den Rohölpreisen also mit einem Minuszeichen versehen ist, verliert auch die Debatte über Alternativtechniken an Aktualität und dadurch auch an Vehemenz. Der Ruf nach Wasserstoff und Brennstoffzellen wird wieder schwächer.

Für die Erneuerbare-Energien-Branche, die Solarfirmen und Windbauern, ist diese Entwicklung nicht ganz so dramatisch, denn diese ist mittlerweile etabliert und kann seit Jahren wachsende Umsätze verzeichnen. In der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Branche hingegen sieht es nicht ganz so gut aus: Im Brennstoffzellensegment gibt es bisher kaum marktreife Produkte, und Wasserstoff ist noch längst kein gängiger Energiespeicher. Diese neuen Bereiche sind somit weitaus stärker von den wirtschaftspolitischen Schwankungen betroffen.

Die Entwicklung in der konventionellen Energiewirtschaft ist alles andere als gut vorhersehbar. Noch vor kurzem prophezeiten Analysten Barrelpreise von 200 US-Dollar – zwischenzeitlich stand aber nun die Frage im Raum, wie tief sie noch fallen würden. Fatih Birol, Chef-Ökonom der Internationalen Energie-Agentur (IEA), sieht eine untere Grenze bei 80 Dollar, weil in diesem Bereich seiner Meinung nach derzeit die durchschnittlichen Produktionskosten für ein Fass Öl liegen. Aber auch dies ist letztendlich nur eine Schätzung.

Die Weiterentwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik darf jedoch nicht abhängig gemacht werden von derlei Preisschwankungen. Ein Schub durch hohe Ölpreise ist für diese neue Technik zwar eine willkommene Unterstützung, aber längst kein Allheilmittel. Er birgt sogar gewisse Gefahren, nämlich dann, wenn in Zeiten der Not voreilig auf Techniken zugegriffen wird, die eventuell noch nicht ausgereift sind. Womöglich ist die derzeitige Entspannung auf dem Energiemarkt somit eine gar nicht so unwillkommene Gelegenheit, ein hoffentlich vorhandenes Vermarktungskonzept neu zu überarbeiten.

Denn eines ist sicher: Dauerhaft wird der Ölpreis nicht unterhalb der 100-Dollar-Marke verweilen. Aus Gründen der zeitlich befristeten Verfügbarkeit werden die Preise früher oder später wieder steigen. Und dann ist vielleicht für den einen oder anderen der richtige Zeitpunkt gekommen, den Schritt vom Labor auf den Markt zu vollziehen.

Dieser Zeitpunkt wird kommen ... ||

Herzlichst

Sven Geitmann
HZwei Herausgeber

Thema: Messe | **Autor:** Sven Geitmann

VIEL PREIS, VIEL EHR'

f-cell Symposium 2008 in Stuttgart

Umweltministerin Gönner (m.) mit den f-cell Gold Award-Gewinnern

Das 8. internationale Brennstoffzellen-Fachforum f-cell hat so viele Preisträger wie noch nie hervorgebracht. Fünf f-cell-Awards und vier f-cell-vision-Preise wurden am Abend des ersten Veranstaltungstages verliehen. Erstmalig wurde dabei mit Rotarex ein ausländisches Unternehmen mit einem f-cell Award ausgezeichnet. Die Umweltministerin von Baden-Württemberg Tanja Gönner erklärte dazu bei der Preisverleihung: „Die Auswahl ist in diesem Jahr so schwer gefallen, dass die Jury gleich fünf Einreichungen prämiert hat."

Die Veranstalter des f-cell Symposiums, die Peter Sauber Agentur Messen und Kongresse GmbH sowie die Wirtschaftsförderung Region Stuttgart GmbH (WSR), hatten sich das ehrgeizige Ziel gesetzt, die Frage zu beantworten, wie der Sprung in den Markt gelingen kann. Einige Optionen wurden tatsächlich während des Symposiums, das vom 29. bis 30. September 2008 in Stuttgart stattfand, aufgezeigt, aber Fakt bleibt, dass nach wie vor ein langer Weg zu gehen ist. Einzelne Unternehmen konnten zwar Entwicklungsfortschritte vorweisen, aber der Schwerpunkt der Tätigkeiten konzentriert sich immer noch auf Forschung und Optimierung. Selbst die h-tec GmbH, die im Vorweg der Veranstaltung die baldige Kommerzialisierung ihres bis zu 40 Normliter pro Minute erzeugenden Elektrolyseurs angekündigt hatte, musste die Nennung des Verkaufspreises wegen Lieferproblemen verschiedener Komponenten auf unbestimmte Zeit verschieben. Dass die Entwicklung trotzdem weitergeht, zeigte das Lübecker Unternehmen durch die Zurschaustellung drei weiterer neuer Produkte für Industriekunden, wozu auch der „Knallgaserzeuger" OxHy30 (z. B. für Schweißarbeiten) zählte.

Fehlende Erfolge bei der Elektrolyseurtechnik bemängelte auch Bernd Bauer, der Geschäftsführer der FuMA-Tech GmbH, während der Ausstellung. Deren Hauptgeschäft liegt nach wie vor bei Niedertemperatur-Polymer-Elektrolyt-Membranen. Gleichwohl ist ein deutlicher Anstieg der Nachfragen nach HT-PEM-, Elektrolyseur- sowie alkalischen Komponenten zu verzeichnen, ohne dass hier durchgreifende Fortschritte zu verzeichnen wären, erklärte Bauer. Um dieses Manko zu beheben, zeigte er sich bereit, „sich eventuell bei der Stack-Entwicklung für Elektrolyseure zu beteiligen, wenn geeignete Partner gefunden würden." Das neu aufkeimende Interesse von verschiedener Seite an der Alkalitechnik stimmte ihn dabei eher nachdenklich, da sich diese in der Vergangenheit kaum weiterentwickelt habe, so dass dieser Schritt eher auf Probleme bei der PEM-Technik hinweise.

WENIG ANSCHAUUNGSOBJEKTE Obwohl es bei den Ausstellern relativ wenig Produkte zum Anfassen, sondern vornehmlich Plakate und Stellwände zu sehen gab, konnten bei näherem Nachfragen durchaus Neuigkeiten entdeckt werden. So traten die beiden Teststand- und Prüfanlagenhersteller, die MS2 Engineering und Anlagenbau GmbH und die moehwald GmbH, erstmals gemeinsam auf einem Messestand auf, nachdem bereits Anfang des Jahres eine strategische Partnerschaft beschlossen und im Juli 2008 eine offizielle Kooperation eingegangen worden war. Die zur Bosch Group gehörende moehwald GmbH erweiterte durch den Zusammenschluss ihr Angebotsspektrum um den Brennstoffzellensektor, während sich MS2 einen besseren Zugang zum internationalen Markt erhofft. Die BASF Fuel Cell GmbH weitet ihr Engagement ebenfalls aus und baut derzeit eine neue Produktionsanlage in Summerset, New Jersey/USA, da ihre erste Anlage in Frankfurt gänzlich ausgelastet ist. Carsten Henschel sagte: „Man sieht einen deutlichen Anstieg der Mengen."

FÜNF F-CELL AWARDS Ein Highlight war die abendliche Preisverleihung, die sich jedoch relativ lange dahinstreckte, weil so viele Auszeichnungen wie nie zuvor vergeben wurden und sich einige Preisträger nicht auf einen einzelnen Vortragenden beschränken konnten. Hamburg konnte mit jeweils einem Silber-Award für den Alsterdampfer (s. Titelstory) sowie für die Anwendung von Brennstoffzellensystemen in Flugzeugen (s. Airbus A320 ATRA, HZwei Juli-2008, und DLR-Motorsegler) gleich zwei Preise abgreifen. Den Gold-Award und ein Preisgeld in Höhe von 15.000 Euro erhielt ein Firmenkonsortium aus Freudenberg, Viessmann und Schunk aus den Händen von Ministerin Tanja Gönner. Durch die Kombination von Bipolarplatten, Dichtungen und Membran in einem kompakten, kostengünstigen, hochintegrierten Bauteil sei ein leiser und deutlich längerer Betrieb möglich, hieß es.

Den Bronze-Award teilten sich die Daimler AG mit einer neu entwickelten Start-Stopp-Automatik für Brennstoffzellenfahrzeuge und die Rotarex Group aus Luxemburg. Thomas Andreas stellte ein ausgefeiltes Sicherheitskonzept für Wasserstofftanks vor, wobei es sich um die Weiterentwicklung eines Konzepts handelte, das er bereits im April 2006 in der HZwei präsentierte.

POSTERSESSION F-CELL VISION Erstmalig war die f-cell-vision-Posterausstellung zu sehen, die die Peter Sauber Agentur gemeinsam mit der Brennstoffzellen-Allianz Baden-Württemberg (BzA-BW) zum Thema „Zukünftige Brennstoffzellen-Technologien und An-

wendungen“ veranstaltete. Als beste Präsentationen wurde das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoffforschung, das Institut für Solare Energiesysteme, die Freudenberg FCCT KG sowie das koreanische Institute of Energy Research von einer Fachjury aus 20 Postern ausgewählt und mit dem Preis *f-cell vision best poster* prämiert.

Bei dem gut besuchten f-cell Kongress gab es zwar leider drei kurzfristige Absagen, aber Organisator Peter Sauber gelang es trotzdem, in den 66 Vorträgen das gesamte Themenspektrum der Brennstoffzellenanwendungen im stationären, mobilen und auch portablen Bereich abzudecken und gleichzeitig Neuentwicklungen zu präsentieren. ||

→ *www.f-cell.de*

Thema: Messe | **Autor:** Sven Geitmann

„WAS GUT AUSSIEHT, FLIEGT AUCH GUT“

BZ-Flugzeug Antares DLR-H2 vorgestellt

Noch vor Ende 2008 soll dieser Flieger auch draußen fliegen

Im direkten Anschluss an die f-cell hat am 30. September 2008 die erstmalige Vorstellung des Brennstoffzellenflugzeuges Antares DLR-H2 im Stuttgarter Flughafen stattgefunden. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) präsentierte in der Abflughalle das gemeinsam mit Airbus entwickelte erste pilotgesteuerte Flugzeug mit Brennstoffzellenantrieb. Nur wenige Stunden zuvor hatte dieser Flugversuchsträger einen silbernen f-cell Award abgeräumt.

Bei dem Antares DLR-H2 handelt es sich um einen Motorsegler, dessen Propeller mit Strom aus einem Brennstoffzellensystem versorgt wird. Das Flugzeug basiert auf dem von der Lange Aviation GmbH gebauten Antares 20E, bei dem unter jeder Tragfläche ein fast drei Meter langer Luftbehälter (Ø = 0,6 m) angebracht wurde. Im linken Behälter befindet sich der Kraftstofftank, ein H_2-Druckbehälter mit innenliegendem Hochdruckventil. Dr. Josef Kallo, der Projektleiter dieses „fliegenden Teststandes“, erklärte dazu während der Präsentation: „Kein äußeres Bauteil des Tanks sieht die 350 bar.“ Im linken Luftbehälter ist das vom DLR-Institut für Technische Thermodynamik entwickelte Brennstoffzellensystem untergebracht, das eine Dauerleistung von 20 kW (25 kW_{max}) hervorbringt. Es verfügt über eine spezielle Kathodenrezirkulation, um Temperatur und Feuchte der Gase besser regulieren zu können. Ein ähnliches System kommt auch im DLR-Forschungsflugzeug Airbus A320 ATRA zum Einsatz.

Seit mittlerweile sechs Jahren beschäftigt sich das Institut im Rahmen des Luftfahrtforschungsprogramm LuFo IV, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert wird, mit der Integration von Brennstoffzellen in Flugzeugen. Prof. Hans Müller-Steinhagen, Direktor des Instituts für Technische Thermodynamik am DLR, erhofft sich vom Einsatz dieser Technik eine deutlich höhere Effizienz bei gleichzeitig weniger Geräusch- und Schadstoffemissionen. Darüber hinaus können Brennstoffzellen zur Erhöhung der Sicherheit beitragen, da die Systeme mehrfach redundant ausgelegt werden. Zudem kann die sauerstoffarme Abluft als Inertgas zur weiteren Minimierung des Brandrisikos im Cargobereich beitragen.

Der fliegende Versuchsträger soll zunächst für Tests unter realen Einsatzbedingungen dienen, da er im Unterhalt und Betrieb wesentlich flexibler und kostengünstiger ist als das große DLR-Forschungsflugzeug A320 ATRA. Das Ziel ist die Entwicklung eines zuverlässigen Brennstoffzellensystems für die kommerzielle Luftfahrt. In weiteren Versuchen soll auch der Einsatz dieses Systems als Energieversorgung für Bordinstrumente, für einen Bugradantrieb und dergleichen analysiert werden.

Anlässlich der Präsentation war neben etwa 100 Gästen auch Günther H. Oettinger, Ministerpräsident des Landes Baden-Württemberg, erschienen und gratulierte den beteiligten Projektpartnern zur Fertigstellung des Motorseglers, „der atemberaubend aussieht.“ Prof. Joachim Szodruch, Mitglied des Vorstands des DLR und verantwortlich für die Luftfahrt, fügte mit Blick auf den an der Decke von Terminal 1 hängenden Flieger hinzu: „Was gut aussieht, fliegt auch gut“, und sprach von einem „großen Schritt für die Luftfahrt.“

Geflogen ist der Erlkönig bisher zwar noch nicht, aber der Erstflug wird noch vor Ende 2008 anvisiert.

Wie die HZwei bereits im April 2006 berichtete, versuchte sich vor zweieinhalb Jahren auch Frieder Herb vom Verein ExtraEnergy im Rahmen von HyFly3000 an einem wasserstoffbetriebenen Antares-Flugzeug und peilte damit einen Langstreckenflugrekord an, aber die Arbeiten an diesem Vorhaben wurden mittlerweile gestoppt. Eine Wiederaufnahme gemeinsam mit dem DLR halten sich beide Seiten derzeit noch offen. ||

Thema: Hamburg | **Autor:** Sven Geitmann

ÜBER THERMOPHILE UND PHOTOTROPHE BAKTERIEN

H2Expo im neuen CCH

Das neue CCH [Quelle: Hamburg Messe und Congress GmbH]

Nach zweijähriger Pause liegt eine gewisse Spannung in der Luft, wie die Resonanz auf die diesjährige H2Expo, die am 22. und 23. Oktober 2008 in Hamburg stattfindet, ausfallen wird. Die Verantwortlichen zeigen sich im Vorwege der 7. Internationalen Konferenz und Fachmesse für Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Technologien zuversichtlich, dass das Niveau von 2006 hinsichtlich der Besucherzahl gehalten werden kann.

Die Hamburg Messe und Congress GmbH hatte Anfang 2006 bekannt gegeben, dass fortan ein 2-Jahresturnus gewählt werde (s. HZwei Apr. 2006). Ein solcher bilde den Entwicklungszyklus in Sachen Wasserstoff und Brennstoffzellen besser ab, hieß es damals und heißt es auch noch heute. Im Oktober 2006 wurde die bis jetzt letzte H2Expo im damals noch nicht modernisierten Congress Center Hamburg (CCH) abgehalten und hatte den damaligen rückläufigen Trend bezüglich des Interesses an dieser Veranstaltung stoppen können. Mit 1.400 Besuchern waren 2006 ebenso viele Besucher erschienen, wie Projektleiter Peter Bergleiter auch in diesem Herbst erwartet.

Die Konferenz gliedert sich in diesem Jahr in das ganztätige Symposium am ersten Kongresstag sowie drei parallele Sessions am zweiten Tag, die zeitgleich mit der Zemships-Konferenz abgehalten werden. Die Zemships-Konferenz wird von der Alster-Touristik GmbH und der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Freien und Hansestadt Hamburg in Kooperation mit der Hamburg Messe ebenfalls im CCH veranstaltet, beginnt am 23. Oktober um 10:00 Uhr, ist kostenfrei zugänglich und bietet auch eine Probefahrt mit dem Ausflugsdampfer auf der Alster an (s. S. 8). Die Anzahl der Referenten wird mit ins-

Hydrogen Energy
18 WHEC 2010
The 18th World Hydrogen Energy Conference,
16 - 21 May 2010, Essen, Germany
www.whec2010.com

Under the auspices of: The International Association for Hydrogen Energy (IAHE)
Organized by: EnergieAgentur.NRW
In cooperation with: DWV Deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband; JÜLICH Forschungszentrum; Messe Essen Place of Events; Fuel Cell and Hydrogen Network NRW
Supported by: EHA European Hydrogen Association; NOW Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie; wiba Koordinationsstelle der Wasserstoff-Initiative Bayern; European Union European Regional Development Fund; ZSW
First Major Sponsor: RWE The energy to lead

gesamt etwas über 60 Rednern aus elf Ländern zwar unter der Vorjahresmarke bleiben (70), aber für Peter Bergleiter gilt hier ausdrücklich „Qualität vor Quantität." Bei den zusätzlich veranstalteten Workshops der H2Expo werden ebenfalls maritime Anwendungen thematisiert. Christian Machens, Vorsitzender der Marine Hydrogen and Fuel Cell Association (MHFCA) e.V., bietet erstmalig speziell hierfür eine eigene rein englischsprachige Plattform an: *H_2 for marine Applications*.

NONCONVENTIONAL HYDROGEN GENERATION *Nicht-konventionelle Wasserstoffherstellung* – hinter diesem Ausdruck verbirgt sich eines der Schwerpunktthemen der H2Expo-Konferenz. In der Session C widmen sich fünf Referenten den zurzeit noch weniger gebräuchlichen Verfahren, die in Zukunft zur H_2-Produktion herangezogen werden könnten. Biomasse gilt dabei als aussichtsreiches Ausgangsprodukt für die zukünftige H_2-Erzeugung. Dabei können beispielsweise thermophile und phototrophe Bakterien eingesetzt werden, um in Kleinanlagen dezentral Wasserstoff aus biogenen Reststoffen (z. B. Melasse aus Zuckerfabriken) zu erzeugen. Verschiedene Institutionen aus insgesamt elf EU-Ländern, der Türkei und Russland arbeiten bereits gemeinsam an einem derartigen Vorhaben, das unter dem Titel *Hyvolution* als integriertes Projekt ins 7. EU-Förderrahmenprogramm eingegliedert ist. „Bis 2020 sollen erste Anlagen entstehen, die in unmittelbarer Nähe zu den Orten errichtet werden, an denen das Substrat anfällt", erklären Dr. Wolfgang Schnitzhofer und Dr. Werner Ahrer. Sie räumen aber gleichzeitig ein, „dass diese Technologie erst am Anfang der Entwicklung steht."

Die so genannten Mikroben-Elektrolysezellen (MEC), die Wasserstoff aus Abwasser erzeugen, sind demgegenüber schon etwas weiter entwickelt, wie Versuche an der Pennsylvania State University gezeigt haben: „MECs können Wirkungsgrade von 72 bis 93 Prozent erreichen", erklärt Douglas F. Call, der dieses Verfahren ebenfalls auf der H2Expo vorstellen wird.

Im Ausstellungsbereich, der ergänzend zu den Vorträgen verschiedenste Exponate präsentiert, wird unter anderem eine Reihe verschiedener Fahrzeuge mit BZ-Antrieb zu sehen sein, darunter zum Beispiel ein Fiat-Doplo-Lieferwagen sowie ein Gepäckschlepper, die beide auf dem Flughafen Hamburg im Einsatz sind.

CCH-ERWEITERUNG Besonders erfreut zeigt sich Bergleiter über den neu ausgebauten Tagungsort. Das Congress Center Hamburg wurde in den letzten Jahren um einen neuen Konferenztrakt und die Ausstellungshalle H erweitert. Der Neubau wurde genau vor einem Jahr im Oktober 2007 eröffnet. Auf dem Dach der neuen Ausstellungshalle entstand mit rund 40.000 Pflanzen Europas größter Staudendachgarten. Die 8.000 m^2 große Fläche ist als frei zugänglicher Parkbereich konzipiert und ist von den Konferenzräumen aus direkt erreichbar.

Schirmherr der H2Expo ist Ole von Beust, Erster Bürgermeister von Hamburg, Klimaschutzbeauftragter der Bundes-CDU und noch bis zum 31. Oktober 2008 amtierender Bundesratspräsident. ||

→ *www.h2expo.de*

Kommerzialisierung von Wasserstoff und Brennstoffzellen

→ 15. Gemeinschaftsstand Wasserstoff und Brennstoffzellen HANNOVER MESSE 2009 20. – 24. April www. fair-pr.com

→ Internet Dokumentation über weltweite H_2/FC Konferenzen

→ Hintergrund-Information zu Energie-Effizienz u.a.

VERS → www.fair-pr.com/background/facts.php

Thema: Hamburg | **Autor:** Karim-Tarik Hammou

JUNGFERNFAHRT DER FCS ALSTERWASSER

Zemships: Ausflugsdampfer mit BZ-Hybridantrieb

Abb. 1: Die „Alsterwasser" bei ihrer Jungfernfahrt in Hamburg [Quelle: Hamburger Hochbahn]

Die Stadt Hamburg hat bereits in der Vergangenheit durch die Teilnahme an den Projekten CUTE und HyFLEET:CUTE ihr substantielles Interesse an der Weiterentwicklung der Brennstoffzellentechnologie zur Marktreife verdeutlicht. Nun setzt die Stadt pünktlich zum Start der H2EXPO ein weiteres wichtiges Demonstrationsprojekt der angewandten Brennstoffzellentechnologie um: Zemships. Am 29. August 2008 erfolgte die Taufe dieses weltweit ersten Brennstoffzellenfahrgastschiffs, das im normalen Ausflugsbetrieb unterwegs sein wird.

Anja Hajduk, die Senatorin für Stadtentwicklung und Umwelt, taufte das Brennstoffzellenfahrgastschiff Ende August feierlich im Beisein von Bundesverkehrsminister Wolfgang Tiefensee, den neun Projektpartnern und zahlreichen geladenen Gästen auf der Hamburger Außenalster auf den Namen *FCS Alsterwasser* (FCS = Fuel-Cell-Ship). Während der Jungfernfahrt fiel das Schiff vor allem durch den leisen, nahezu geräuschlosen Antrieb auf. Begleitet wurde die *Alsterwasser* unter anderem von der *Alstersonne*, einem mit Solarantrieb ausgerüsteten Ausflugsdampfer. Die erste Fahrt führte über die Binnenalster zur H_2-Betankungsanlage am Fähranleger in der Hellbrookstraße. Hier stand die Präsentation der von Linde entwickelten Tankstelleninfrastruktur im Zentrum des Interesses, die von Peter Stocks, zuständig für den Geschäftsbereich der Industriegase in Kontinental- und Nordeuropa der Linde Group, erläutert wurde.

DER BRENNSTOFFZELLENANTRIEB Das Brennstoffzellensystem der Alsterwasser wurde von Proton Motor eigens für den anspruchsvollen Einsatz auf Schiffen entwickelt. Bei dem Hybridsystem kommen zwei neu entwickelte PEM-Brennstoffzellensysteme des Typs PM Basic A 50 maritime sowie ein Blei-Gel-Batteriesystem zum Einsatz. Die Batterien besitzen eine Speicherkapazität von 360 Ah bei bei 560 V und sind durch das Energiemanagement auf die zwei BZ-Systeme abgestimmt. Diese Auslegung erlaubt den energieeffizienten und verschleißarmen Einsatz der beiden 50 kW leistenden Module. Die in der Batterie zwischengespeicherte Energie wird an den Elektromotor abgegeben, der die Schiffsschraube antreibt. Diese beschleunigt die FCS Alsterwasser auf eine Fahrtgeschwindigkeit von bis zu 14 km/h.

Das Antriebssystem und die dazugehörige Sicherheitstechnik an Bord wurden gemäß den Vorschriften des Germanischen Lloyd installiert und entsprechend zertifiziert. Ein intelligentes Energiemanagementsystem koordiniert die Arbeitsteilung zwischen Brennstoffzellen und Batterie. Für die Energieversorgung werden bis zu 50 kg gasförmigen Wasserstoffs in 350-bar-Drucktanks an Bord des Schiffs gespeichert, um ausreichend Energie für einen etwa dreitägigen Einsatz bereitstellen zu können.

Das Brennstoffzellenfahrgastschiff wird im ökologisch sensiblen Innenstadtbereich der Hansestadt eingesetzt und ist auf eine Fahrgastkapazität von 100 Personen ausgelegt. Bei einer Länge von 25,5 Metern, einer Breite von 5,2 Metern und einer Höhe von 2,6 Metern verfügt die FCS Alsterwasser über ein absenkbares Dach, das trotz der niedrigen Brückenhöhen in der Hamburger Innenstadt auch Fahrten von der Alster zur Elbe erlaubt.

ZEMSHIPS-PROJEKT

Unter der Leitung der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BSU) arbeiten im Projekt Zemships insgesamt neun Projektpartner seit Anfang 2006 zusammen: die Alster Touristik GmbH (ATG), die Germanische Lloyd AG, die Hamburger Hochbahn AG, die Hochschule für Angewandte Wissenschaften, die hySolutions GmbH, die Linde AG, das tschechische Nukleare Forschungsinstitut aus Rez bei Prag und die Proton Motor Fuel Cell GmbH. Betrieben wird die FCS Alsterwasser von der ATG für Kanal-, Rund- und Charterfahrten. Die Laufzeit dieses Projektes ist zunächst bis Mitte 2010 veranschlagt. *Zemships* steht übrigens für Zero-Emission-Ships.

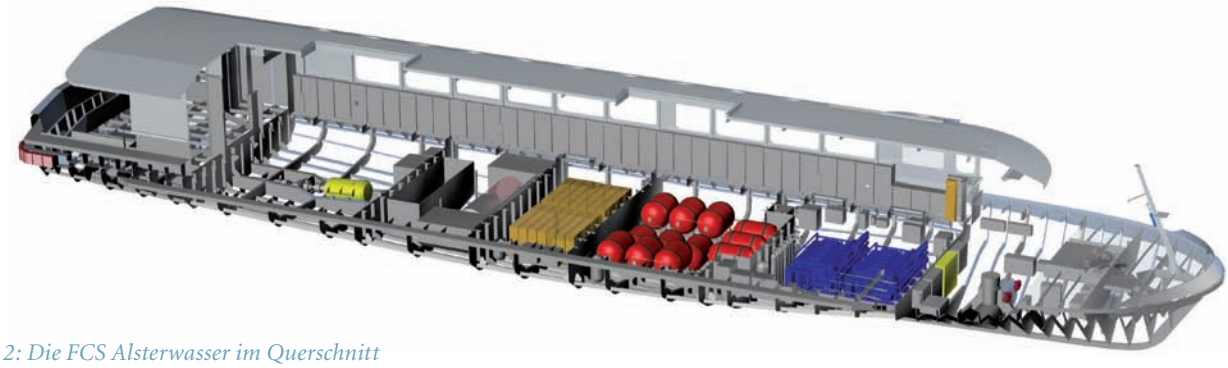


Abb. 2: Die FCS Alsterwasser im Querschnitt [Quelle: Schiffstechnik Buchloh]

Abb. 3: Die von Linde errichtete Tankstelle [Quelle: Linde AG]

TANKSTELLE MIT IONISCHEM VERDICHTER Neben der Erprobung des hybriden Fahrgastschiffs in der Praxis steht der Einsatz der von Linde entwickelten Wasserstoffinfrastruktur im Zentrum des Interesses der Projektpartner. Die Befüllung des fest installierten stationären Speichertanks erfolgt mit bis zu 1.200 kg flüssigem Wasserstoff. Dieser bietet die Möglichkeit, den zu speichernden Wasserstoff auf einer möglichst kleinen Stellfläche lagern zu können. Die Förderleistung der Anlage ist in Abhängigkeit vom Gegendruck während des Betankungsvorgangs auf 2 x 150 Nm^3/h bei 25 bar Eingangsdruck ausgelegt. Das gewährleistet eine Betankung des Schiffs mit 50 kg gasförmigen Wasserstoffs in etwa zwölf Minuten.

Die Anlage verdichtet das Wasserstoffgas für die Betankung in zwei Stufen. In der zweiten Kompressionsphase wird der Speicherdruck auf bis zu 450 bar angehoben. Dies geschieht unter Verwendung des neu entwickelten ionischen Kompressors. Der Einsatz einer ionischen Flüssigkeit hat viele Vorteile. Im Vergleich zu konventionellen mechanischen Verdichtungsverfahren ist der Prozess energieeffizienter und schließt die Kontamination des Wasserstoffes durch Schmierrückstände aus der mechanischen Kompression aus. Darüber hinaus werden unerwünschte Wärmeentwicklungen durch den verringerten Einsatz von mechanischen Bauteilen minimiert, und der Geräuschpegel der Anlage kann auf maximal 65 dB(A) begrenzt werden.

UMWELTSCHUTZ UND RESSOURCENSCHONUNG Das Projekt Zemships wird durch finanzielle Mittel des EU-Life Programms gefördert. Es soll beispielhaft aufzeigen, wie die üblicherweise von Fahrgastschiffen emittierten Schadstoffe (Ruß, Stickoxide und Schwefel) deutlich reduziert werden können. Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes werden je nach Größe und Einsatzgebiet 962 vergleichbare Fahrgastschiffe mit konventionellem Antrieb ähnlicher Leistung in Deutschland eingesetzt. Wäre mittelfristig ein Ersatz der bisherigen Antriebe durch Brennstoffzellensysteme zu realisieren, so könnten pro Jahr schätzungsweise 6.410 Tonnen Stickoxid, 1.308 t Schwefeloxid und 209 t Rußpartikel eingespart werden. Das Projekt trägt daher dazu bei, Vorschläge für die Einhaltung der verpflichtenden Vorgaben für zum Beispiel Rußpartikel zu generieren und urbane Mobilität umweltverträglich zu gestalten.

Bis zur Veröffentlichung erster aussagekräftiger Ergebnisse wird die FCS Alsterwasser noch viele Fahrgäste über die Alster befördern. Eines kann jedoch heute schon festgestellt werden. Die im Projekt zum Einsatz gebrachten Techniken können wichtige Anstöße für die Entwicklung weiterer ressourcenschonender mobiler Brennstoffzellenanwendungen für innerstädtische Ballungsräume sowie Naturschutzgebiete und Binnenseen geben.

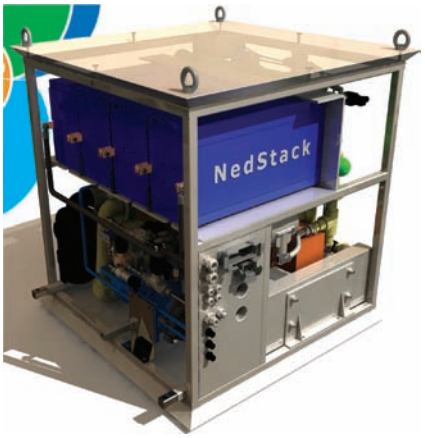
ZEMSHIPS-KONFERENZ IN HAMBURG Detailliertere Informationen über die FCS Alsterwasser sowie das Zemships-Projekt wird es am 22. und 23. Oktober 2008 während der alle zwei Jahre stattfindenden Fachmesse H2EXPO in Hamburg geben, in deren Rahmen auch eine Zemships-Konferenz (kostenloser Eintritt) stattfinden wird. ||

→ www.zemships.eu,
s. auch HZwei Apr. 2006

Autor:

Dipl.-Ökonom Karim-Tarik Hammou
hySolutions GmbH, Hamburg
→ karim-tarik.hammou@hysolutions-hamburg.de

NIEDERLÄNDISCHE KONKURRENZ



30 kW Brennstoffzellensystem von NedStack [Quelle: NedStack]

In ähnlichen Gewässern wie die Alsterwasser bewegt sich das *fuel cell boat*, das ein niederländisches Firmenkonsortium entwickelt hat. Dessen seit März 2008 in Arbeit befindliches Fahrgastschiff ist zwar vom Design her etwas futuristischer, verfügt aber über eine ähnliche elektrisch ausgelegte Hybridantriebstechnik: Als Stromlieferanten dienen zwei redundant ausgelegte 30-kW-PEM-Brennstoffzellen von NedStack und eine 30-kW-Batterie. Der benötigte Wasserstoff wird voraussichtlich in sechs 350-bar-Gasflaschen gelagert, die zusammen 24 kg fassen.

- Zuladung: 86 Passagiere + 2 Mann Besatzung
- Abmessungen: 22 m lang, 4,25 m breit
- Tiefgang: 1 m
- Höchstgeschwindigkeit: 16 km/h
- Reichweite: 16 Betriebsstunden

Während der Hannover Messe 2008 wurde das Vorhaben bereits vorgestellt. Derzeit heißt es, dass das Boot im Herbst dieses Jahres in Amsterdam zu Wasser gelassen und Anfang 2009 der offizielle Start vollzogen werden solle. Die Betankungsstation soll dann im Norden der niederländischen Hauptstadt bei Shell Amsterdam stehen, wobei der Wasserstoff nachhaltig mit Hilfe von Windstrom aus einem Offshore-Windpark per Elektrolyse hergestellt werden soll. ||

Thema: Hamburg | **Autor:** Sven Geitmann

WASSERSTOFFACHSE HAMBURG-BERLIN

Höherer Druck, mehr Stationen, größere Flotten

Insgesamt 14 H_2-Busse stehen seit Juni 2008 bei der BVG – es könnten noch 50 hinzukommen

Die Querverbindung zwischen Hamburg und Berlin entwickelt sich mehr und mehr zur Teststrecke für Wasserstofffahrzeuge. Sowohl in der Bundeshauptstadt als auch in der norddeutschen Hansestadt entwickelt sich das technische Umfeld fortwährend weiter, so dass sich die Nutzungsbedingungen für die Flottenbetreiber sowohl von Pkw als auch von Bussen stetig verbessern. Wie ist der aktuelle Stand?

Die Clean Energy Partnership (CEP) ist im Mai 2008 in ihre zweite Projektphase eingetreten (s. HZwei Jan. 2008); seit August 2008 steht die 700-bar-Technik an der Tankstelle in Berlin Spandau zur Verfügung (s. HZwei Jul. 2008). Zu den ersten Fahrzeugen, die dort mit Hochdruck betankt werden können, zählt ein Tiguan HyMotion von Volkswagen. Gegenüber desenn vorherigen 350-bar-Speichervariante kann das neue SUV-Modell 66 Prozent mehr Wasserstoffmasse speichern. Dem Tiguan HyMotion (700 bar) stehen somit 3,2 kg Wasserstoff zur Verfügung, die für eine Reichweite von rund 250 Kilometern ausreichen, was ziemlich genau der Fahrstrecke bei der Überführungsfahrt von Wolfsburg nach Berlin entspricht.

Auch in Hamburg wächst die Anzahl der Versuchsfahrzeuge weiter. Ende Juli 2008 nahm die Hamburger Hochbahn neue Brennstoffzellenautos in ihren Fuhrpark auf. Dabei handelte es sich um zwei Mercedes-Benz-A-Klasse-Modelle, die zwölf Monate lang im Unternehmen gefahren werden sollen. Der Stuttgarter Autobauer Daimler erhofft sich, dass die Menschen in Hamburg durch den Testbetrieb in der Hafenstadt auf diese Zukunftstechnologie ohne Schadstoffemission aufmerksam gemacht werden. Zudem erproben der Gasversorger Linde, der Umschlagsbetrieb HHLA Rhenus Logistics und der Flurfördermittelherstel-

ler Still im Rahmen eines zweijährigen Pilotprojektes seit dem 15. September einen Brennstoffzellengabelstapler. Dafür wurde extra eine in einen Container integrierte H_2-Tankstelle im Hamburger Freihafen beim Überseezentrum Schumacherwerder aufgestellt.

50 WEITERE BUSSE SIND ANGEDACHT Bei der Personenbeförderung mit wasserstoffbetriebenen Bussen hat Berlin mittlerweile Hamburg überrundet: Bei den Berliner Verkehrsbetrieben (BVG) fahren seit Juni 2008 insgesamt 14 Neoman-Busse mit H_2-Verbrennungsmotoren von MAN. Das ist weltweit die größte Busflotte mit Wasserstoffantrieb.

Um die Zukunftsfähigkeit dieser Antriebsvariante detaillierter zu überprüfen, hat die BVG gemeinsam mit Total Deutschland im Sommer 2008 die Anfertigung einer Machbarkeitsstudie zur nachhaltigen Produktion und Logistik von Wasserstoff vereinbart und mittlerweile begonnen. Darin wird untersucht, wie der für eine mögliche Erweiterung der BVG-Busflotte notwendige Wasserstoff auf umweltfreundliche Weise gewonnen und transportiert werden kann. Andreas Sturmowski, der Vorsitzende des Vorstandes der BVG, sagte: „Der bisherige Versuch mit den 14 Bussen hat gezeigt, dass Wasserstoff als Kraftstoff für unsere Busse durchaus Zukunftspotenzial hat. Aber nur, wenn er sich auch nachhaltig und wirtschaftlich produzieren und transportieren lässt, können wir über eine weitere Ausweitung unserer Aktivitäten auf diesem Sektor nachdenken.“ Die Alternativlösung mit Erdgas wird von den Verkehrsbetrieben wegen steigender Gaspreise derzeit nicht weiter ausgebaut.

„Die Ergebnisse der Studie werden voraussichtlich im November/Dezember vorliegen“, erklärte Klaus Wazlak, Pressesprecher der Verkehrsbetriebe, gegenüber HZwei. Er fügte hinzu: „Je nach Ausgang dieser Studie wird die BVG überlegen, die H_2-Flotte aufzustocken. Angedacht ist eine Größenordnung von zirka 50 weiteren Fahrzeugen, dann allerdings nicht mehr mit gasförmigem, sondern flüssigem Wasserstoff.“

In der norddeutschen Partnerstadt an der Elbe fahren zurzeit noch sechs von ehemals neun mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellenbussen. „Über eine Million Fahrgäste haben sie mittlerweile befördert und dabei fast 500.000 Kilometer Strecke zurückgelegt – ohne jegliche Schadstoffemission“, sagte Günter Elste, der Vorstandsvorsitzende der Hamburger Hochbahn. Die sechs verbliebenen Mercedes-Benz-Citaro-Busse, die über je zwei BZ-Module des Typs Mark 902 von Ballard verfügen, sollen allerdings im kommenden Jahr aussortiert werden. „Sie haben dann die fast dreifache Nutzungsdauer geleistet wie ursprünglich geplant“, erklärte Elste. Das Verkehrsunternehmen möchte aber auch weiterhin an diesem Thema dran bleiben und hat bereits für 2010 zehn neue Busse mit einer fortschrittlicheren Brennstoffzellengeneration (Typ: Ballard HD6) bestellt. Diese sollen nur etwa halb so viel Wasserstoff wie ihre Vorgängermodelle verbrauchen, wodurch sowohl die Reichweite als auch die Wirtschaftlichkeit zunimmt. Der Chef der Hamburger Hochbahn wies darauf hin, dass „steigende Mineralölpreise den Wasserstoff als Antriebsenergie konkurrenzfähiger machen.“

Als nächster Schritt ist der Aufbau einer leistungsfähigen Infrastruktur mit drei neuen Betankungsanlagen in Berlin und einer in der Hamburger HafenCity geplant. Der Energieversorger Vattenfall kündigte an, dass die Station am Elbehafen im Frühjahr 2010 einsatzfähig sein soll. ||

Jetzt Messebesuch planen!

EUROMOLD

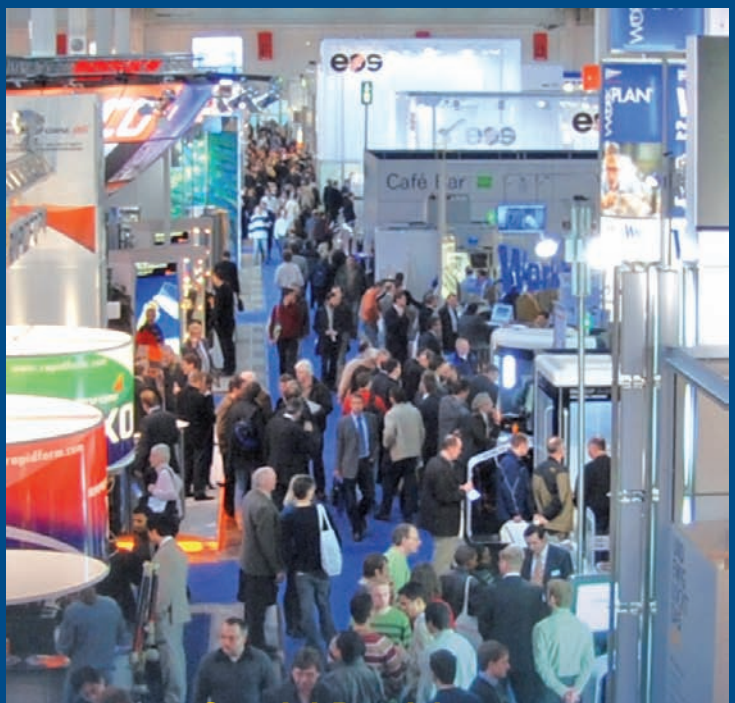
Weltmesse für Werkzeug- und Formenbau, Design und Produktentwicklung

3. - 6. Dezember 2008

Frankfurt / Main Messegelände

Hallen 5.0, 6.0, 6.1, 8.0, 9.0

“Vom Design über den Prototyp bis zur Serie”



Spezial-Bereiche:

Halle 6.0
- Virtuelle Realität
- Engineering
- Simulation + Berechnung

Halle 6.1
- design+engineering + Forum
- Werkstoffe + Forum
- VR + Simulation + Forum
- Campus
- careers4engineers
- Business + Design Area

Halle 8.0
- Rapid Manufacturing

Halle 9.0
- Gastland Indien

www.euromold.com

Zeitgleich mit EuroMold:

turntec + milltec Internationale Fachmesse für Drehteile, Dreh- und Frästechnik 3. - 5. Dez. 2008

Veranstalter: DEMAT GmbH
Postfach 110 611, D-60041 Frankfurt/Main, Germany
Tel. + 49-(0) 69 - 274 003-0, Fax: + 49-(0) 69 - 274 003-40
e-mail:euromold@demat.com

Thema: Herstellung | **Autoren:** Ulrich Bünger, Maximilian Fichtner, Steffen Joest, Frank Merten, Martin Wietschel

WOHER KOMMT DER WASSERSTOFF?

Zentrale Ergebnisse der Roadmap-Studie für Deutschland

Die Masterstudie *GermanHy* versucht einen zentralen Punkt zu klären: Woher kommt der Wasserstoff? Am 26. Juni 2008 fand im Lichthof des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) die Präsentation der Endergebnisse unter Anwesenheit von Minister Tiefensee statt (s. HZwei Juli 08). Eine aktuelle und detaillierte Zusammenfassung dieser Ergebnisse können Sie in dieser und der nächsten Ausgabe der HZwei lesen.

Im Auftrag des Bundesverkehrsministeriums und in Abstimmung mit der Nationalen Organisation Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie (NOW) gibt GermanHy Antworten auf die zentralen Fragen zur Einführung von Wasserstoff im Verkehrssektor:

- Welchen Anteil am zukünftigen Kraftstoffbedarf kann Wasserstoff übernehmen?
- Aus welchen Energiequellen lässt sich Wasserstoff wirtschaftlich bei steigendem Bedarf herstellen (Zeithorizonte: 2020, 2030, Ausblick 2050)?
- Wie lässt sich H_2 vom Ort der Produktion zu den Verbrauchern transportieren?
- Welche Wirkungen hat der Einsatz von Wasserstoff im Verkehrssektor auf Mobilitätskosten, Emissionen, Anteil erneuerbarer Energien und Abhängigkeit von Energieimporten?

Dabei fokussiert die Studie auf die Einführung von Wasserstoff als alternativem Kraftstoff im Verkehrssektor in Deutschland. Die Entwicklung anderer alternativer Antriebskonzepte war nicht Bestandteil der Studie.

WASSERSTOFF IM VERKEHRSSEKTOR Deutschland verbraucht rund 30 Prozent seiner Primärenergie im Verkehrssektor. Fast 90 % davon benötigt der Straßenverkehr, rund 10 % der Flugverkehr. Wasserstoff und Brennstoffzellen können im Straßenverkehr bis 2050 eine große Bedeutung erlangen und zentraler Bestandteil eines diversifizierten Angebotes an Kraftstoffen und Antriebskonzepten werden. Je nach Rahmenbedingungen kann Wasserstoff bis 2050 über 70 % aller Pkw und leichten Nutzfahrzeuge versorgen. Das entspricht je nach Szenario einem Anteil von 20 bis 25 % Wasserstoff am Endenergiebedarf im Verkehrssektor. Im Fall eines drastischen Rückgangs fossiler Energieimporte ermöglicht Wasserstoff das Einphasen von erneuerbaren Energien in den Verkehrssektor. Zentraler begrenzender Faktor eines noch höheren H_2-Anteils ist der Verbreitungsgrad von Wasserstofffahrzeugen (Produktionszahlen).

	1 Moderate Entwicklung	2 Klimaschutz	3 Ressourcen-verknappung
Motivation	Konservative Trendfortschreibung	Ambitionierte Klimaschutzpolitik	Massive Knappheit fossiler Ressourcen
Energiepreise (Rohöl) pro Barrel	54 $/bbl in 2020 111 $/bbl in 2050	54 $/bbl in 2020 111 $/bbl in 2050	248 $/bbl in 2020 202 $/bbl in 2050
Treibhausgas - Minderungsziele	-20% bis 2020 -40% bis 2050	-40% bis 2020 -80% bis 2050	-20% bis 2020 -40% bis 2050
Mehrkosten Brennstoffzellen-Auto	Senkung der Antriebskosten des Brennstoffzellen-PKW/-NFZ auf das Niveau moderner Diesel-PKW/-NFZ		
Erneuerbare Energien	mindestens 20% Anteil am Primärenergieverbrauch bis 2020		

Abb. 1: Drei Szenarios decken verschiedene politische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen ab

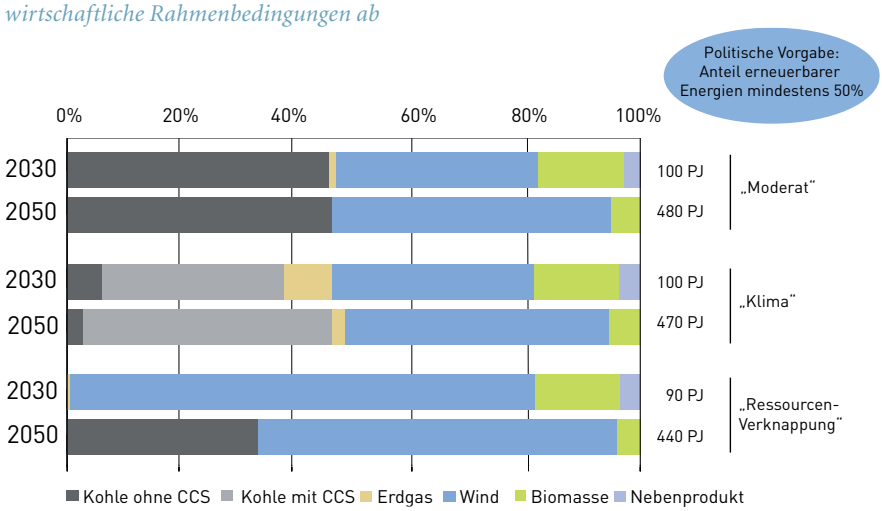


Abb. 2: Unterschiedliche Primärenergieanteile je nach Szenario

HERKUNFT VON WASSERSTOFF Mit Hilfe eines Energiemodells wurde in GermanHy die Einbettung der H_2-Erzeugung in die Energieströme Deutschlands simuliert, so dass Nutzungskonkurrenzen mit anderen Verbrauchssektoren berücksichtigt werden konnten. Zur Herstellung von Wasserstoff wird zukünftig ein Primärenergiemix verwendet. Dabei können in der Übergangsphase regional verfügbarer Wasserstoff aus Industrieanlagen (Nebenprodukt), Erdgasreformierung vor Ort sowie Biomassevergasung eine Rolle spielen. Langfristig überwiegen aus Mengen- und Kostengründen Kohle basierte Herstellungsverfahren mit CO_2-Abscheidung und -Speicherung (CCS) sowie Windenergie. Mögliche Risiken bestehen jedoch, wenn die CCS-Technologie ausfallen sollte oder es zu einer Verzögerung beim Ausbau erneuerbarer Energien kommt.

Biomassevergasung stellt die günstigste Option zur Erzeugung von Wasserstoff aus erneuerbaren Energien dar, ist aber potenzialbeschränkt. Wind ist die bedeutendste erneuerbare Energiequelle, die bei einer Verschärfung der Ressourcensituation deutlich an Bedeutung gewinnt. Die großtechnische Elektrolyse spielt eine wesentliche Rolle zur Integration der erneuerbaren Energien. Später, bei einer

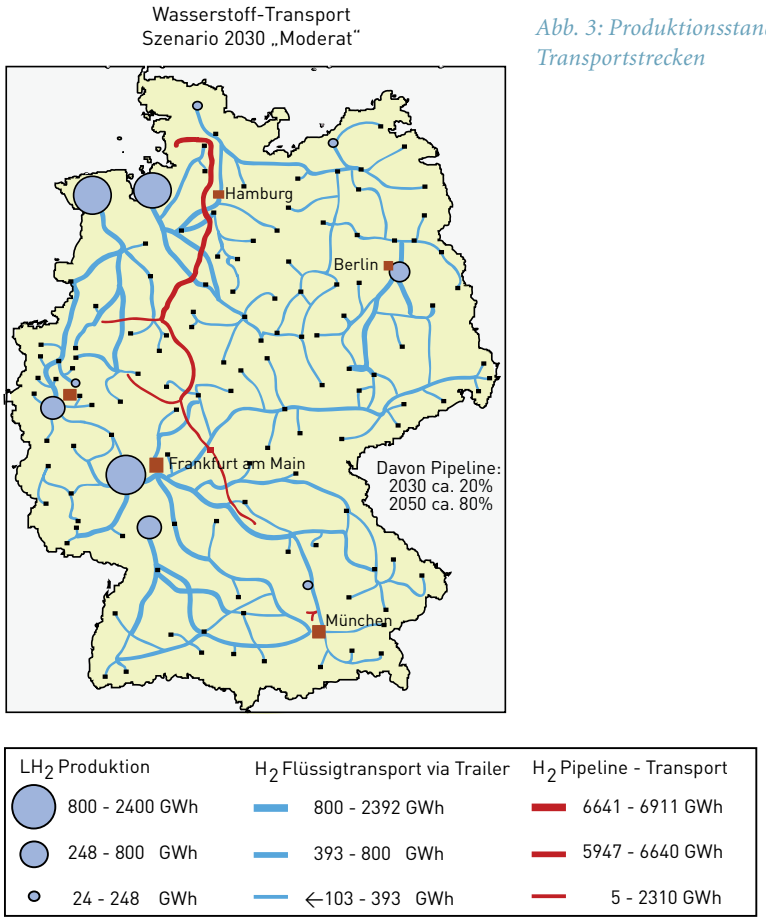


Abb. 3: Produktionsstandorte und Transportstrecken

hohen H_2-Marktdurchdringung, können Importe von Strom und Wasserstoff aus erneuerbaren Energien deutlich an Bedeutung gewinnen.

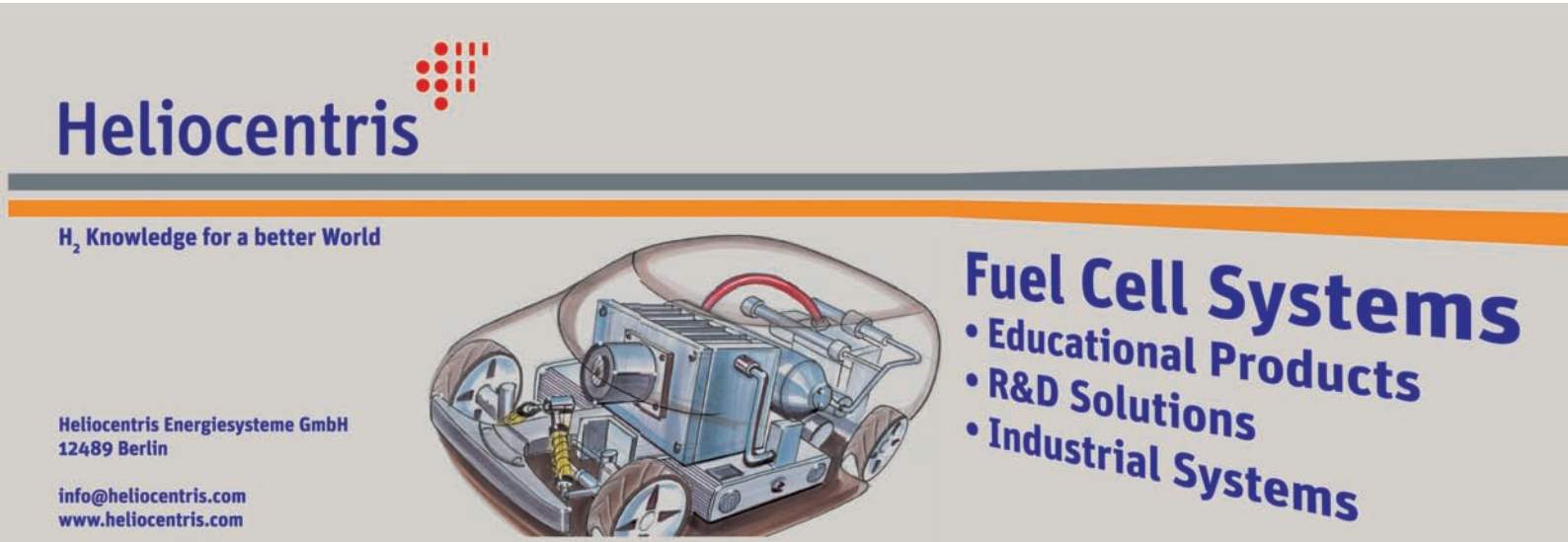
Nebenproduktwasserstoff stellt sich gerade in der Einführungsphase als attraktive Quelle dar. Er ist aber potenzialbeschränkt. Ab 2020 kann die Vergasung von Stein- und Braunkohle eine wirtschaftliche Option bilden. Die Klimaschutzziele erlauben dies jedoch nur in Verbindung mit CCS. Die Vor-Ort-Herstellung von Wasserstoff aus Erdgas durch Dampfreformierung kann zu Beginn eine Rolle spielen. Allerdings bestehen Unsicherheiten bezüglich der Wirtschaftlichkeit. Entscheidend für den zukünftigen Energiemix zur Produktion von Wasserstoff sind politische Ziele und Rahmenbedingungen, Primärenergieverfügbarkeit sowie das Erreichen technischer Entwicklungsziele.

AUFBAU EINER H_2-INFRASTRUKTUR Der Aufbau der Infrastruktur erfolgt sukzessive, ausgehend von Ballungszentren und dann durch deren Verknüpfung. In der Einführungsphase (ca. bis 2030) dominiert aufgrund der relativ geringen Verbrauchsmengen der Transport von Flüssigwasserstoff zur Tankstelle, so dass auch Offshore-Wind- und Nebenprodukt-Wasserstoff integriert werden kann. Mit steigender Nachfrage (ab ca. 2030) erfolgen Transport und Verteilung über Pipelines mit Druckwasserstoff, da dies bei großen Mengen kostengünstiger ist. Die Vor-Ort-Produktion ergänzt regional das Angebot. Regional kann die Erzeugung von Wasserstoff aus Erdgas, Biomasse oder Elektrolyse eine Rolle spielen.

KOSTEN DER H_2-BEREITSTELLUNG Der Aufbau der Infrastruktur erfolgt sukzessive, beginnend in Ballungszentren. Die Kosten für den flächendeckenden H_2-Infrastrukturaufbau liegen bis 2030 bei knapp 1 Mrd. Euro pro Jahr. Nach einer Einführungsphase liegen die Wasserstoffkosten zwischen 3 und 4 Cent/km (ohne Steuern). Das heißt, Mobilität mit Wasserstoff und Brennstoffzellen wird zu heutigen Kosten möglich sein, wenn die Entwicklungsziele bei BZ-Fahrzeugen erreicht werden. Etwa 50 bis 80 % der Kraftstoffkosten entfallen dabei auf Wasserstoffproduktion und Primärenergieträger. In der Einführungsphase entstehen höhere Kosten durch Unterauslastung der Infrastruktur. Deshalb schaffen Wasserstoff und Brennstoffzellen den Markteintritt nicht von alleine, sondern bedürfen insbesondere in der Einführungsphase entsprechender Rahmenbedingungen. Die wichtigen Einflussgrößen für die H_2-Kosten sind:

- Politische Zielvorgaben zu Klimaschutz und erneuerbaren Energien
- Energiepreisentwicklung
- Erfolg von CCS

MINDERUNG DER CO_2-EMISSIONEN Wasserstoff kann die direkten Kohlendioxidemissionen des Verkehrssektors um bis zu 80 % reduzieren. Die CO_2-Emissionen eines BZ-Pkw können beim Einsatz von erneuerbaren Energien und Kohle mit CCS auf 40 bis 20g CO_2/km gesenkt werden. Auch wenn man die gesamte Bereitstellungskette des Wasserstoffs mit einbezieht, muss der Wert nicht höher liegen. Zum Vergleich: Die CO_2-Emissionen der neu zugelassenen Pkw in Deutschland liegen heute durchschnittlich bei über 160 g/km. Darüber



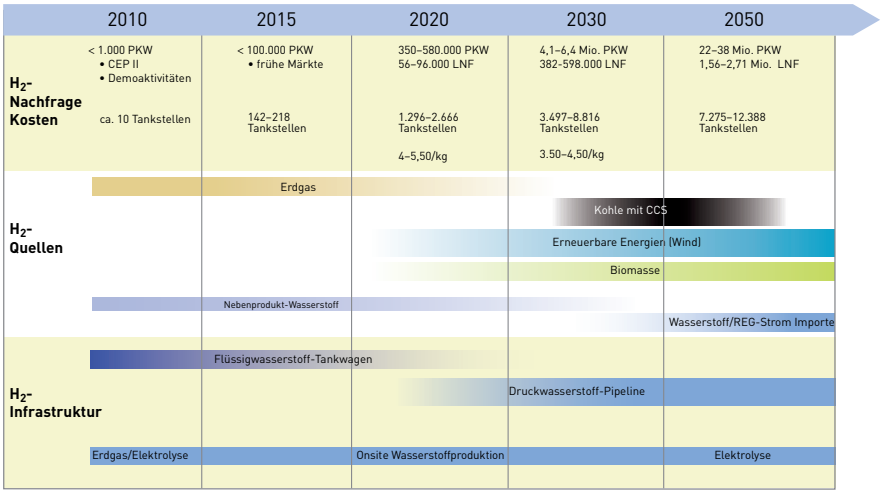


Abb. 4: Roadmap zur Einführung von Wasserstoff im Verkehrssektor

hinaus verursachen mit Wasserstoff betriebene Brennstoffzellenfahrzeuge lokal keine Schadstoff- und nur geringe Lärmemissionen.

ENERGIEIMPORTE UND ERNEUERBARE ENERGIEN Die Abhängigkeit von Energieimporten kann durch Diversifizierung und den Einsatz heimischer Energiequellen von aktuell über 90 % auf 55 bis 35 % gesenkt werden, je nach Szenario. Der Anteil erneuerbarer Energien an der H_2-Erzeugung kann bis 2050 auf über 60 % gesteigert werden. Mit Importen erneuerbarer Energien ist eine noch größere Quote möglich. Ein höherer Anteil erneuerbarer Energien führt im Szenario *Moderate Entwicklung* zu geringen Mehrkosten. Im Szenario *Ressourcenverknappung* sind erneuerbare Energien deutlich früher wettbewerbsfähig. Im Fall eines drastischen Rückganges fossiler Energieimporte müssen nicht nur verstärkt erneuerbare Energien eingesetzt werden, sondern auch höhere Effizienzsteigerungen erreicht und Energie sparendes Verhalten umgesetzt werden.

FAZIT

- Im Szenario *Moderate Entwicklung* ist der Einsatz von Wasserstoff sinnvoll aus Gründen der Wirtschaftlichkeit, der CO_2-Minderung und der Versorgungssicherheit.
- Im Szenario *Klimaschutz* ist Wasserstoff erforderlich, um den Beitrag des Verkehrssektors zur Senkung der CO_2-Emissionen sicherzustellen und die erneuerbaren Energien stärker in den Verkehr zu integrieren.
- Im Szenario *Ressourcenverknappung* ist Wasserstoff zwingend erforderlich, um zumindest einen Teil der heutigen individuellen Mobilität auch künftig zu gewährleisten.

Die Gesamtenergieversorgung wird auch im Verkehrsbereich vielfältiger und komplexer. Die Nutzungskonkurrenz stationär versus mobil verschärft sich, vor allem bei der Nutzung von Biomasse. Wasserstoff kann zusammen mit anderen alternativen Kraftstoffen über 50 % des Verkehrsbedarfs in 2050 decken. In allen GermanHy-Szenarios und in allen Sektoren ist eine Energieeffizienzsteigerung notwendig. Trotzdem reichen im Szenario *Ressourcenverknappung* die vorgeschlagenen Aktivitäten nicht aus, um die heutigen Mobilitätsmuster aufrechterhalten zu können.

Batterien sind eine notwendige Schlüsseltechnologie für zukünftige Mobilitätskonzepte. Elektrische oder Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge stellen eine geeignete komplementäre Lösung dar. Biokraftstoffe werden trotz der begrenzten Verfügbarkeit auch im Verkehrssektor eine wichtige Rolle spielen, insbesondere für Verkehrsträger wie Lkw, Flugzeuge und Schiffe. ||

→ *www.germanhy.de*

Literatur:
- *BMWi Energiereport 2005*
- *BMU Leitstudie 2007*

Autoren:
- *Prof. Dr. Ulrich Bünger, Ludwig Bölkow Systemtechnik GmbH*
- *Dr. Maximilian Fichtner, Forschungszentrum Karlsruhe*
- *Steffen Joest, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)*
- *Frank Merten, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH*
- *Prof. Dr. Martin Wietschel, Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung*

BESTELL-FORMULAR

[ ] **Hiermit bestelle ich HZwei – das Magazin für Wasserstoff und Brennstoffzellen und erhalten das Buch *Wasserstoff-Autos* kostenlos dazu…**

Das Abonnement gilt für 1 Jahr und kostet 24 Euro inkl. MwSt. zzgl. 6 Euro Versand.

Name Vorname

Adresse

Straße, PLZ, Ort

Ort, Datum 1. Unterschrift

Diese Bestellung kann innerhalb von 10 Tagen schriftlich beim Verlag widerrufen werden. Zur Fristwahrung genügt die Rückmeldung innerhalb dieser 10 Tage.
Ich habe von meinem Rücktrittsrecht Kenntnis genommen und bestätige dies mit meiner 2. Unterschrift.

Ort, Datum 2. Unterschrift

Die Bestellung ist nur gültig, wenn beide Unterschriften vorhanden sind.

Bitte per Post oder Fax absenden an:
Hydrogeit Verlag, Gartenweg 5, 16727 Oberkrämer,
Fax: 033055-21320 oder im Internet bestellen unter
www.hzwei.info

Thema: Entwicklung | **Autor:** Sven Geitmann |

UNBEMANNTES HYBRIDBOOT

Weltmeister im Robotersegeln

Die ASV roboat auf hoher See [Quelle: InnoC]

Was bei Autos längst üblich ist, soll nun auch auf See zum Einsatz kommen: die Hybridtechnik. Die österreichische Gesellschaft für innovative Computerwissenschaft InnoC.at verfügt über ein Segelschiff, dass zwar durch Windkraft angetrieben wird, aber den Strom für die Bordenergieversorgung über eine Solaranlage sowie eine Brennstoffzelle bezieht. Die Techniker gehen zusätzlich noch einen Schritt weiter: Sie verzichten gänzlich auf die Besatzung.

Die *ASV roboat* (Autonomous Sailing Vessel) funktioniert vollautomatisch. Ohne menschliches Zutun kann das Segelschiff jedes beliebige Ziel ansteuern. Es müssen lediglich die Zielkoordinaten eingegeben werden. Das autonome Boot findet dann selbst anhand der aktuellen Wetterdaten die optimale Route heraus. Sogar die Segel werden mit Hilfe von Elektromotoren getrimmt. Die Energie bekommt das roboat direkt von der Sonne. Dafür ist eine 1,5 m^2 große Photovoltaikanlage (285 W_{peak}) auf dem Deck installiert, die normalerweise angesichts des geringen durchschnittlichen Eigenenergieverbrauchs von 50 W ausreicht. Zusätzlich wurde aber mittlerweile eine Brennstoffzelle installiert, die die Blei-Gel-Batterien (2 x 230 Ah) der ASV roboat auflädt, falls mal keine Sonne scheint. Es handelt sich dabei um eine Direkt-Methanol-Brennstoffzelle (efoy 1600), die von Smart Fuel Cell kostenlos zur Verfügung gestellt wurde.

Mitte August dieses Jahres liefen Probefahrten auf dem Mittelmeer in Kroatien, wo das Schiff auf Hochseetauglichkeit überprüft wurde. Während dieser Testwoche konnten wertvolle Daten für den Einsatz auf hoher See gesammelt werden. „Im Meer können wir all das testen, was wir auf der Donau oder am Neusiedlersee nicht überprüfen können“, erklärt Projektleiter Roland Stelzer. „Das hybride System aus Photovoltaik und Direkt-Methanol-Brennstoffzelle hat hervorragend funktioniert.“ Im nächsten Jahr soll es dann fit für die Atlantiküberquerung sein, die im Rahmen der Microtransat 2009 geplant ist.

3,75 m vollgestopft mit intelligenter Technik [Quelle: InnoC]

DREIMALIGER GEWINNER DER MICROTRANSAT Die Microtransat 2006 hatte die Vorläuferversion, ein 1,4 m langes Modellbauboot, bereits gewonnen. Ab 2007 ging dann ein mehr als doppelt so langes Nachfolgemodell an den Start. Beide Veranstaltungen waren Vorbereitungswettbewerbe für die anvisierte große Fahrt von Europa in die Karibik. Zum ersten Testlauf im Juni 2006 waren insgesamt drei Teams nach Toulouse, Frankreich, gekommen, um dort auf einem See zunächst unter nicht so harten Bedingungen erste Versuche durchführen zu können. Im September 2007 waren es dann schon vier Mannschaften, die auf der Irischen See das Segeln auf dem offenen Meer testeten. Im Mai 2008 trat das mit einigen Neuerungen versehene Modell der zweiten Generation (zusätzliches Vorsegel, Solaranlage, Brennstoffzelle) auf dem Neusiedlersee in Österreich zum dritten Testlauf an, der im Rahmen der Roboter-Segel-Weltmeisterschaft von InnoC organisiert und auch gewonnen wurde.

Die Arbeiten an diesem Projekt begannen bereits Ende 2005. Stelzer erklärt: „Die Idee zu einem vollautonomen Segelboot ist bereits seit einigen Jahren in meinem Kopf herumgegeistert, ehe ich dann bei InnoC das passende Umfeld und ein hoch motiviertes Team gefunden habe um das Ganze in die Tat umzusetzen.“

„Die Stärke unseres Bootes ist das Segeln. Wir haben als Informatiker das Segeln sehr gut am Computer abbilden können und somit eine hohe Systemintelligenz bei ASV roboat erreicht. Hier sind wir der Konkurrenz sicherlich um einiges voraus“, meint Stelzer. Im Falle eines weiteren positiven Projektverlaufs könnte die ASV roboat zukünftig bei unbemannten und CO_2-neutralen Frachtbeförderungen, als Versorgungsschiff oder als Bojenersatz zur Meeresdatensammlung eingesetzt werden. ||

→ *www.roboat.at*

Thema: Entwicklung | **Autor:** Thomas Kolbusch

TREND ZU HOCHTEMPERATURMEMBRANEN

Entwicklung von Beschichtungsanlagen

Abb. 1: Beschichtungsanlage mit einer Arbeitsbreite von 500 mm [Quelle: Coatema]

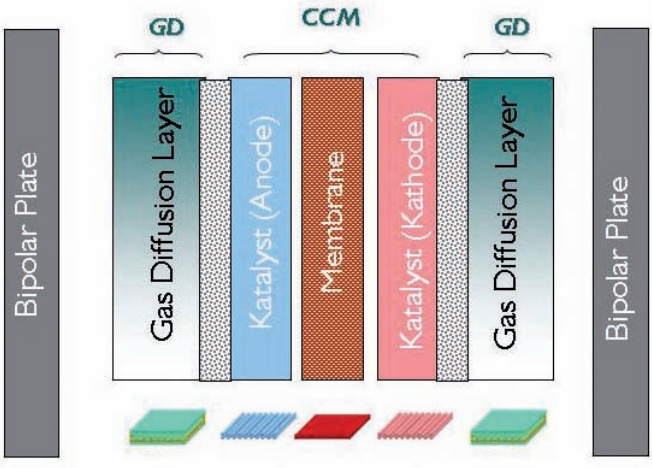


Abb. 2: MEA = Membrane electrode assembly [Quelle: Coatema]

Brennstoffzellen haben in den letzten Jahren einen wechselhaften Werdegang hinter sich. Die wesentlichen Trends bei der Entwicklung blieben jedoch immer gleich: Verkleinerung der Systeme, Reduzierung der Kosten, Steigerung der Effizienz und Verlängerung der Lebensdauer. Alle Einzelkomponenten werden daher einer fortlaufenden Optimierung unterzogen. Im Mittelpunkt der Bemühungen steht dabei meist die so genannte Membran-Elektroden-Einheit (MEA = membrane electrode assembly).

Membran-Elektroden-Einheiten bestehen aus mehreren Schichten verschiedener Materialien, wobei jede einzelne Schicht einer individuellen Behandlung bedarf. Von außen betrachtet kommen zunächst die Bipolarplatten, die das ganze Sandwich zusammen halten. Dann kommen die Gasdiffusionslagen (GDL), die für die Zufuhr von Wasserstoff und Luft sowie die Abfuhr von Wasserdampf zuständig sind. Auf die folgenden Elektroden (Anode sowie Kathode) ist als Reaktionsbeschleuniger Katalysatormaterial aufgedampft. Erst dann kommt in der Mitte die Membran, das Herzstück einer MEA.

ENTWICKLUNG DER BESCHICHTUNG In der Anfangszeit der MEA-Entwicklung bestanden die Gasdiffusionslagen im Wesentlichen aus Karbonpapier, Nonwoven oder auch Karbongewebe. Diese mussten imprägniert und beschichtet werden, bevor sie für den Einsatz in einem Brennstoffzellen-Stack geeignet waren. Die Beschichtung der Gasdiffusionslagen geschah mit so genannten Microporous-Layern. Die Produktionsanlagen, die für diese Vorgänge konzipiert wurden, ermöglichen Arbeitsbreiten von bis zu 1.000 mm.

Seit einigen Jahren werden Gasdiffusionselektroden (GDE) hergestellt, indem die Gasdiffusionslagen direkt mit Platinkatalysatormaterial beschichtet werden. Diese Entwicklung wurde im Jahr 2002 unter anderem durch das Land Nordrhein-Westfalen im Rahmen des REN-Projektes gefördert und durch die Kooperation zwischen der Coatema Coating Machinery GmbH und dem Forschungszentrum Jülich vorangebracht. Herausgekommen sind dabei Produktionsanlagen, die frei skalierbar sind, so dass seitdem verschiedene MEA-Größen gefertigt werden können. Die damals entwickelte 1.000mm-Produktionsanlage war zu diesem Zeitpunkt die weltweit breiteste zur Beschichtung von Gasdiffusionselektroden.

Bei den heutigen Gasdiffusionselektroden ist das Ziel, eine möglichst geringe Beladung mit Platinkatalysator zu erreichen, um Material und damit Geld einzusparen, und gleichzeitig eine ausreichende Porosität der Oberfläche sicherzustellen. Bei Direktmethanolbrennstoffzellen wird darüber hinaus eine Beschichtung der Membranen angestrebt, um dadurch den Durchtritt von Methanol durch die Membran (Cross-Over-Effekt) zu reduzieren. Insbesondere im Automotive-Bereich ist die Reduzierung der Dicke der einzelnen MEA im Stack, aber auch die Stabilität des Systems unter Belastung insbesondere an den Rändern der Membran, wichtig.

KOSTENSENKUNGSPOTENTIALE Entscheidende Punkte zur Kostensenkung und Qualitätssicherung bei der MEA-Fertigung sind das Auffinden und die Eingrenzung der entscheidenden Parameter bei den Beschichtungs- und Druckverfahren. Die Vielzahl der verschiedenen Parameter macht es allerdings schwer, den optimalen Fertigungsprozess ausfindig zu machen (z. B. Fließverhalten der Paste, Art des Auftragsystems oder Ausführung des Trocknungsprozesses, s. auch Abb. 3).

Ein weiterer wichtiger Punkt für die notwendige Kostendegression ist die richtige Trocknung. Falsch ausgelegte Trockner, die beispielsweise mit zu großen Luftmengen arbeiten, können eine ausgeprägte Rissbildung des Microporous Layers hervorrufen, die sich dann in der Katalysatorschicht fortsetzt. Außerdem kann zu schnell entweichendes Lösemittel zu einer Grenzschichtbildung führen, worunter die Beschichtungsqualität leidet. Hier bietet sich der Einsatz einzelner Trocknersegmente an, mit denen die Möglichkeit besteht, Temperaturrampen fahren zu können.

Abb. 3: Wesentliche Parameter für die Beschichtungs- und Druckprozesse [Quelle: Coatema]

Großes Optimierungspotential liegt zudem in der Prozessauslegung und Steuerung. Da es sich bei den zu beschichtenden Substraten in der Regel um zugempfindliche Substrate handelt (z. B. Nafion), muss ein möglichst spannungsfreier Transport in einem Produktionsprozess bei einer gleichbleibenden Produktionsgeschwindigkeit gewährleistet sein. Weiterhin ist die genaue Positionierung des Substrates in der Beschichtung oder im Druckvorgang gerade bei doppelseitigen Anwendungen entscheidend. Je präziser hier die Auslegung geschieht, umso besser wird die Qualität.

Die Koppelung der Prozesssteuerung mit der Qualitätssicherung in einem geschlossenen Regelkreis ist ein gut geeignetes Verfahren zur Produktivitätssteigerung. Dies kann beispielsweise die Online-Erfassung von Schichtdicken im Beschichtungsverfahren beinhalten sowie die Regelung der Beschichtungssysteme gemäß der detektierten Parameter. Auch die Oberflächenkontrolle mit Kamerasystemen sowie die Erfassung der Toleranzen im Druckverfahren sind weitere Kontrollverfahren. Alle Messwerte müssen bei jeder einzelnen Produktrolle erfasst und dokumentiert werden, um bei Bedarf später noch feststellen zu können, wo mögliche Fehler im Gesamtsystem liegen könnten.

NEUE FERTIGUNGSVERFAHREN Die Entwicklung bei der MEA-Fertigung bleibt jedoch nicht stehen. Mittlerweile wird an Mehrschichtsystemen und direkten Beschichtungsmethoden von Brennstoffzellenmembranen mit Katalysatormaterial, so genannten CCM (catalyst coated membrane), geforscht. Auch das Gießen von Membranen sowie die automatisierte Herstellung kompletter MEAs befinden sich derzeit in der Entwicklung.

Der Trend bei der Membranentwicklung geht im Automobilbereich in Richtung Hochtemperaturanwendung, das bedeutet Betriebstemperatur bis zu 120 °C. Weiterhin wird versucht, den direkten Auftrag des Katalysators auf die Membran zu erreichen beziehungsweise zu optimieren. Gerade bei den bis jetzt genutzten Membranen stellt sich das Problem der Dimensionsinstabilität beim Kontakt mit Lösemitteln, was den Rolle-zu-Rolle-Prozess erheblich erschwert. Hier finden sowohl direkte Beschichtungs- und Druckverfahren Anwendung als auch Sprühverfahren und Vakuumbeschichtungsprozesse. Eine Anforderung an die Membranen sind die weitere Senkung der Kosten für den Herstellungsprozess und die vereinfachte Anwendung im Rolle-zu-Rolle-Prozess auch bei höheren Geschwindigkeiten. ||

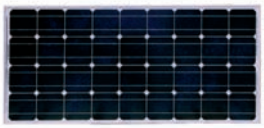
Autor:

Thomas Kolbusch
Coatema Coating Machinery GmbH, Dormagen
→ info@coatema.de

udomi competence in fuel cell systems

EFOY Brennstoffzelle
+
Photovoltaik
=
zuverlässige Stromversorgung für Inselsysteme

+



Anwendungen:
• Verkehrsleitsysteme
• Messstationen
• Gartenhäuser
• Videoüberwachung

udomi – competence in fuel cell systems
Hochfeldstrasse 8
74632 Neuenstein
Tel.: 07942-9420891
www.udomi.de

Thema: Entwicklung | **Autor:** Alexander Hlawenka

MODELLBASIERTE REGLERENTWICKLUNG

Effiziente Modellierung von Brennstoffzellensystemen

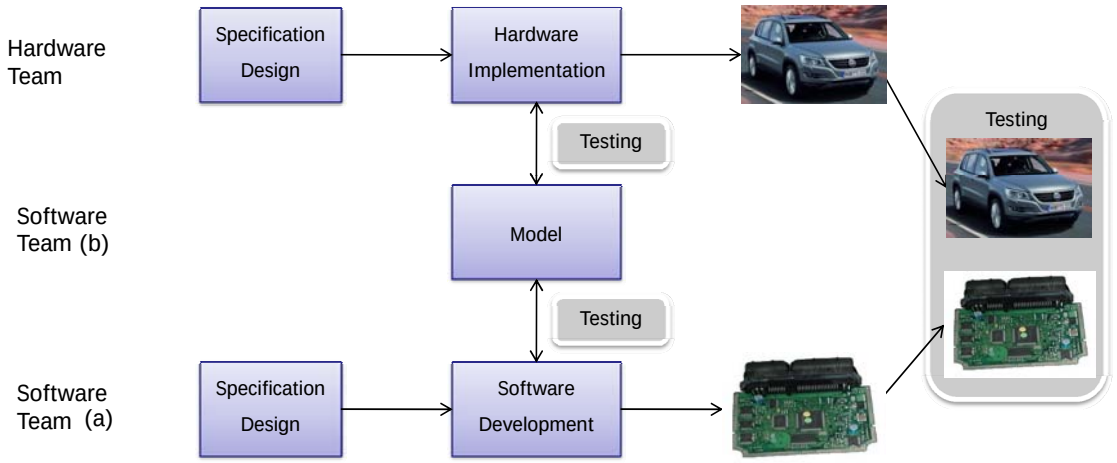


Abb. 1: Die Regelung wird anhand eines Prozessmodells entwickelt

Die Simulation ist zum erfolgreichen Hilfsmittel im Entwicklungsprozess auch von Brennstoffzellensystemen geworden. Für die Modellierung stehen heute Simulationsbibliotheken zur Verfügung. Die Firma EUtech bietet eine Simulink-Bibliothek speziell für Brennstoffzellen an.

Modellbasierte Entwicklung ist heute gängiger Standard bei der Herstellung von Steuergeräten insbesondere im Automobilbereich. Wesentliche Bestandteile sind dabei das Entwickeln und das Testen der Steuerungs- und Regelungsapplikation anhand eines Prozessmodells. Das Prozessmodell dient nicht nur der Reglerauslegung, sondern kann auch die Optimierung des Prozesses selbst unterstützen (s. Abb. 1).

1. SCHRITT: MODELLIERUNG Bei der Modellierung zum Zwecke der Auslegung und der Entwicklung der Regler genügen meist Modelle, bei denen interne Vorgänge in den zu simulierenden Komponenten weitestgehend vereinfacht und ausschließlich mit ihrem Ein-Ausgangsverhalten abgebildet werden (Systemebene). So kann man für eine Modellierung des Brennstoffzellenstacks beispielsweise die detaillierten elektrochemischen Prozesse und Transportvorgänge im Stack abstrahieren und sich auf die Vorgabe der Polarisationskurven und einiger thermischer Parameter beschränken. Das geht vergleichsweise schnell und ermöglicht Simulationen in Echtzeit. Um die Polarisationskurven zu erhalten, kann man im einfachsten Fall Messungen an einem vorhandenen Stack durchführen und diese Daten nutzen oder, falls der Stack noch nicht verfügbar ist, mit geeigneten CFD-Tools detaillierte Strömungssimulationen durchführen. Es empfiehlt sich aus Rechenzeitgründen nicht, die Detailsimulation in eine Darstellung des Gesamtsystems mit aufzunehmen, da beispielsweise die schnellen elektrochemischen Prozesse im Millisekundenbereich, die thermischen Prozesse (auf deren Basis geregelt wird) jedoch eher im Sekundenbereich ablaufen. Die kleinste Zeitkonstante ist jedoch ausschlaggebend für die Wahl der Simulationsschrittweite.

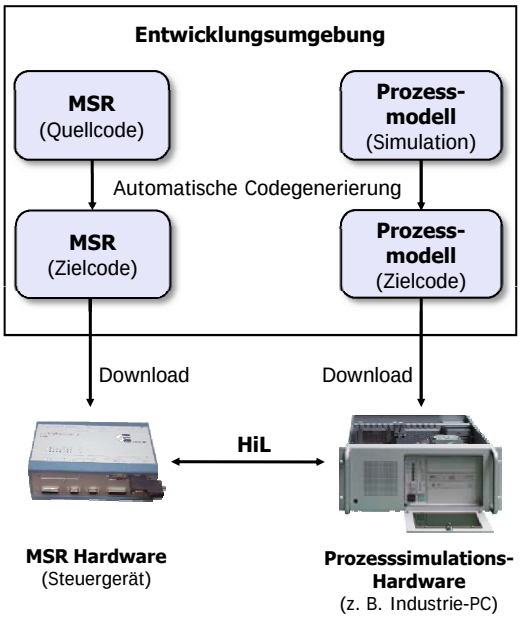


Abb. 2: Konfiguration einer Hardware-in-the-Loop Umgebung

Alternativ zu parametrierbaren Modellen können auch direkt aus Messdaten mathematische Black-Box-Modelle mit Methoden der Systemidentifikation generiert werden. Ungeachtet der Verfügbarkeit von hochentwickelten Werkzeugen zur Systemidentifikation ist insbesondere bei den stark nichtlinearen Vorgängen in Brennstoffzellensystemen viel Erfahrung und Handarbeit nötig. Daher sind parametrierbare Modelle zu bevorzugen, um physikalische Plausibilität sicherzustellen.

2. SCHRITT: REGLERENTWICKLUNG Die Reglerentwicklung erfolgt bei der modellbasierten Entwicklung anhand des aufgebauten Prozessmodells. Die Regelungsstruktur wird entweder iterativ anhand von Simulationen verfeinert oder aus dem

Prozessmodell methodisch synthetisiert. In jedem Fall wird das Prozessmodell zur Kernkomponente des Entwicklungsprozesses. Die Qualität der Prozessabbildung spiegelt sich damit auch in der erstellten Regelung wieder. Auf dem Weg zur fertigen auf das Steuergerät angepassten Mess-, Steuer- und Regelungssoftware (MSR-Applikation) steht nach der Entwicklung der Regelung die Generierung von ausführbarem Code für die Zielplattform an. In modernen Entwicklungsumgebungen braucht hier keine manuelle Codierungsarbeit mehr durchgeführt zu werden. Stattdessen werden die oft graphischen Repräsentationen der Regelungen automatisch zum Beispiel in C-Code übersetzt und dann für die Zielplattform kompiliert. Dabei ist egal, ob die Zielplattform ein Microkontroller ist oder in einem Zwischenschritt eine ausführbare Datei für eine Standard-Windows-Plattform erzeugt wird.

Um die Regelungssoftware in Verbindung mit dem Steuergerät zu testen, kann man wieder das Prozessmodell einsetzen. Die Prozesssimulation läuft in einer Entwicklungsumgebung als eigenständiges ausführbares Programm oder sogar auf einem eigenen Rechner und bedient die Schnittstellen des Steuergerätes. So kann an den Eingängen des Steuergeräts ein möglichst reales Prozessverhalten simuliert werden. Die Ausgangssignale des Steuergerätes werden zurück in das Prozessmodell geleitet, um Regelkreise zu schließen. Das Steuergerät kommuniziert dabei mit dem Prozess über die endgültigen Hardware-Schnittstellen.

Abbildung 2 zeigt eine mögliche Konfiguration einer solchen HiL (Hardware in the Loop)-Umgebung, bei der die Prozesssimulation auf einer eigenen Hardware in Echtzeit abläuft. Die MSR läuft auf dem zukünftigen Steuergerät, die Prozesssimulation beispielsweise auf einem herkömmlichen PC. Verbindet man nun Steuergerät und Prozesssimulation, kann man das Steuergerät in all seinen Funktionen testen. Es können insbesondere Störungen und Sonderfälle in der Prozesssimulation vorgegeben werden, die man mit der realen Anlage aus Sicherheitsgründen oder zur Schonung der Anlage nicht durchführen möchte. Der Vorteil eines solchen HiL-Tests ist, dass die endgültige Regelungshard- und -software unter Echtzeitbedingungen getestet werden kann. Insbesondere Timing-Probleme von Treibern oder Probleme der Hardwareschnittstellen können auf diese Art erkannt werden.

BEISPIEL: BZ-FAHRZEUG-SIMULATION Um ein Brennstoffzellenfahrzeug zu simulieren, müssen zusätzlich zu der komplexen thermodynamischen Simulation der Brennstoffzelle mit ihren Peripheriekomponenten (z. B. Kühlkreislauf, Luftverdichtung, Befeuchtung etc.) auch noch die nachgeschalteten elektrischen Komponenten wie Batterie, DC/DC-Wandler, Elektromotor sowie die mechanischen Komponenten Getriebe und Fahrzeug modelliert werden. Für die Modellierung dieser Elemente stehen geeignete Softwarebibliotheken zur Verfügung. Damit kann der Aufwand erheblich reduziert werden, da keine detaillierten Modellbildungen, sondern wie oben geschildert oft nur noch Parametrierungen durchgeführt werden müssen. Damit verkürzt sich die Entwicklungszeit für das Systemmodell, und der Ingenieur kann sein Hauptaugenmerk auf die Entwicklung von Kernkomponenten (z. B. Stack) oder auf die Regelungsentwicklung legen.

Unter MATLAB/Simulink steht eine ganze Reihe von Toolboxen der Firma The MathWorks für die physikalische Modellierung zur Verfügung, mit denen elektrische und mechanische Systeme abgebildet werden können. Der gerade bei der Entwicklung von Brennstoffzellen relevante Bereich der Thermodynamik (incl. Reaktionschemie) wird durch die Bibliothek FClib der Firma EUtech abgedeckt. Darin sind bereits fertige Simulink-Blöcke für verfahrenstechnische Komponenten wie Pumpen, Ventile, Wärmeübertrager, Reaktoren, Tanks ebenso enthalten wie verschiedene Stack-Modelle (SOFC, PEMFC, DMFC usw.). Die Komponenten sind dabei auf einer unterlagerten Ebene durch elementare Blöcke für Zustandsumrechungen und Zustandsübergänge aufgebaut. Diese Blöcke können auch genutzt werden, um zügig neue Komponenten zu modellieren, ohne sich dabei in den Details von Stoffeigenschaften und Zustandsberechnungen zu verlieren.

Beispielhaft für das geschilderte Vorgehen wurde von EUtech in enger Zusammenarbeit mit der Firma The MathWorks unter Simulink ein vereinfachtes Fahrzeugmodell entwickelt, das den gesamten Strang vom Wasserstofftank bis zum Rad abdeckt. Das Modell orientiert sich an den Fahrzeugdaten des im Sommer 2008 von Honda vorgestellten Honda FCX Clarity und konnte dank Einsatz der Physical Modeling Toolboxen und der FClib binnen kurzer Zeit inclusive einer einfachen Regelung aufgebaut werden. Das Fahrzeug ist mit einem 350-bar-Wasserstoffgastank und einer 100-kW-PEM-FC ausgestattet. Die Batterie stellt Energie für kurze Spitzenlast oder Kaltstarts zur Verfügung und dient gleichzeitig als Speicher von Bremsenergie, bei der der Motor als Generator fungiert (s. Abb. 3 u. 4).

ABBILDUNG REALER FAHRZYKLEN Mit Simulationsmodellen wie diesen können Simulationen von Fahrzyklen zur geeigneten Auslegung von Komponenten und zur optimalen Wahl von Regelparametern durchgeführt werden. Exemplarisch wurden mit dem erstellten Modell Simulationen zum

SGL GROUP ist einer der weltweit führenden Hersteller von Produkten aus Kohlenstoff

Zwei Komponenten für Brennstoffzellen
Fuel Cell Components der SGL Group fertigt SIGRACET® Gasdiffusionsschichten (GDL) in drei unterschiedlichen Stärken als Standardrollenware bis 450 mm Breite (hydrophobiert, mit Mikrolayer-Beschichtung) für alle bekannten PEM- und DMFC-Brennstoffzellen.

Bei Fragen kontaktieren Sie bitte Herrn Nico Haak.

The Fuel Cell Seminar and Exposition, October 27 - 30, 2008
Phoenix Convention Center, Phoenix, Arizona, Booth number 608

SGL GROUP
THE CARBON COMPANY
Fuel Cell Components
SGL TECHNOLOGIES GmbH
Werner-von-Siemens-Straße 18
86405 Meitingen
Telefon +49 8271 83-3360
Telefax +49 8271 83-1427
fuelcellcomponents@sglcarbon.de

Broad Base.
Best Solutions.

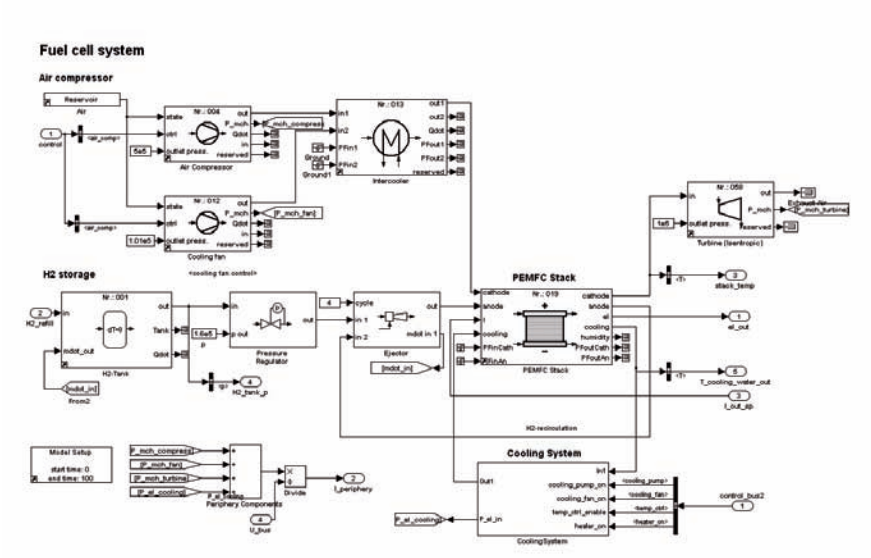


Abb. 3: Simulinkmodell eines Brennstoffzellenfahrzeugs im Überblick

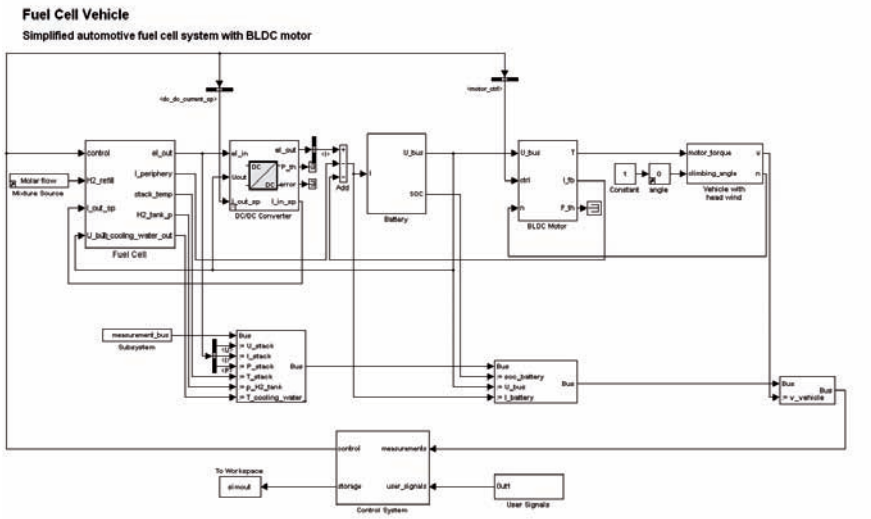


Abb. 4: Modell der Brennstoffzelle und der Peripheriekomponenten in einem BZ-Fahrzeug

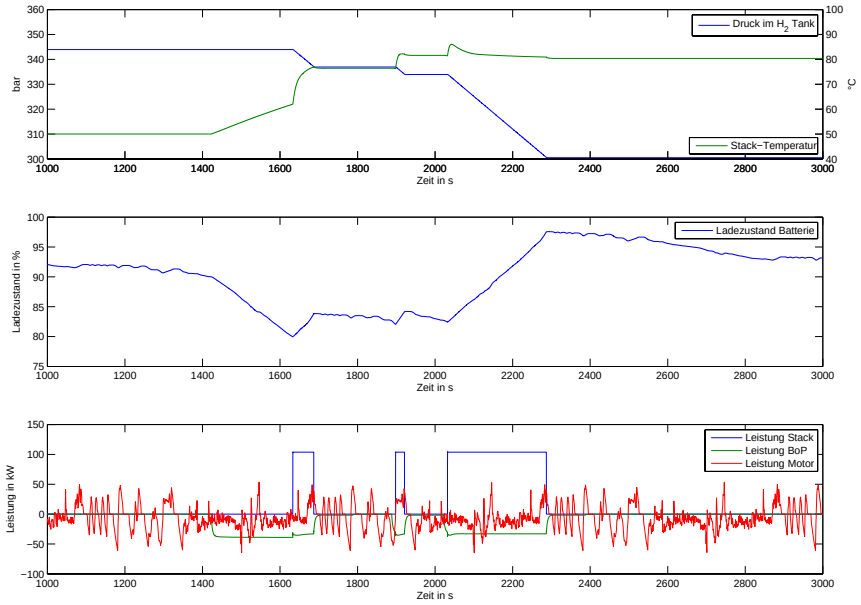


Abb. 5: Kenngrößen eines Brennstoffzellenfahrzeugmodells während eines US06-Fahrzyklus

dynamischen Verhalten bei Beschleunigung und Bremsvorgängen sowie zum Ladeverhalten bei verschiedenen Fahrzyklen durchgeführt. Ausschnitte der Ergebnisse eines US06-Fahrzyklus sind in Abbildung 5 dargestellt.

Hier sieht man beispielhaft, wie der Motor sowohl positive als auch negative Beiträge zur Energiebilanz liefert (regeneratives Bremsen). Der steile Abfall im Batterieladezustand kommt durch das Aufheizen des Stack-Temperaturregelkreises zustande, der den Stack auf Betriebstemperatur bringt, bevor Leistung vom Stack bezogen werden kann.

Prozess- und Steuerungsmodell wurden unter Echtzeitbedingungen in einer HiL-Umgebung getestet. Prozessmodell und Steuerung tauschen dabei Signale per CAN-Kommunikation aus. Als Steuerung fungierte ein embedded PC, während die Prozesssimulation von einem Standard-PC übernommen wurde. Mit diesen Komponenten konnte sehr kostengünstig eine HiL-Umgebung aufgebaut werden, die auch komplexen Anforderungen, mit mehreren hundert Signalen zwischen Prozessmodell und Steuerung, gewachsen ist.

Die geschilderte Methode lässt sich auch auf andere Bereiche übertragen. So kann die FClib auch für die Modellierung reformerbasierter Systeme, wie beispielsweise in der Hausenergieversorgung, genutzt werden. Der thermodynamische Modellierungsaufwand ist bei diesen Systemen aufgrund der komplexen Reaktionschemie typischerweise noch höher als bei dem vorgestellten Fahrzeugmodell. Auch hier kann die Prozessmodellierung durch Bibliotheken beschleunigt und oft auf eine geeignete Parametrierung dieser Bibliotheken reduziert werden. Für die thermodynamische Modellierung in Simulink kann wiederum die FClib genutzt werden. ||

Autor:

Alexander Hlawenka
EUtech Scientific Engineering GmbH
→ hlawenka@eutech.de

Thema: Entwicklung | **Autor:** Sven Geitmann |

HÄRTETEST FÜR BRENNSTOFFZELLENHEIZGERÄTE

Callux als erstes NIP-Projekt gestartet

Minister Wolfgang Tiefensee mit Guido Gummert, Thomas Neuber und Klaus Bonhoff (v. l.)

Bundesverkehrsminister Wolfgang Tiefensee hat am 23. September 2008 gemeinsam mit den beteiligten Partnern das erste Leuchtturmprojekt des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie offiziell gestartet: *Callux*. Unter dem Motto Praxistest Brennstoffzelle fürs Eigenheim wollen die beteiligten Partner über 800 Brennstoffzellenheizgeräte bundesweit in Ein- und Mehrfamilienhäusern installieren.

Bei Callux (*calor*: lat. für Wärme, *lux*: lat. für Licht) handelt es sich um den bundesweit größten Praxistest von Brennstoffzellen-Demonstrationsanlagen für Eigenheime. Die Laufzeit dieses Vorhabens beträgt insgesamt sieben Jahre. Innerhalb dieser Zeit sollen sukzessive verschiedene Systeme zum Einsatz kommen und ausgiebig im Alltagsgebrauch getestet werden. Während der ersten Phase, die bis ins Jahr 2012 geht, sollen ausreichend viele Heizgeräte installiert werden, um genügend Informationen sammeln zu können, damit anschließend in der zweiten Phase die Marktvorbereitungen anlaufen können.

Beteiligt an diesem Vorhaben sind insgesamt neun Partner aus der Wirtschaft, zu denen sowohl Heizgerätehersteller (Baxi Innotech, Hexis, Vaillant, Viessmann) als auch Energieversorger (EnBW, E.ON, EWE, MVV, VNG) zählen, sowie das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW), das als zentraler Projektkoordinator und für die wissenschaftliche Begleitung verantwortlich ist. Darüber hinaus ist auch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) in dieses Programm involviert und steuert mit rund 40 Mio. Euro fast die Hälfte des Gesamtvolumens (86 Mio. Euro) bei. „Durch ein Unternehmen allein wäre dies alles nicht finanzierbar gewesen", hieß es seitens der beteiligten Partner.

Vier Heizgerätetypen für 800 Test-Haushalte

KWK-TECHNIK IM EINFAMILIENHAUS Minister Tiefensee erklärte auf der Pressekonferenz, die zum Auftakt dieses Gemeinschaftsprojektes im Bundesverkehrsministerium in Berlin stattfand: „Callux ist ein Leuchtturmprojekt, das in das NIP integriert ist und den Scheinwerfer auf den häuslichen Bereich richtet." Die Vorzüge derartiger Leuchtturmprojekte erläuterte Klaus Bonhoff, der Geschäftsführer der NOW GmbH: „Leuchttürme sind Verbundprojekte, in denen mehrere Unternehmen zusammenarbeiten. Hierdurch werden Synergien geschaffen, die einen effizienten Einsatz der Mittel ermöglichen." Callux zählt zu den ersten drei Projekten, die im Rahmen des NIP von der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie bewilligt wurden. Und es ist das erste, das jetzt offiziell gestartet wurde.

Thomas Neuber, der Sprecher der beteiligten Energieversorger und EWE-Vorstand Beschaffung und Produktion, erklärte darüberhinaus: „Die Brennstoffzellentechnik ist die derzeit effizienteste Technik, Wärme und Strom zu erzeugen." Guido Gummert, der Sprecher der beteiligten Heizgerätehersteller und Geschäftsführer von Baxi Innotech, sprach in diesem Zusammenhang von einem „epochalen Wandel in der Heizungstechnik – weg vom althergebrachten Heizkessel, hin zur systemorientierten Gesamtlösung." Gummert konstatierte, dass bereits so manche technische Hürde genommen werden musste, stellte aber voller Überzeugung fest: „Das Brennstoffzellenheizgerät wird diesen Härtetest bestehen."

Die Partner versprechen sich von dieser Maßnahme eine deutliche Effizienzsteigerung in deutschen Heizungskellern. Die Brennstoffzellensysteme werden zwar ebenso wie Gasthermen vornehmlich mit Erdgas betrieben, erzielen aber bei der Umwandlung einen um 30 Prozent höheren Wirkungsgrad. Tiefensee fasste das so zusammen: „Die Brennstoffzelle holt die Kraft-Wärme-Kopplung ins Einfamilienhaus."

Erste Forschungsergebnisse liegen bereits aus vorausgegangenen Feldtests vor. Mehrere Dutzend Systeme wurden in den vergangenen Jahren schon von einzelnen Unternehmen oder kleinen Firmenverbünden sowohl in Privathäusern als auch in Gewerbegebäuden erprobt. In den vergangenen Monaten war es jedoch zunehmend ruhiger geworden in der Hausenergieversorgerbranche, weil zunächst die Gründung der NOW GmbH abgewartet werden musste. Nun hoffen die beteiligten Unternehmen auf neuen Schwung durch dieses groß angelegte 800-Heizsysteme-Programm.

BIOGAS ALS OPTION Die Schwierigkeiten, die eine Zusammenarbeit von Energieversorgern mit Herstellern von dezentralen Heizgeräten mit sich bringen können, sind jedoch nicht zu verleugnen. Dies wurde spätestens bei der letzten Frage während der Pressekonferenz deutlich, bei der es um die Biogastauglichkeit der Aggregate ging. Neuber bügelte das Thema kurzerhand ab und billigte gerade mal einige Prozentpunkte Biogasbeimischung zu. Gummert hingegen gab zu Protokoll, dass die Systeme bestens geeignet seien für eine reine Bioerdgasnutzung: „Auch bei der Nutzung von Bioerdgas wird künftig eine vollständig emissionsfreie Strom- und Wärmeproduktion ermöglicht." ||

Thema: Produktion | **Autor:** Sven Geitmann

EINZIGARTIGES BRENNSTOFFZELLEN-ZENTRUM

Durch reproduzierbare Fertigung zur Marktreife

Abb. 1: Neues Technikum am ZBT

In Duisburg hat am 15. September 2008 die Einweihung des neuen Test-, Applikations- und Assemblierungszentrums (TAZ) stattgefunden. Das neue Technikum ist am Zentrum für BrennstoffzellenTechnik (ZBT) auf dem Campus der Universität Duisburg-Essen (UDE) angesiedelt und gilt mit seiner umfassenden technischen Ausstattung als europaweit einzigartig.

Anlässlich der Einweihungszeremonie waren zahlreiche Gäste im Foyer des neuen Testzentrums erschienen, darunter auch Christa Thoben, die Ministerin für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, Prof. Dr. Ulrich Radtke, der Rektor der Universität, sowie Adolf Sauerland, der Oberbürgermeister von Duisburg. Prof. Dr. Angelika Heinzel, die Geschäftsführerin des ZBT, zeigte sich hocherfreut über die gelungenen Eröffnungsfeierlichkeiten. Mit der Aufnahme des aktiven Betriebs erhofft sie sich, zukünftig „eine Spitzenposition unter den Forschungsinstituten in der Brennstoffzellenszene einzunehmen."

NEUES GEBÄUDE FÜR NEUE AUFGABEN Das Test-, Applikations- und Assemblierungszentrum bietet dem ZBT die Möglichkeit, automatische Fertigungstechniken testen und zudem verschiedenste Komponenten unterschiedlichster Einsatzgebiete prüfen zu können. Bisher konzentrierte sich das Betätigungsspektrum des Forschungs- und Entwicklungszentrums vorrangig auf Technologieentwicklung im Bereich der Gasaufbereitung sowie den Prototypenaufbau von PEM-Brennstoffzellen und Systemen. Durch das TAZ sind nun mehrere neue Aktionsfelder hinzugekommen. Dazu zählt:

- Oberflächen- und Beschichtungstechnik
- Mikrosystemtechnik
- Automatische Fertigung
- Qualitätskontrolle
- Prüftechnik
-

Damit ist nun Infrastruktur sowohl für eher grundlagenorientierte Entwicklungen als auch für die technische Unterstützung der Markteinführung der Brennstoffzellentechnologie geschaffen worden.

VOLLAUTOMATISCHE FERTIGUNG Das nunmehr in zwei Gebäuden ansässige ZBT deckt somit nun die gesamte Herstellungskette von PEM-Brennstoffzellen ab. Die fängt an bei der vollautomatischen Fertigung von Bipolarplatten, wofür zunächst nach eigener Rezeptur eine Mixtur (compound) aus Kunststoffstückchen, Graphitgranulat und Ruß zusammengemischt wird. Verwendet wird dafür ein Ringextruder, eine Weiterentwicklung eines Doppelschneckenextruders, der über zwölf ringförmig angeordnete Schnecken verfügt, die eine schnelle Füllung sowie eine gleichmäßige Materialverteilung sicherstellen. Heraus kommen kleine schwarze Pellets, die zu über 80 Gewichtsprozent aus Graphit und Ruß bestehen. Dieser hohe Anteil an so genannten Füllstoffen sichert eine gute elektrische Leitfähigkeit der Bipolarplatten. Die Platten werden anschließend mit einer Spritzgussmaschine hergestellt; alle 18 Sekunden eine. Die Entnahme erfolgt vollautomatisch durch einen Roboter, der sie fertig für die Weiterbearbeitung auf ein Förderband legt. An dieser Stelle merkt der stellvertretende kaufmännische Leiter Joachim Jungsbluth allerdings an: „Wir wollen darstellen, wie die Produktion aussieht, wir produzieren aber nicht selber."

Das Highlight in dem neuen Gebäude ist die Fertigungsvorrichtung, wo der Zusammenbau von Brennstoffzellen-Stacks automatisch vorgenommen werden kann. Diese Assemblierung kann durch zwei Roboter erfolgen, die über mehrachsige Schwenkarme verfügen und präzise aus einzelnen Komponenten Stück für Stück einen kompletten Stack zusammenbauen können. Ausschlaggebend ist dabei, dass jede einzelne Bewegung reproduzierbar ist. Diese Roboter befinden sich auf lösbaren und verschiebbaren Grundplatten. Durch den ebenfalls frei im Raum verschiebbaren Fertigungstisch können verschiedene Systeme bestehend aus unterschiedlich großen Bauteilen bearbeitet werden. Abgesichert ist dieses Fertigungsareal durch ein so genanntes Safety Eye, ein optisches Sicherheitsüberwachungssystem, das über Kameras detektiert, wenn eine Person zu nahe an den Fertigungstisch oder in den Schwenkbereich der Roboter tritt. Über eine Not-Aus-Funktion wird dann der Betrieb automatisch gestoppt. Auf diese Weise ist alles gut einsehbar, ohne dass ein Schutzzaun die Sicht behindern würde.

GÜNSTIGE VORAUSSETZUNGEN Das neue Zentrum für BrennstoffzellenTechnik bietet damit gute Voraussetzungen zur zügigen Weiterentwicklung der Brennstoffzellentechnik. Allein in

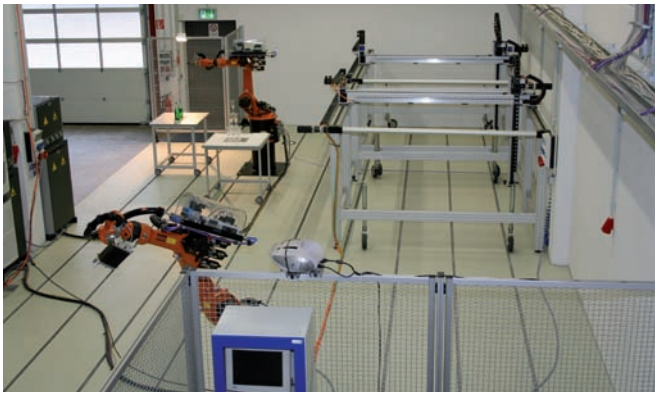


Abb. 2: Die Fertigungshalle im TAZ

dem 2003 fertiggestellten ZBT-Gebäude verteilen sich auf einer Gesamtfläche von 1.296 Quadratmetern ein Großraumlabor sowie vier separate Versuchsräume mit insgesamt 27 Arbeitsplätzen. Neben einer Werkstatt (130 m²) befinden sich darüber hinaus vier Seminar- und Vortragsräume sowie 40 Büros auf den vier Geschossen. Mit dem Erweiterungsbau sind jetzt nochmals 1.150 m² dazu gekommen. Fast die Hälfte dieser Fläche steht für die zahlreichen unterschiedlich ausgestatteten Labore mit insgesamt 42 Arbeitsplätzen zur Verfügung. Neues Personal wird bereits seit 2007 eingearbeitet, so dass sich die Mitarbeiterzahl mittlerweile auf rund 70 Personen erhöht hat.

Abb. 3: Prof. Dr. Angelika Heinzel

Bedingt durch die langjährige Arbeit im Bereich der Brennstoffzellentechnik und Wasserstoffgasaufbereitung, auch noch aus der Anfangszeit am Lehrstuhl für Energietechnik der Universität, lag am ZBT bereits seit jeher ein breites Angebot an Analysetechniken insbesondere im Bereich der Gas- und Schwefelanalytik vor. Zusätzlich sind eine Reihe von Testständen für Katalysatorscreenings, Reformeroptimierung, Brennstoffzellenvermessung und Komponentenbenchmarking bereits im Betrieb. All diese Einrichtungen stehen den Mitarbeitern der ZBT gGmbH sowie den assoziierten Industriepartnern zur Verfügung. Dieses Grundprinzip bleibt auch in Zukunft bestehen, nur dass jetzt noch sehr viel mehr Technik vorhanden ist. Dazu zählen beispielsweise eine Fünf-Achs-Fräsmaschine zur Fertigung geeigneter Halbzeuge, eine Wasserstrahlschneidanlage für bis zu 8 mm dicken Stahl, eine Mikrofräse für Bauteile kleinster Abmessungen sowie eine Senkerodiermaschine, die auch Hinterschneidungen problemlos anfertigen kann.

GANZHEITLICHES KONZEPT Ebenso wie die Bipolarplatten können auch alle weiteren für einen Brennstoffzellen-Stack benötigten Komponenten in den neuen Laboren getestet und analysiert werden. Es gibt Zugversuchsmaschinen zum Testen von Membranen sowie ein Durchgangswiderstandsmessgerät, es gibt Endoskope zur Kontrolle von Schweißnähten sowie ein Laserlabor, in dem mit fluoreszierenden Partikeln die Flow-Field-Strömung analysiert werden kann, es gibt Chemielabore, eine E-Technik-Werkstatt sowie Stack-Teststände und eine Brennstoffzellen-Manufaktur, wo die Stacks händisch zusammengebaut werden. Zusätzlich wurden auch die Möglichkeiten für die Aufbereitung von Wasserstoff (Metallhydridspeicher, Elektrolyse usw.) ausgebaut.

Noch nicht ganz fertig, aber in Planung ist darüber hinaus eine Klimakammer. Dabei handelt es sich um einen klimatisierten Laborraum, in dem Experimente bei verschiedenen Temperaturen und Feuchtegraden durchgeführt werden können. Zusätzlich soll es eine Rüttelvorrichtung geben, die sowohl Neigungen als auch Erschütterungen imitieren kann, so dass Brennstoffzellensysteme beispielsweise auch auf eine Eignung für den maritimen Einsatz getestet werden können.

Gegenüber HZwei erklärte Angelika Heinzel: „Wir werden am ZBT auch weiterhin Grundlagenforschung betreiben. Das ist der Problematik der immer noch nicht erreichten Marktfähigkeit geschuldet. Außerdem können wir uns jetzt aber der Fertigung sowie der Qualitätssicherung widmen."

NEUBAU Das TAZ ist der zweite realisierte Baustein, der im Rahmen eines vor Jahren erstellten Masterplans zur Umgestaltung der Hochschulfläche an der Universität Duisburg-Essen zwischen Lotharstraße, Forsthausweg und Carl-Benz-Straße realisiert worden ist. Es steht neben dem ZBT an zentraler Stelle auf dem rund 24.000 m² großen Hochschulgrundstück und grenzt an die Kernbereiche der Universität. Das silberne ZBT-Gebäude mit seinem quadratischen Grundriss orientiert sich über einen großflächig verglasten Eingangs-, Foyer- und Erschließungsbereich zu den bestehenden Gebäuden und auch zum neuen in braun gehaltenen TAZ-Gebäude. Beide Häuser stehen durch einen Verbindungsflur im 4. Obergeschoss nicht nur bautechnisch miteinander in Kontakt.

Die Kosten für den TAZ-Erweiterungsbau inklusive der Labor- und Sicherheitstechnik beliefen sich auf rund 16 Mio. Euro, wobei allein die Bauarbeiten mit 6 Mio. Euro zu Buche schlugen. Beim Bau des ZBT-Gebäudes im Jahr 2003 waren die Kosten ganz ähnlich. Beide Gebäude wurden durch den europäischen Fond für Regionale Entwicklung und das Land Nordrhein-Westfalen unterstützt. ||

- Wasserstoff
- Infrastruktur
- Brennstoffzellen

Der DWV ist die deutsche Interessenvertretung für Wasserstoff und Brennstoffzellen in Wissenschaft, Wirtschaft und Politik

Kontakt: www.dwv-info.de / (0700) 49376-835

DWV
Deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband

Brüssel beschließt EU-Zulassungsverfahren für Wasserstoff-Fahrzeuge ... Dieses Jahr wieder H2Expo in Hamburg ... Europa: Brennstoffzellen- und Wasserstoff-JTI nimmt Arbeit auf

Thema: Weiterbildung | **Autoren:** Sven Geitmann

EINSTIEGSGEHALT PROPORTIONAL ZUM ÖLPREIS

Wasserstofftechnik-Studium in Dresden

Deutsche Industrie- und Wirtschaftsunternehmen klagen über einen landesweiten Fachkräftemangel. Insbesondere bei den neuen Technologien gibt es nur wenige gut ausgebildete Ingenieure. Das Thema „Wasserstoff und Brennstoffzellen" taucht bisher kaum in den Lehrplänen der Fachhochschulen und Universitäten auf. Nur die Dresden International University (DIU) bietet seit April 2008 einen Masterstudiengang Wasserstofftechnik an.

Prof. Dr. Hans Quack

Prof. Dr. Hans Quack gilt schon seit vielen Jahren als Koryphäe im Bereich der Wasserstofftechnik. Insbesondere auf dem Gebiet der H_2-Verflüssigung hat sich der Inhaber des Lehrstuhls für Kälte- und Kryotechnik, den er seit 1993 an der Technischen Universität Dresden inne hat, einen Namen gemacht. Da überrascht es nicht, dass er während der International Cryogenic Engineering Conference, die am 24. Juli 2008 in Seoul, Korea, stattfand, mit der Mendelssohn-Medaille ausgezeichnet wurde, die international als die höchste Auszeichnung auf dem Gebiet der Kryotechnik gilt. Prof. Quack wurde geehrt für seine herausragenden Leistungen sowohl in der Forschung wie auch in der Lehre.

GRÜNDUNG EINES STUDIENGANGS Sein Engagement geht weit über die reine Kältetechnik hinaus. Ihm ist es gelungen, in diesem Jahr den ersten und einzigen Studiengang für Wasserstoff an einer Hochschule in Deutschland ins Leben zu rufen - ein nicht gerade einfaches Unterfangen. Zunächst musste ein gänzlich neues Studienmodell erschaffen werden. Lange Zeit blieb dabei unklar, welcher Fachrichtung solch ein schwer zu definierendes Fach zugeordnet werden sollte. Die Entscheidung fiel schließlich zu Gunsten einer komplett neuen Variante, und zwar eines fächerübergreifenden, interdisziplinären Studiengangs an der DIU. Insgesamt fünf verschiedene Fakultäten beteiligen sich jetzt an der Lehre. Zusätzlich werden rund ein Drittel der Dozenten von außerhalb herangezogen (z. B. Dr. Ulrich Schmidtchen vom DWV, Prof. Dr. Jürgen Garche vom WBZU Ulm, Prof. Dr. Ulrich Bünger vom LBST und Arno A. Evers), so dass mit insgesamt 25 Lehrenden ein breit gefächertes Informationsangebot gemacht werden kann.

Die Lehrveranstaltungen sollten eigentlich schon im Frühjahr vergangenen Jahres starten, aber die Mindestanzahl an Studierenden konnte mit nur sechs Anmeldungen im ersten Anlauf nicht erreicht werden. Erst zum Sommersemester 2008 startete der Lehrbetrieb. „Gelehrt wird, was uns interessiert", erklärt Prof. Quack, verwehrt sich allerdings sogleich dagegen, dass hinter diesem locker dahingesagten Satz ein reines Spaßstudium stehen könnte. Sowohl der Stundenumfang als auch die Inhalte werden streng überwacht und orientieren sich an den offiziellen ECTS-Standards (European Credit Transfer and Accumulation System).

BERUFSBEGLEITENDE AUSBILDUNG Das Studium zum Master of Science in Hydrogen Technology umfasst 600 Präsenzstunden, die auf jeweils drei Wochen pro Semester innerhalb von zwei Jahren verteilt werden. Während dieser Zeit müssen die Studierenden an der Dresdener Hochschule vor Ort sein, um Vorlesungen und Übungen besuchen und Prüfungen absolvieren zu können. Ansonsten ist das Studium berufsbegleitend ausgelegt, da es sich in erster Linie an Absolventen von Universitäten und Fachhochschulen richtet, die eine fachliche Weiterbildung anstreben. Zudem können hier Fachhochschulabsolventen einen vollwertigen Universitätsabschluss erlangen.

„Wir möchten berufsnah weiterbilden", erläutert der DIU-Präsident Prof. Mehlhorn sein Bestreben. Um dies zu erreichen, wurde bewusst der mehrdimensionale Weg beschritten. Auf diese Weise kann ein Ingenieur, der noch keine Betriebswirtschaftskenntnisse hat, viel dazulernen und seine Qualitäten ausbauen. Darüber hinaus lernt er – je nach Modulauswahl – etwas über Politik, Soziologie und Öffentlichkeitsarbeit, aber auch die naturwissenschaftlichen Fächer wie Energiewirtschaft, Thermodynamik, Chemie und Werkstofftechnik gehören zum Programm ebenso wie H_2-Herstellungsverfahren, -Speicherung und -Infrastruktur sowie Sicherheitsaspekte und Anwendungsfelder. Abschließend wird eine Masterarbeit über ein Thema angefertigt, das aus dem beruflichen Umfeld des Studierenden stammen kann.

DRESDEN INTERNATIONAL UNIVERSITY (DIU)

Die DIU ist als Ausgründung der Technischen Universität Dresden eine staatliche anerkannte Privatuniversität. Sie wurde im Jahr 2003 als dritter Zweig der TU Dresden mit aktiver Unterstützung von Prof. Dr. Kurt Biedenkopf gegründet und setzt auf die Verknüpfung von mehreren wissenschaftlichen Disziplinen. Rund 400 Studierende besuchen mittlerweile diese „einzigartige Einrichtung", wie sie der frühere sächsische Ministerpräsidenten und Gründungspräsident Biedenkopf bezeichnet. Inzwischen ist Prof. Dr. Achim Mehlhorn, der bis vor fünf Jahren Rektor der TU Dresden war, Präsident der DIU.

Besichtigung des Versuchsreaktors der TU Dresden

Dr. Reinhard Kretzschmar, der DIU-Geschäftsführer, gibt allerdings zu bedenken, dass bei aller Freude an der Weiterbildung die Wirtschaftlichkeit nicht ganz außer Acht gelassen werden darf: „Nicht alles ist Ökonomie, aber ohne Ökonomie ist alles nichts." Damit versucht er zu erklären, warum dieser Masterstudiengang nicht ganz billig ist. 17.000 Euro kostet die interdisziplinäre Weiterbildung inklusive Unterlagen und Prüfungen. Meistens müssen die Studierenden für diesen Betrag selber aufkommen. Nur ein Student hatte bisher das Glück, Unterstützung von Seiten seiner Firma zu bekommen. Hier wünscht sich Prof. Quack noch deutlich mehr Engagement seitens der Industrie, schließlich kommt das gesammelte Wissen später den Firmen zu Gute, in denen die Studierenden eine Anstellung finden.

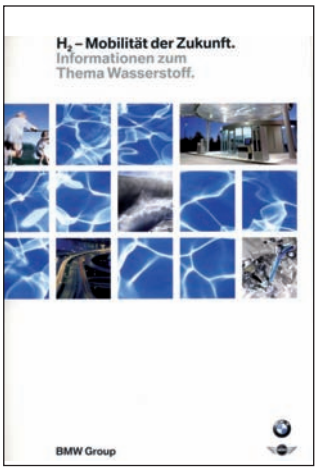
PERSÖNLICHES ENGAGEMENT Die Beurteilung des Angebots durch die Lernenden fällt nach fast einem Semester „größtenteils gut" aus, auch wenn bei diesem noch jungen Studiengang „viel mit der heißen Nadel gestrickt" wurde. Einer der wenigen Kritikpunkte ist die schlechte Auffindbarkeit: „Man muss lange suchen." Einige stießen nur „durch Zufall" auf diesen Studiengang, ein Student durch einen Zeitungsartikel über den Tag der offenen Tür an der TU. „Es ist noch Verbesserungspotential vorhanden", lautet somit die Devise, wobei die Dozenten einheitlich als gut eingestuft werden.

Kai bereut es nicht, sich angemeldet zu haben. Er hat zwar seinen gesamten Urlaub von zwei Jahren sowie viel Geld geopfert, ist im Großen und Ganzen aber dennoch zufrieden, auch wenn die anfängliche euphorische Stimmung etwas gedämpft worden ist. „Ein wenig Vorwissen und viel Euphorie", so ließ sich bei den meisten Studierenden der Gemütszustand am Anfang des Semesters beschreiben. Da waren sie noch ein „Haufen von Idealisten", wie Prof. Quack zu sagen pflegt. Dieser Zustand hat sich mittlerweile geändert in „viel Wissen und weniger Euphorie." Bedauern tut diese Veränderung aber keiner. Kein Wunder, wann hat man sonst schon einmal die Gelegenheit, einen mit angereichertem Uran betriebenen richtigen Kernreaktor selber bedienen zu dürfen. Auch der einzige Abbrecher in der Runde bereut nichts: „Ich habe viel dazugelernt, musste aber feststellen, dass dieser Weg für mich als Selbstständiger nicht der richtige ist."

Für die Zukunft hofft Prof. Quack auf etwas mehr Zuspruch: „Wir haben hier wirklich etwas Tolles erschaffen, etwas bisher Einmaliges, und das war nicht immer einfach. Innerhalb des ersten Semesters konnten wir viele wertvolle Erfahrungen sammeln, wovon zukünftige Studierendengenerationen profitieren werden." Die nächste Einstiegsmöglichkeit in diesen Studiengang bietet sich im April 2009. ||

→ *www.dresden-international-university.com*

WASSERSTOFF IM KLASSENZIMMER



Lehrmaterial ist teuer. Neuanschaffungen werden daher nur selten vorgenommen. Aus diesem Grund sind aktuelle Themen wie „Wasserstoff" und „Brennstoffzellentechnik" kaum Inhalt des Unterrichts. Um diesen Mangel zu beseitigen brachte BMW bereits im Jahr 2001 ein Unterrichtspaket heraus, das dabei helfen sollte, das Thema Wasserstoff auch für Schülerinnen und Schüler greifbar zu machen. Jetzt haben die Bayerischen Motorenwerke eine aktualisierte und neu aufgearbeitete Version ihrer Lehrmappe vorgestellt.

Unter dem Titel H_2 – *Mobilität der Zukunft* werden verschiedene Aspekte der zukünftigen Energieversorgung und einer nachhaltigen Mobilität angesprochen. Die Lehrmappe besteht aus insgesamt 31 farbigen und illustrierten Informationsblättern im DIN-A4-Format mit Fakten rund um das Thema Wasserstoff, die als Kopiervorlagen verwendet werden können, plus Glossar sowie Aufgabenstellungen nebst dazugehörigen Lösungen. Inhaltlich orientiert sich der Stoff an den Empfehlungen des Staatsinstituts für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB) und ist damit für den Unterrichtseinsatz in der Sekundarstufe I und II an Gymnasien und Realschulen geeignet.

Die Unterrichtsmaterialien können kostenlos bei der BMW Group per E-Mail an presse@bmw.de oder per Fax unter +49 (0)89-35846861 mit Angabe der Adresse und der gewünschten Stückzahl angefordert werden. ||

Thema: Sicherheit | **Autor:** Julian Jepsen

FEUERWEHR – WASSERSTOFF

Eine Betrachtung der vermeintlichen Fronten

Weder aus Sicht der Wasserstoffgemeinschaft noch aus Sicht der Feuerwehren ist ein Zusammentreffen in einer Notfallsituation wünschenswert. Doch die Vergangenheit zeigt, dass ein solches im Falle einer unglücklichen Verkettung von Ereignissen manchmal kaum zu verhindern ist. Aus Angst vor einem Imageverlust des Wasserstoffs, des so genannten Energieträgers der Zukunft, wird dieses Thema aber nur ungern angesprochen. Doch gerade ein frühzeitiger und direkter Umgang damit sollte für einen Vertrauensgewinn bei Anwendern und Rettungskräften sorgen. Man kann sicherlich unterschiedlicher Meinung darüber sein, im welchem Umfang ein Austausch stattfinden sollte, aber eines ist sicher: Der Austausch in den nächsten Jahren hat einen großen Einfluss auf die Entwicklung der Beziehung zwischen Feuerwehr und der Wasserstoffgemeinschaft und somit auch auf die Technologie insgesamt. Die zentrale Frage dabei ist: Wie sollte die Beziehung *Feuerwehr – Wasserstoffgemeinschaft* in der Zukunft aussehen?

Positiv zu vermerken ist, dass ein grundsätzliches Interesse der Feuerwehren an der Wasserstofftechnologie besteht. Sie haben das Zukunftspotenzial dieser Technologie erkannt und befassen sich ihrerseits bereits mit sicherheitstechnischen Fragestellungen. Es gibt zwar Vertreter in den Reihen der Feuerwehren, die der Meinung sind, dass Wasserstoff gefährlicher als alles Bisherige und somit eine grundlegende Neubewertung der Einsatztaktik erforderlich sei. Es gibt aber auch Feuerwehrleute, die den Standpunkt vertreten, dass Wasserstoff nichts Besonderes ist und es daher auch keinerlei einsatzstrategischer Anpassungen bedarf. Die Wahrheit – bezogen auf die Anpassung der Feuerwehr – liegt wahrscheinlich in der Mitte, wobei die Frage der besonderen Gefährlichkeit gegenüber anderen Betriebsmitteln eine sehr umstrittene Frage ist und hier nicht weiter diskutiert werden soll.

Fakt ist: Es wird heute durchaus auf beiden Seiten daran gearbeitet ein ungewolltes „Zusammentreffen" von Feuerwehr und Wasserstoff zu verhindern. Doch die Situation ist aufgrund der teilweise fehlenden Transparenz vergleichbar mit einer Tunnelgrabung von zwei Seiten, und es ergibt sich die Frage: Führen diese Arbeiten aufeinander zu oder aneinander vorbei?

MIT EINER STIMME SPRECHEN Die Tatsache, dass auch innerhalb der Feuerwehr die Meinungen auseinander gehen, stellt zudem eine große Herausforderung dar. Aufgrund der kommunalen Organisation und der großen Anzahl an einzelnen Feuerwehren in Deutschland ist es für sie schwer, alle an einen Tisch zu bekommen und eine einheitliche Meinung zu finden und auch zu vertreten. Hier gibt es Parallelen zur Wasserstofftechnologie, wo das Problem fehlender gemeinsamer Sichtweisen und daraus folgend auch gemeinsamer Standards (z. B. Betankung) häufig bemängelt wird.

Doch zumindest im deutschen Feuerwehrwesen naht die Zeit des Umdenkens. Zunehmend gelingt es, alle großen Vertreter der Feuerwehren in Deutschland zu vereinen. Ein Arbeitskreis unter Mitwirkung des Deutschen Feuerwehrverbandes (DFV), der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren in der Bundesrepublik Deutschland (AGBF), des Werkfeuerwehrverbandes (WFV-D) und des Gesamtverbandes der deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) stellte beispielsweise vor kurzem ein Thesenpapier zur Diskussion („Thesen zur Vermeidung von Schäden bei Feuerwehreinsätzen"), welches auch Einfluss auf die Beziehung zwischen Feuerwehr und der Wasserstofftechnologie haben könnte. Hintergrund ist dabei, dass die Tätigkeit „retten – löschen – bergen – schützen" zunehmend als Dienstleistung mit all den dazugehörigen Konsequenzen und Verpflichtungen verstanden werden soll. Im Wesentlichen geht es dabei um die Weiterentwicklung des Qualitätsmanagements.

KOMMUNIKATION IST ALLES In der These 5 heißt es: „*Schadenarme Einsatztaktik beginnt mit der Einsatzvorbereitung – Vorbeugender Brandschutz eingeschlossen – und endet mit der Nachbereitung*". Frei übersetzt und bezogen auf die Wasserstofftechnologie könnte das bedeuten:

- Durch Kommunikation und Zusammenarbeit den Zukunftsprozess der Weiterentwicklung der Wasserstofftechnologie begleiten und aus Erfahrungen gemeinsam lernen.

Diese sehr freie Interpretation lässt bewusst Fragen nach der Art der Kommunikation oder dem Umfang der Zusammenarbeit offen. Aber auch, ob überhaupt ein Bezug zur Wasserstofftechnologie bestehen könnte, bleibt ungeklärt.

Eine andere Arbeitsgruppe unter der Leitung der AGBF hat sich dafür konkret mit dem Thema Wasserstoff aus Sicht der Feuerwehr beschäftigt. Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Merkblatt erstellt, welches in Kürze veröffentlicht werden soll. Das Besondere: Die Arbeitsgruppe setzte sich aus Vertretern der verschiedensten Berufsgruppen zusammen. So waren neben den Feuerwehren auch Vertreter von Interessensgemeinschaften, Verbänden, Ministerien, aber auch von Wasserstoffproduzenten und -anwendern beteiligt. Ohne die Arbeit dieser Gruppe zu bewerten oder den Inhalten vorzugreifen, könnte dies der erste Schritt in die richtige Richtung sein. Die Akzeptanz dieser Arbeitsgruppe auf beiden Seiten wird maßgeblichen Einfluss auf die zukünftige Beziehung zwischen Feuerwehr und Wasserstofftechnologie haben.

DIALOGBEREITSCHAFT SIGNALISIEREN Jede Seite verfügt über ein individuelles Expertenwissen und sollte sich grundlegenden Aufgaben selbst widmen. Es ist beispielsweise nicht

Aufgabe der Feuerwehr, Einsatz und Umfang der Wasserstofftechnologie zu begrenzen. Es ist aber auch nicht Aufgabe der Wasserstofftechnologen, einsatztaktische Maßnamen der Feuerwehr zu bestimmen. Und dennoch ist ein möglichst frühzeitiger Austausch auf möglichst vielen Ebenen hilfreich. Darin liegt kein Widerspruch, wenn die Aufgabenverteilung eindeutig ist und das jeweilige Expertenwissen gegenseitig respektiert wird. Zudem gibt es viele Aufgabenstellungen, die nicht klar abgegrenzt werden können und eine gemeinsame Bearbeitung erfordern. Das hört sich banal an, ist aber in der Umsetzung sicherlich nicht einfach. Immer wieder wird dieser Prozess durch vermutete Kritik und fehlendes Vertrauen erschwert. Doch wie bereits eingangs gesagt: Weder aus Sicht der Wasserstoffgemeinschaft noch aus Sicht der Feuerwehren ist ein Zusammentreffen in einer Notfallsituation wünschenswert.

Auch wenn es einzelne Personen in den Reihen der Feuerwehr gibt, die die Technologie sehr kritisch und skeptisch betrachten, so bedeutet das doch, dass auch sie sich mit diesem Thema auseinander setzen. Zudem ist sicherlich keine dieser Personen, ob Kritiker oder Befürworter, heute schon der Meinung, das eigene Wissen über Wasserstoff sei ausreichend. Infolgedessen bietet sich immer die Möglichkeit für eine konstruktive Diskussion. Genau hier sollte der direkte Austausch ansetzen, egal ob auf Symposien, Messen oder in Arbeitsgruppen. Eine sachliche und kontroverse Auseinandersetzung sollte immerhin auch im Interesse der Wasserstoffgemeinschaft selbst liegen. Mit gutem Beispiel gehen hierbei neben den Automobilkonzernen vor allem die Forschungseinrichtungen voran.

Aber insbesondere die AGBF hat es mit der Arbeitsgruppe Wasserstoff vorgemacht: Nur gemeinsam kann man sich glaubhaft dem Thema Sicherheit nähern. Eine isolierte Betrachtung führt in diesem Zusammenhang nicht zum Erfolg. Es gibt viele weitere Fragen, die man gemeinsam bearbeiten kann, wie zum Beispiel:

- Was kann im Bereich der mobilen Detektion von Wasserstoff noch verbessert werden?
- Worauf muss im Rahmen des vorbeugenden Brandschutzes in Tunnelanlagen oder Garagen geachtet werden?
- Wie könnte ein optimales Ausbildungskonzept der Feuerwehren aussehen?

Somit bleibt festzuhalten: Die vermeintlichen Fronten stehen sich nicht gegenüber, sondern bilden eine gemeinsame Front, und es ist nun an der Zeit diese Beziehung zu festigen und auszubauen. Damit die Arbeiten auf beiden Seiten auch weiterhin aufeinander zuführen, bietet unter anderem die Feuerwehr Hamburg den Workshop *Wasserstoffsicherheit* auf der H2 Expo am 22. und 23. Oktober in Hamburg an. ||

→ *www.feuerwehrakademie.eu*

Literatur:

Schmitt, Konrad: Wir haben alles gelöscht, was brennen könnte?!, Brand-Schutz/Deutsche Feuerwehrzeitung 8/2008, S.580 ff.

Autor:

B.Sc. Julian Jepsen (Wirt.-Ing.)

M.Sc. Student FH Wedel

→ wing6581@fh-wedel.de

CEP® CLEAN ENERGY POWER

Internationale Fachmesse

für erneuerbare Energien und Passivhaus

Fachtagungen:

» 3. Anwenderkonferenz für Biomassevergasung

» Brennpunkt Geothermische Energie

» European Passive-House Conference

» Symposium Solar and Renewable Cooling

» u.v.m.

29. – 31.01.2009, Landesmesse Stuttgart

www.cep-expo.de

Unterstützer:

REECO®

Baden-Württemberg MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LÄNDLICHEN RAUM

Baden-Württemberg UMWELTMINISTERIUM

Baden-Württemberg WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Wirtschaftsförderung Region Stuttgart

Thema: Förderung | **Autor:** André Martin

JTI FÜR BRENNSTOFFZELLEN UND WASSERSTOFF

Ein Gemeinschaftsunternehmen der Europäischen Kommission und der europäischen Industrie

Am 30. Mai dieses Jahres hat der Europäische Ministerrat grünes Licht für die Gründung eines Gemeinschaftsunternehmens zwischen der Europäischen Industriegruppe für Brennstoffzellen und Wasserstoff und der Europäischen Kommission gegeben. Dieses Gemeinschaftsunternehmen ist bereits seit geraumer Zeit auch unter dem Namen *Joint Technology Initiative (JTI) for Fuel Cells and Hydrogen* bekannt.

Dem Gründungsbeschluss ging bereits seit 2003 eine mehrjährige Zusammenarbeit zwischen der Europäischen Kommission sowie europäischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen voraus, die zur Gründung der so genannten *Wasserstoff- und Brennstoffzellenplattform (HFP)* der Europäischen Kommission führte. Unter Leitung eines hochrangigen Expertenkreises, der so genannten *High Level* Group und danach des *Advisory Councils*, wurden über mehrere Zwischenschritte die Voraussetzungen für die Gründung der JTI geschaffen. Mehrere Arbeitsgruppen mit breiter Beteiligung von Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen erarbeiteten strategische Dokumente, wie beispielsweise die *Strategic Research Agenda* und den *Implementation Plan*, die die inhaltliche Grundlage für die Tätigkeit der JTI festlegten.

GREMIEN UND POSTEN Das neue Gemeinschaftsunternehmen wird zunächst für die Dauer von zehn Jahren bis 2017 bestehen und verfügt bis 2013, das heißt für die Zeitdauer des 7. Rahmenprogramms, über ein Gesamtbudget von rund 1 Milliarde Euro. Der Haushalt speist sich zu etwa gleichen Teilen aus öffentlichen (EC) und privaten Mitteln (Industrie). Die JTI wird als *Program Office* operieren, das unter Leitung des *Executive Directors* die Umsetzung der Langfrist- und Jahresplanung und dabei insbesondere die Vorbereitung und Durchführung von Projektausschreibungen vornehmen wird. Ein Aufsichtsgremium (*Governing Board*) mit je sechs Vertretern der Industrie und der Europäischen Kommission sichert die strategische Führung des Unternehmens und wird dazu wissenschaftlichen Expertenrat durch ein *Scientific Committee* sowie von Vertretern der Mitgliedsländer einholen, die in einer *High Level Representatives Group* organisiert sind.

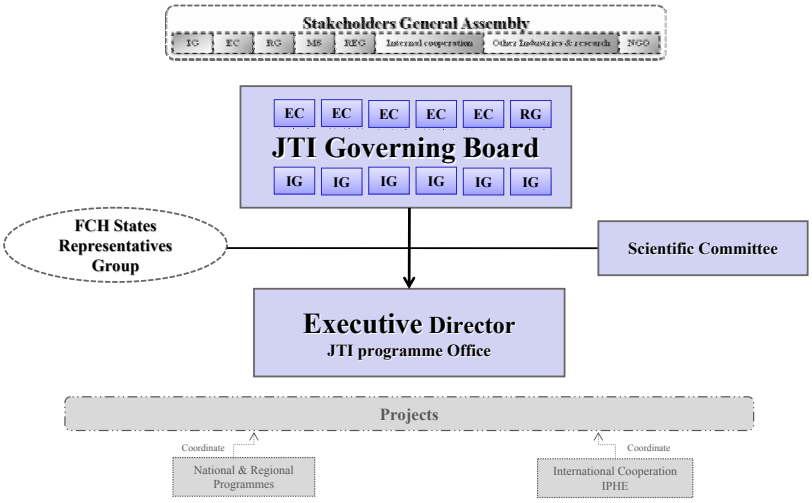


Abb. 1: Die Organe des Gemeinschaftsunternehmens

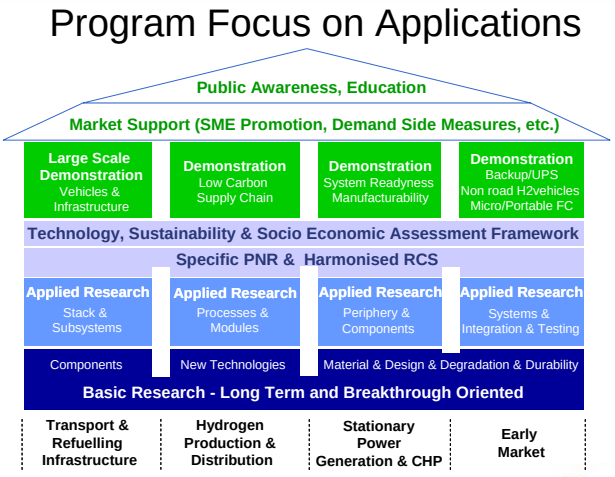


Abb. 2: Der Aufbau des Multi-Annual Plan (MAIP)

Das Governing Board wird darüber hinaus autorisierte Vertreter der europäischen Regionen und anderer Interessengruppen zu seinen Sitzungen einladen und in die Diskussionen einbeziehen. In der Gründungssitzung des Governing Board, die am 14. Juli 2008 stattfand, wurde der Vertreter der europäischen Forschungsgruppe für Brennstoffzellen und Wasserstoff als Repräsentant der beteiligten öffentlichen europäischen Forschungseinrichtungen für das Governing Board nominiert. Zudem übernahm er einen Sitz der Europäischen Kommission, so dass die öffentliche Seite nunmehr durch fünf Vertreter der Europäischen Kommission sowie einen Repräsentanten der öffentlichen europäischen Forschungseinrichtungen vertreten ist.

ZIELE UND RAHMENPLÄNE Die JTI verfolgt das Ziel, die Nutzung von Wasserstoff als universellem Energieträger und Brennstoffzellen als hocheffizienten Energiewandlern voranzubringen, um damit einen wichtigen Beitrag für ein nachhaltiges und sicheres Energiesystem in Europa zu leisten. Dazu ist es erforderlich, die Markteinführung und Kommerzialisierung von Brennstoffzellen und Wasserstoff zu beschleunigen und bis 2013 auf eine möglichst breite Basis zu stellen.

Im Rahmen der JTI erfolgt der Einsatz der europäischen Fördermittel erstmals auf Grundlage einer Langfristplanung (*Multi-Annual Implementation Plan – MAIP*), die von einer entsprechenden langfristigen Budgetzusage der Europäischen Kommission getragen wird. Dadurch wird die Investitionssicherheit für die beteiligten Privatunternehmen deutlich erhöht und die Koordinierung sowie Fokussierung der Mittelvergabe erheblich verbessert. Die Umsetzung des Langfristplanes erfolgt über Jahrespläne (Annual Implementation Plan – AIP), die die Grundlage für die inhaltliche Vorbereitung und Durchführung der Projektausschreibungen (*Calls*) bilden. Der Multi-Annual Implementation Plan und der Annual Implementation Plan 2008 sind in den letzten Monaten unter Führung der europäischen Industriegruppe durch die JTI-Interimsstruktur *FCHInStruct* sowie unter Beteiligung von Vertretern der neu gebildeten europäischen Forschungsgruppe erarbeitet und mit der Europäischen Kommission abgestimmt worden. Der erste Jahresplan für 2008 (AIP 2008) ist am 26. September 2008 in einer Sitzung des JTI-Aufsichtsgremiums (Governing Board) behandelt worden. Die erste Projektausschreibung kann somit wahrscheinlich in der zweiten Hälfte des Oktobers erfolgen.

GLIEDERUNG UND SCHWERPUNKTE Der MAIP ist horizontal in vier Applikationsbereiche (*Application Areas – AA*, s. Abb. 2) gegliedert:

- Transport & Tankstelleninfrastruktur
- Wasserstoffproduktion & -verteilung
- Stationäre Energieerzeugung & Kombinierte Wärme- und Stromerzeugung
- Frühe Märkte

Unter *Frühen Märkten* werden spezielle Anwendungen wie beispielsweise unterbrechungsfreie Stromversorgung, mobile Brennstoffzellen und Spezialfahrzeuge (z. B. Gabelstapler) verstanden. Querschnittsthemen sind in einem gesonderten fünften Bereich zusammengefasst und beschäftigen sich mit Fragen wie Gesetzgebung und Standards, der Beseitigung technischer oder nicht-technischer Hemmnisse sowie der Schaffung vorteilhafter Rahmenbedingungen für die Kommerzialisierung der Technologien.

Der vertikale Aufbau des Plans spiegelt den Forschungs- und Entwicklungszyklus wieder und umfasst langfristige Grundlagenforschung ebenso wie angewandte industrielle Forschungen, Demonstrationen und unterstützende Aktivitäten, so genannte *pre-normative research activities* auf Projektebene, in deren Rahmen spezifischen Querschnitts- und Schnittstellenthemen behandelt werden.

Wichtige Schwerpunkte des Programms sind unter anderem:

- Große Flottendemonstrationen mit mehreren hundert Fahrzeugen und der Errichtung sowie dem Betrieb der dafür erforderlichen Infrastruktur als Voraussetzung für die breite Kommerzialisierung von Brennstoffzellenfahrzeugen ab Mitte des nächsten Jahrzehnts.
- Verstärkte Zusammenarbeit bei kritischen Materialien, Komponenten und Systemaspekten von Brennstoffzellenstacks, um wettbewerbsfähige Systemlösungen voranzutreiben und die europäische Wettbewerbssituation deutlich zu verbessern.
- Schwerpunktorientierte Entwicklung nachhaltiger Methoden der Produktion, Speicherung und Verteilung von Wasserstoff auf der Basis der verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien wie z. B. Windkraft und Solarenergie.
- Forschung und Demonstration zum Nachweis der Applikationstauglichkeit für stationäre und Hausenergieerzeugung zur Unterstützung und Entwicklung dezentraler Formen der Energieerzeugung.
- Demonstration und Inbetriebnahme von UPS-Systemen und transportablen Generatoren zur Erhöhung des Wirkungsgrades sowie Beseitigung funktioneller und anderer Nachteile gegenwärtiger Lösungen.
- Demonstration und Inbetriebnahme von Industriefahrzeugen mit Schwerpunkt auf Gabelstaplern zur Vergrößerung des Einsatzspektrums elektrischer Gabelstapler und Verringerung beziehungsweise Beseitigung des logistischen und Instandhaltungsaufwands im Einsatz mit Batterielösungen.
- Herstellung vorteilhafter Rahmenbedingungen für die Markteinführung einschließlich der Förderung von KMUs sowie Unterstützung durch Gesetzgebung und Standards.

GRÜNDUNG DER JTI Am 14. und 15.Oktober 2008 wird auf dem Ausstellungsgelände der *Auto World* in Brüssel die offizielle Gründungsveranstaltung der JTI unter Schirmherrschaft der Europäischen Kommission und der europäischen Industriegruppe abgehalten. Parallel dazu wird eine Ausstellung auf dem Auto-World-Ausstellungsgelände stattfinden, die den Veranstaltungsbesuchern neue Errungenschaften der Technologieentwicklung nahe bringt. Beide Veranstaltungen werden jede Menge Informationen zur Gründung und Arbeitsweise der JTI liefern und darüber hinaus eine ausgezeichnete Plattform für die Begegnung und den Gedankenaustausch zwischen allen beteiligten Interessengruppen liefern. Am 13. Oktober werden außerdem, ebenfalls in Brüssel, Treffen der europäischen Industriegruppe, der European Hydrogen Association und von Fuel Cell Europe abgehalten.

Es besteht die Absicht, ein Mal jährlich gleichartige Veranstaltungen auch in den Folgejahren an verschiedenen europäischen Plätzen durchzuführen, um allen interessierten Unternehmen, Forschungseinrichtungen, Nichtregierungsorganisationen und anderen Interessengruppen aktuelle und umfassende Informationen zur Tätigkeit der JTI zu vermitteln und gleichzeitig eine Rückkopplung für die weitere Tätigkeit zu ermöglichen. ||

WICHTIGER EVENT

Vom 13. bis zum 15. Oktober findet in Brüssel, Belgien, der offizielle Auftakt für das Gemeinschaftsunternehmen JTI statt. Die Veranstaltung gilt als Europas wichtigster H_2-/BZ-Event in diesem Jahr.
Zunächst gibt es dort am 13. Oktober einen Industrie-Workshop zur Vorbereitung des Starts der Joint Technology Initiative. Am 14. und 15. Oktober findet dann die Fuel Cell and Hydrogen General Stakeholder Assembly (GSA ´08) mit dem offiziellen JTI-Start statt, wo auch Janez Potočnik, der EU-Forschungskommissar, eine Rede halten wird. (SG)

Autor:

André Martin
Manager FCHInStruct
New Energy World IG, Brüssel, Belgien
→ andre.martin@fchnewenergyworld.eu

SUZUKI SX4-FCV IN PARIS

[Quelle: Suzuki]

Die Suzuki Motor Corporation stellt während der Mondial de l'Automobile, die vom 2. bis 19. Oktober in Paris stattfindet, zwei Brennstoffzellenfahrzeuge vor: den SC4-FCV, einen Kleinwagen für fünf Personen, und Crosscage, ein Konzeptmotorrad, das bereits Ende 2007 in Tokio für Furore sorgte. Der japanische Automobilkonzern verkündete zudem, zukünftig verstärkt auf Umweltverträglichkeit bauen und die Emissionswerte seiner Fahrzeuge mit Hilfe der Brennstoffzellentechnik weiter reduzieren zu wollen. Diese beiden neuen Fahrzeugmodelle sollen dabei helfen.

Der SX4-FCV ist ausgestattet mit einem Hochleistungsbrennstoffzellenblock (80 kW) von General Motors, einem selbst entwickelten 700-bar-Wasserstoffdrucktank und einer Kondensatorbatterie. Der 68 kW leistende Elektromotor beschleunigt den 4,2 m langen Hybrid-Kleinwagen auf bis zu 150 Stundenkilometer (Reichweite: 250 km). Erstmalig war dieser Prototyp bereits während des G8-Gipfels im Sommer 2008 den auf Hokkaido anwesenden Staatschefs präsentiert worden. ||

BRÜSSEL VEREINFACHT PKW-ZULASSUNG

Mit überwältigender Mehrheit haben sich am 3. September 2008 die EU-Abgeordneten in Brüssel für eine europaweit geltende Pkw-Typengenehmigung für Wasserstoffautos ausgesprochen, um deren Marktzugang zu beschleunigen. 622 Vertreter stimmten mit Ja bei nur zwei Gegenstimmen. EU-Industriekommissar Günter Verheugen erklärte nach dem Votum, es sei ein „bedeutender Schritt hin zur stärkeren Verbreitung von Fahrzeugen mit Wasserstoffantrieb." Die neue Verordnung kann nach einer Zustimmung im Ministerrat Ende 2008 in Kraft treten.

Die EU-Politikerin Anja Weisgerber (CSU), die die Gesetzgebung federführend betreut, erklärte, zuvor hätten unterschiedliche Zulassungsregeln eine Marktreife behindert: „Das Europäische Parlament hat mit der Festlegung von EU-weiten Mindeststandards und Zulassungskriterien jetzt für diese Zukunftstechnologie den Weg frei gemacht." Sie verglich die Chancen für den Wasserstoffantrieb mit denen von Digitalkameras: „Vor zehn Jahren hätte auch niemand gedacht, dass es eines Tages kaum noch Analogkameras geben würde." Bereits Ende Mai hatte der Binnenmarktausschuss des Europäischen Parlaments einen entsprechenden Verordnungsvorschlag der EU-Kommission befürwortet.

Die Verordnung besagt, dass Wasserstoffautos in das allgemeine Kfz-Typengenehmigungssystem der EU aufgenommen werden sollen. Das würde dazu führen, dass Modelle, die in einem Mitgliedstaat zugelassen wurden, automatisch auch in allen anderen EU-Ländern akzeptiert werden. Weisgeber sagte: „Die Pkw-Hersteller können dank der Vereinfachung des Genehmigungsverfahrens im Zeitraum 2017 bis 2025 bis zu 124 Mio. Euro an Genehmigungskosten einsparen." ||

HYDROGEN ROAD TOUR 2008

Linde hat bis Anfang 2008 bereits 120.000 H_2-Betankungen vorgenommen [Quelle: Linde AG]

Einen Marathon der besonderen Art haben gemeinsam neun verschiedene Automobilkonzerne im August 2008 absolviert: die Hydrogen Road Tour 2008. Es handelt sich dabei um die Durchquerung der Vereinigten Staaten von Amerika mit Wasserstofffahrzeugen innerhalb von 13 Tagen. >>

SUDOKU

Schwierigkeitsstufe: Mittel

Füllen Sie die leeren Felder so aus, dass in jeder Zeile, in jeder Spalte und in jedem Unterquadrat die Ziffern von 1 bis 9 jeweils nur einmal vorkommen.

→Auflösung: s. S. 32

	1		9		6		7	
4			3		5			6
	3			8			4	
		3				1		
6	4						9	8
		8				2		
	8			3			5	
3			8		9			7
	6		4		1		2	

© Oliver Knauff

Die beteiligten Partner wollten auf diese Weise zeigen, wie weit die Wasserstofffahrzeug- und Betankungstechnik mittlerweile entwickelt ist. Neben den Automobilunternehmen beteiligten sich auch das amerikanische Department of Energy (DOE), das U.S. Department of Transportation (DOT), die Californian Fuel Cell Partnership (CAFCP) sowie die National Hydrogen Association (NHA) an diesem Vorhaben. „Die Technologie, die benötigt wird, um diese Autos auf die Straße zu bringen und fahren zu lassen, existiert bereits", sagte Paul Brubaker von der U.S. DOT Research and Innovative Technology Administration (RITA).

Die Hydrogen Road Tour, die von Maine bis Kalifornien ging, führte die Fahrer durch insgesamt 18 US-Staaten. 31-mal wurde währenddessen Halt gemacht, um sowohl über die Tour als auch die Technik informieren zu können. Begleitet wurde der Tross von Wasserstoffbussen sowie mobilen Betankungsstationen, die von Linde und Air Products zur Verfügung gestellt wurden. ||

→ *http://hydrogenroadtour08.dot.gov*

MASTERFLEX AG GLIEDERT BZ-SPARTE AUS

Dr. Andreas Bastin
[Quelle: Masterflex AG]

Die Masterflex AG ist ein Unternehmen für Schlauchsysteme, das seit über zwanzig Jahren auf dem Markt ist. Im Laufe der Zeit hat sich das Betätigungsspektrum der Gelsenkirchener Firma erweitert. Neue Bereiche sind hinzu gekommen: Medizintechnik, Oberflächenveredelung, mobile Bürosysteme und auch Brennstoffzellentechnologie. Wie die Aktiengesellschaft im Juni verlauten ließ, habe sich jedoch gezeigt, dass die erzielbaren Synergien zwischen den verschiedenen Geschäftsfeldern beziehungsweise bei den bedienten Märkten sehr unterschiedlich sind, weswegen der Vorstandsvorsitzende Andreas Bastin eine strategische Neuausrichtung der Masterflex AG ankündigte.

Die neuen Unternehmensbereiche haben mittlerweile rund zwei Drittel des Geschäftsumsatzes erreicht, tragen gemeinsam aber weniger als die Hälfte zum Konzernergebnis bei, weswegen eine Konsolidierung der Unternehmensstruktur und somit eine Konzentration aufs Kerngeschäft vorgenommen werden soll. Dies bedeutet konkret, dass sich die Masterflex AG zukünftig klar auf die Entwicklung und Herstellung anspruchsvoller Verbindungs- und Schlauchsysteme aus innovativen High-Tech-Kunststoffen konzentrieren wird.

Die Brennstoffzellentechnologie wird Ende 2008 aus dem Kerngeschäftsfeld ausgegliedert werden. Es wird dann ein eigenes Geschäftsfeld geben, in dem der Brennstoffzellensektor unter dem Begriff *klimaneutrale Mobilität* mit dem Bereich der Elektro- und Lastenfahrräder zusammengeführt wird. In den nächsten zwei bis drei Jahren soll dann entschieden werden, ob diese Aktivitäten zu einem zweiten Standbein der Masterflex AG ausgebaut werden oder ein wirtschaftlich erfolgreicher Exit vorgenommen wird. ||

MTU ONSITE ENERGY LÖST CFC AB

Christof von Branconi
[Quelle: Tognum AG]

Die Tognum-Gruppe bemüht sich weiterhin um eine Umstrukturierung ihrer Geschäftsfelder. Am 2. September verkündete sie im Rahmen dieser Neuausrichtung die Gründung ihrer neuen Marke: MTU Onsite Energy. Unter diesem Begriff werden ab sofort alle Tochtergesellschaften geführt, die sich mit dezentraler Energieversorgung beschäftigen: CFC Solutions, Katolight, MDE sowie der MTU-Bereich Power Generation. MTU Onsite Energy soll parallel zur „Schwestermarke" MTU als eigenständige neue Marke etabliert werden, was auch bereits auf der neu gestalteten Website zu erkennen ist. Die bisherigen Firmennamen werden zeitnah umgestellt, nur MDE und Katolight werden in bestimmten Märkten und Anwendungen für eine Übergangsphase noch weiter benutzt.

Die Produktpalette von MTU Onsite Energy umfasst verschiedene netzunabhängige Systeme zur Strom- und Wärmeerzeugung, also zur Vor-Ort-Energie-Erzeugung: Dieselaggregate, Blockheizkraftwerke, Gasturbinen und Brennstoffzellen. Christof von Branconi, zuständiges Vorstandsmitglied für den Tognum-Geschäftsbereich Onsite Energy & Components, erklärt: „Wir bieten unseren Kunden passende Lösungen zur Erzeugung von Strom, Wärme und Kälte an jedem Ort und zu jeder Zeit. Immer unter Berücksichtigung des weltweit wachsenden Bedarfs an Energie."

Gleichzeitig kündigte Tognum für die nahe Zukunft an, Brennstoffzellensysteme bis zu einem Leistungsbereich von zwei Megawatt entwickeln und bauen zu wollen. ||

GEOFFREY BALLARD GESTORBEN

[Quelle: Ballard]

Geoffrey Ballard, der Gründer von Ballard Power Systems, ist am 2. August im Alter von 76 Jahren gestorben.

Ballard wurde am 16. Oktober 1932 in Niagara Falls, USA, geboren. Später studierte er Geophysik und widmete sich der Entwicklung alternativer und sauberer Energiewandler. Als einer von drei Gründern rief er im Jahr 1979 das nach ihm benannte Unternehmen ins Leben, dem er bis 1997 vorstand. 1999 hob das Time Magazine den „Vater der Brennstoffzellenindustrie" auf die Titelseite und ernannte ihn zu einem seiner „Heroes for the Planet." Im selben Jahr gründete Ballard General Hydrogen, das im vergangenen Jahr an Plug Power Inc. verkauft wurde.

„Sein Name wird für immer mit den Brennstoffzellenprodukten dieser Firma verbunden sein", sagte John Sheridan, der heutige Ballard-Präsident drei Tage nach dem Tod des Brennstoffzellenpioniers. ||

PETER BERGER GESTORBEN

[Quelle: CFC Solutions]

Am 8. Juli 2008 ist Peter Berger an den Folgen seiner schweren Krankheit gestorben.

Der Diplom-Wirtschaftsingenieur war viele Jahre lang als Sales Manager für MTU beziehungsweise CFC Solutions aktiv. Durch seine vielen Auftritte und Vorträge auf Messen und Kongressen war er das „freundliche Gesicht" des HotModules. Bis zuletzt widmete er seine ganze Energie der Brennstoffzellentechnik. Er wird uns fehlen. ||

MEDIS' FUEL CELL CHARGER MARKTREIF

Fuel Cell Starter Kit [Quelle: Medis]

Der 24/7 Xtreme Fuel Cell Charger von der Medis Corporation ist endlich auf dem Markt erhältlich. Seit August 2008 bietet die New Yorker Firma die kleinen externen Aufladegeräte an (s. HZwei 01-08), allerdings nur in den USA. Dort werden die mobilen Energieversorgungsmodule über die Handelskette Best Buy vertrieben.

Die 10 cm langen Boxen liefern ausreichend Strom (bis zu 220 mA) für rund 30 Stunden Gesprächsdauer mit einem Mobiltelefon oder 60 bis 80 Stunden Betriebsdauer eines normalen MP3-Players. Die nominelle Leistungsabgabe liegt bei bis zu 1 W bei 3,6 bis 5,4 V. Entsprechende Adapter für die gängigsten Elektronikgeräte sind im Kaufpreis des Starter Kits (39,95 US-$) mit inbegriffen, um USB-Geräte, Palm Treo und New Nokia betreiben und aufladen zu können. Ist der enthaltene Flüssigenergiespeicher aufgebraucht, kann das Gerät für 22,95 US-$ ausgetauscht werden.

Um die Brennstoffzelle zu aktivieren, muss die Sperrvorrichtung entfernt und das Gerät zusammengedrückt werden. Ab Oktober 2008 soll auch eine passende Taschenlampe dazu angeboten werden. ||

H_2-KARTUSCHEN FÜR HAUSBOOTE

In letzter Minute hatte Stephan Möller seinen Antrag zur Förderung der Bildung eines innovativen regionalen Netzwerkes eingereicht – und er hatte Glück. Am 25. Juni 2008 erhielt das HIAT als zweihundertster und letzter Teilnehmer des Förderwettbewerbs Netzwerkmanagement-Ost vom Mittelstandsbeauftragten der Bundesregierung, Staatssekretär Hartmut Schauerte, eine Sonderurkunde und seinen Bewilligungsbescheid. Am 30. Juni schloss dann der Förderwettbewerb seine Tore.

Möller, der Geschäftsführer des Hydrogen Institute of Applied Technologies (HIAT), hatte sich mit seinem Team für die Förderung von HyPort (s. HZwei Juli 2007) eingesetzt. HyPort soll als Netzwerk aufgebaut werden, um Brennstoffzellen im maritimen Einsatz mitsamt der entsprechenden Wasserstoffinfrastruktur marktfähig zu machen. Dabei sollen BZ-Systeme unterschiedlicher Größe und Leistung zum Einsatz kommen. Als Energiespeicher befinden sich bereits problemlos austauschbare H_2-Kartuschen in Planung, sowohl auf Metallhydrid- als auch auf Hochdruckbasis. Diese könnten dann an der Ostseeküste und auch auf Binnengewässern (z. B. Müritz) zum Einsatz kommen.

„Hausbootfahren ist derzeit stark im Kommen – wie bei Segelyachten auch stellt die komfortable Versorgung mit Elektroenergie jedoch ein Problem dar", stellt der fortan als Netzwerkmanager tätige Stephan Möller fest und verweist auf die erstarkende Nachfrage nach autarken, leisen und umweltschonenden Bordenergieversorgungssystemen. Zunächst soll jedoch mit den über 45 bereits im Boot befindlichen Partnern eine Roadmap erstellt werden. Ein Kick-Off-Meeting dazu hat bereits am 2. September unter regem Interesse in Schwerin stattgefunden. ||

→ www.hyport.de

GORETEX BESSER ALS PLATIN

Australische Wissenschaftler haben ein kostengünstiges Katalysatormaterial für den Einsatz in Brennstoffzellen ausfindig gemacht. Wie die Forscher in der Zeitschrift Science berichteten, kombinierten sie eine flexible Membran aus Goretex mit einem leitfähigen Kunststoff und erzielten damit ähnlich hohe Stromausbeuten wie mit Platin. Bislang werden in Brennstoffzellen Platin oder Platinlegierungen als Katalysatoren eingesetzt, obwohl deren hoher Rohstoffpreis hauptverantwortlich ist für die derzeit noch sehr hohen Stackkosten.

Bjorn Winther-Jensen von der Monash University in Clayton erklärt, dass er mit seinen Kollegen ein leitfähiges Polythiophen (PEDOT) verwende, das als 400 Nanometer dünne Beschichtung aufgetragen werde und unempfindlich gegenüber dem sonst als Katalysatorgift bezeichneten Kohlenmonoxid ist. In ersten Versuchen zeigte dieser Katalysator nach 1.500 Stunden keine Verschleißerscheinungen, arbeitete aber ebenso effizient wie eine klassische Platinelektrode. ||

Auflösung des Sudoku-Rätsels von S. 30

8	1	5	9	4	6	3	7	2
4	7	2	3	1	5	9	8	6
9	3	6	2	8	7	5	4	1
2	5	3	7	9	8	1	6	4
6	4	1	5	2	3	7	9	8
7	9	8	1	6	4	2	3	5
1	8	7	6	3	2	4	5	9
3	2	4	8	5	9	6	1	7
5	6	9	4	7	1	8	2	3

BAXI INNOTECH
fuel cell heating

Sie nehmen die Zukunft für Strom und Wärme in die Hand

Mitarbeiter Service
Brennstoffzellen-Heizgeräte (m/w)

Über uns: Vor zehn Jahren als european fuel cell gmbh gestartet, sind wir heute eines der führenden Unternehmen in der Entwicklung der Brennstoffzellentechnik, in der Wirtschaftsmetropole Hamburg gelegen. Im Verbund der europäischen BAXI-Gruppe gehen wir mit der Herstellung und dem Vertrieb von Brennstoffzellen-Heizgeräten eine für die Energiewirtschaft zukunftsweisende Technologie an. Zur Verstärkung unseres Serviceteams suchen wir eine flexible, technisch versierte, kundenorientierte Persönlichkeit.

Über Ihre Arbeit: Folgende Schwerpunkte kennzeichnen das Aufgabengebiet:

- Installation der Brennstoffzellen-Heizgeräte
- Durchführung von Service- und Wartungsarbeiten vor Ort
- Lagerführung
- Schulung des Fachhandwerks

Die Tätigkeit ist mit erhöhter Reisetätigkeit verbunden und erfordert absolute Flexibilität.
Das Einsatzgebiet ist überwiegend Deutschland, zum Teil auch Europa.

Über Sie: Was Sie auszeichnet, ist Ihre mehrjährige Berufserfahrung in einem vergleichbaren Tätigkeitsgebiet, beispielsweise in der Heizungsbranche. Sie sind es gewohnt, kundenorientiert und eigenverantwortlich zu arbeiten und schätzen die Vorteile der flexiblen Servicetätigkeit. Das Team bereichern Sie durch gute Abstimmung und aktive Zusammenarbeit.

Wir erwarten von Ihnen eine abgeschlossene Ausbildung im Bereich Elektrotechnik, Mechatronik oder Maschinenbau mit Schwerpunkt Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik (MSR). Ein Abschluss als Meister oder Techniker ist wünschenswert, aber nicht Bedingung.
Gute Anwenderkenntnisse im MS Office und der Programmierung von SPS-Systemen setzen wir voraus. Idealerweise haben Sie gute Englischkenntnisse in Wort und Schrift sowie Erfahrungen mit SAIA- und HIMA-Software. Ebenfalls Voraussetzung für diese Tätigkeit ist der Führerschein Klasse B.

Wir bieten Ihnen eine Festanstellung mit leistungsgerechter Bezahlung in einem innovativen, wachsenden Unternehmen mit Zukunftsperspektive. Informieren Sie sich auch gern noch einmal auf unserer Website über unser Unternehmen – www.baxi-innotech.de – Ihre Bewerbung senden Sie bitte per mail an unseren Dienstleister für Personalangelegenheiten COWEO Personalberatung, Gabriele Wilk – wilk@coweo.de

Das Zentrum für BrennstoffzellenTechnik in Duisburg ist eine international führende Forschungseinrichtung, die sich mit der Entwicklung von Brennstoffzellensystemen und ihrer Komponenten befasst. Modernste Laborausstattung und hervorragende Infrastruktur erlauben fundierte anwendungsorientierte und industrienahe Entwicklungsarbeit in einem hoch motivierten Team. Über 70 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter verschiedener Fachrichtungen erarbeiten gemeinsam mit der Industrie Lösungen für eine zügige Markteinführung der Technologie.

Für die Durchführung von Entwicklungsprojekten suchen wir qualifizierte

wiss. und techn. Mitarbeiter/innen

für Aufgaben wie:

- Entwicklung von Fertigungsverfahren für Brennstoffzellen, Reformer und Systeme
- Verfahrenstechnische Entwicklung von Wasserstofferzeugern und Komponenten
- Weiterentwicklung von Materialien und Komponenten für den Einsatz in Brennstoffzellen
- Qualitätssicherung von Prozessen und Produktionstechnologien
- Entwicklung und Betrieb von Prüfständen und Analytik sowie Prüfprozessen

Ihr Profil:

- Abgeschlossenes Studium der Ingenieurwissenschaften oder höherer gewerblicher Abschluss
- Überdurchschnittliches Engagement, selbstständiges Arbeiten im interdisziplinären Team
- Freude an neuen innovativen Aufgaben und kreativer Gestaltung der eigenen Arbeit

Wir bieten Ihnen in einem unbefristeten Arbeitsverhältnis eine Vergütung in Anlehnung an den TV-L mit den üblichen Leistungen. Bei entsprechender persönlicher Voraussetzung können Sie Ergebnisse Ihrer Arbeit auch für eine Promotion verwenden. Ausführliche Stellenbeschreibungen sind unserer Webseite zu entnehmen. Initiativbewerbungen sind darüber hinaus willkommen.

ZBT gGmbH
Carl-Benz-Str. 201
D-47057 Duisburg
Tel.: 0203-7598-3020
info@zbt-duisburg.de
www.zbt-duisburg.de

TERMINKALENDER

OKTOBER

15.-17.10. ecomove
Messe & Kongress, Berlin, Messe Berlin, Tel. 030-30382-217, Fax -065, *www.ecomove-berlin.de*

22.-23.10. H2Expo
Konferenz & Messe, Hamburg, Hamburg Messe und Congress GmbH, Tel. 040-3569-2285, Fax -2180, *www.h2expo.de*

23.10. Zemship-Konferenz
Konferenz, Hamburg, BSU u. Hamburg Messe, Tel. 040-3288-4475, *www.hamburg-messe.de*

27.-30.10. Fuel Cell Seminar and Exposition
Messe & Konferenz, Phoenix/Arizona, Fuel Cell Seminar Headquarters, Tel. +1-202-973-8671, Fax -331-0111, *www.fuelcellseminar.com*

30.10. Brennstoffzellenforum Hessen
Konferenz, Congress Park Hanau, Wasserstoff- & Brennstoffzellen-Initiative Hessen, Tel. 0611-7748959, *www.h2bz-hessen.de*

NOVEMBER

6.-7.11. Mini-BHKW – Planung, Vertrieb
Kursus, Ulm, WBzU, Tel. 0731-17589-0, Fax -10, *www.wbzu.de*

6.-8.11. Energie-Symposium Stralsund
Symposium, Stralsund, FH Stralsund, Tel. 03831-456-713, Fax -687, *www.fh-stralsund.de*

6.-7.11. Innovative Fahrzeugantriebe
Konferenz, Dresden, VDI, Tel. 0211-6214-201, Fax -154, *www.vdi-wissensforum.de*

07.-09.11. EnergieTage Hessen
Kongress & Messe, Wetzlar, Reeco GmbH, Tel. 07121-3016-0, Fax -100, *www.energietage.com*

07.-09.11. Aachener Energietage
Messe & Konferenz, Aachen, Eurogress Aachen, Tel. 0241-9131-0, Fax -200, *www.aachener-energietage.de*

12.-14.11. Global Energy Basel
Kongress, Basel, Global Energy Basel, Tel. +41-58-2062189, *www.globalenergybasel.com*

13.-14.11. Forum Wärmepumpe
Kongress, Berlin, Solarpraxis, Tel. 030-7262963-37, Fax -09, *www.solarpraxis.de*

14.-16.11. EnerFair
Messe, Sinsheim, P. E. Schall GmbH, Tel. 07025-9206-0, Fax -620, *www.enerfair-messe.de*

25.-28.11. Hydrogen Show
Messe, Mailand/Italien, Artenergy, Tel. +39-2-6630-6866, Fax -5510, *www.idrogenoexpo.com*

27.-28.11. Mini-BHKW – Hydraulik & Elektrik
Kursus, Ulm, WBzU, Tel. 0731-17589-0, Fax -10, *www.wbzu.de*

28.11. Sächsischer Brennstoffzellentag
Tagung, Chemnitz, BZ-Initiative Sachsen, Tel. 0351-25536-48, Fax -00, *www.bz-sachsen.de*

DEZEMBER

1.-2.12. Kraftstoffe der Zukunft
Kongress, Berlin, BBE & UFOP, Tel. 0228-81002-22, Fax -58, *www.kraftstoffe-der-zukunft.com*

3.-4.12. BZ-Lebensdauerprognose
Workshop, Ulm, WBzU, Tel. 0731-17589-0, Fax -10, *www.wbzu.de*

3.-6.12. EuroMold
Messe, Frankfurt, Demat, Tel: 069 / 27 40 03 - 0, Fax -40, *www.euromold.com*

4.12. Fraunhofer-Symposium Mikroenergietechnik
Konferenz, Nürnberg, Fraunhofer IIS, Tel. 0911-5806163-73, Fax -98, *www.microenergy-technology.com*

4.-5.12. Forum Bioenergie
Konferenz, Berlin, Solarpraxis, Tel. 030-7262963-37, Fax -09, *www.solarpraxis.de*

11.-12.12. Fuel Cells Durability & Performance
Konferenz & Ausstellung, Las Vegas/USA, The Knowledge Foundation, Tel. +1-617-232-7400, Fax -9171, *www.knowledgefoundation.com*

11.-12.12. Mini-BHKW – Planung & Vertrieb
Kursus, Ulm, WBzU, Tel. 0731-17589-0, Fax -10, *www.wbzu.de*

JANUAR 2009

27.-29.01.09 enertec
Messe, Leipzig, Leipziger Messe GmbH, Tel. 0341-678829-3, Fax -2, *www.enertec-leipzig.de*

FIRMEN-EINTRAG

Bitte nehmen Sie uns in das HZwei-Firmenverzeichnis auf. Dieser Auftrag gilt für 2 Ausgaben und kostet 50 Euro zzgl. MwSt. pro Rubrik. *Eintrag bis zu 150 Zeichen:*

Firma

Adresse

Tel., Fax, Internet

Rubrik:
- ☐ Forschung & Entwicklung
- ☐ Hersteller
- ☐ Medien
- ☐ sonstige Dienstleister
- ☐ Veranstalter
- ☐ Vereine & Verbände
- ☐ Weiterbildung
- ☐ Zulieferer
- ☐ eigener Vorschlag

Bitte per Post oder Fax senden an: Hydrogeit Verlag | Gartenweg 5 | 16727 Oberkrämer | Fax: 033055-21320

FIRMENVERZEICHNIS

BRENNSTOFFZELLEN

ECG GmbH ElektroChemischeGeneratoren, Widdersdorfer Str. 240, 50825 Köln, Tel. 0221-6777-3530, kontakt@ecg-online.com, *www.ecg-online.com*

h-tec, Lindestr. 48 A, 23558 Lübeck, Tel. 0451-49895-0, Fax -15, *info@h-tec.com, www.h-tec.com*

ELEKTROLYSEURE

Diamond Lite S.A., Rheineckerstr. 12, PF 9, CH - 9425 Thal, Tel. +41-(0)71-880020-0, Fax -1, *diamondlite@diamondlite.com, www.diamondlite.com*

FORSCHUNG & ENTWICKLUNG

DLR Institut für Technische Thermodynamik, Pfaffenwaldring 38-40, 70569 Stuttgart, Tel. 0711-6862-346, Fax -747, *www.dlr.de/tt*

Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE, Heidenhofstr. 2, 79110 Freiburg/Br., Tel. 0761-4588-0, Fax -9000, *www.ise.fhg.de*

Fraunhofer-Institut Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM), Gustav-Meyer-Allee 25, 13355 Berlin, Tel. 030-3147283-3, Fax -5, *www.izm.fraunhofer.de*

GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Max-Planck-Str. 1, 21502 Geesthacht, Tel. 04152-87-0, Fax -1403, *www.gkss.de*

HIAT gGmbH, Schwerin, *www.hiat.de*, CCMs/MEAs für PEFC, DMFC & PEM-Elektrolyse, DMFC-Membranentwicklung, Prozessentwicklung MEA/CCM-Fertigung, Qualitätssicherung

HyCentA – Hydrogen Center Austria, Österr. Forschungszentrum für Wasserstoff an der TU Graz, Inffeldgasse 15, A-8010 Graz, Tel. +43(0)316-873950-0, Fax -2, *www.hycenta.at*

IMM Institut für Mikrotechnik Mainz GmbH, Carl-Zeiss-Str. 18-20, 55129 Mainz, Tel. 06131-9900, *www.imm-mainz.de*, Reformer und Wärmetauscher

Zentrum für BrennstoffzellenTechnik ZBT gGmbH, Carl-Benz-Str. 201, 47057 Duisburg, Tel. 0203-7598-0, Fax -2222, *info@zbt-duisburg.de, www.zbt-duisburg.de*

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Helmholtzstr. 8, 89081 Ulm, Tel. 0731-9530-0, Fax -666, *info@zsw-bw.de, www.zsw-bw.de*

MEDIEN

H2Gate, Rosenhagenstr. 42, 22607 Hamburg, Tel. 040-8901824-4, Fax -5, *www.h2gate.de*

oak Media GmbH, Technologiepark 13, 33100 Paderborn, Tel. 05251-205194, Fax -95, *www.energieportal24.de*

SONSTIGE DIENSTLEISTER

Elektro-Ausbildungszentrum Aalen, Mohlstr. 3, 73431 Aalen, Tel. 07361-9580-0, Fax -290, *eaz@eaz-aalen.de, www.eaz-aalen.de*

VERANSTALTER

15. Gemeinschaftsstand Wasserstoff + Brennstoffzellen, Hannover Messe 2009, 20.-24. April. c/o Tobias Renz FAIR-PR, Tel. 089-7201384-0, Fax -20, *www.fair-pr.com*

E-world energy & water GmbH, Norbertstr. 5, 45131 Essen, Tel. 0201-1022-210, Fax -333, *www.e-world-2008.com, mail@e-world-essen.com*

Hamburg Messe und Congress GmbH, Rentzelstrasse 70, 20357 Hamburg, Tel. 040-3569-0, Fax -2180, *www.hamburg-messe.de*

Hydrogen Expo US, c/o Freesen & Partner GmbH Schwalbennest 7a, 46519 Alpen, *www.hydrogenexpo.com*

Peter Sauber Agentur Messen und Kongresse GmbH, Fritz-von-Graevenitz Str. 6, 70839 Gerlingen, Tel. 07156-4362452, *www.f-cell.de*

REECO GmbH, Unter den Linden 15, 72762 Reutlingen, Tel. 07121-3016-0, Fax -110, *www.energie-server.de*

VEREINE & VERBÄNDE

Deutscher Wasserstoff- & Brennstoffzellen-Verband e.V., Unter den Eichen 87, 12205 Berlin, Tel. 0700-49376-835, Fax -329, *www.dwv-info.de*

Fördergesellschaft Erneuerbare Energien, Köpenicker Str. 325, 12555 Berlin, Tel. 030-65762706, *www.fee-ev.de*

HyCologne, Goldenbergstr. 2, 50354 Hürth, Tel. 02233-406130, *www.hycologne.de*

WEITERBILDUNG

Elektro-Ausbildungszentrum Aalen, Mohlstr. 3, 73431 Aalen, Tel. 07361-9580-0, Fax -290, *eaz@eaz-aalen.de, www.eaz-aalen.de*

h-tec, Lindestr. 48A, 23558 Lübeck, Tel. 0451-49895-0, Fax -15, *info@h-tec.com, www.h-tec.com*

Heliocentris, Rudower Chaussee 29, 12489 Berlin, Tel. 030-639263-25, Fax -29, *info@heliocentris.com, www.heliocentris.com*

Weiterbildungszentrum Brennstoffzelle Ulm e.V., Helmholtzstr. 6, 89081 Ulm, Tel. 0731-1 75 89-0, Fax -10, *info@wbzu.de, www.wbzu.de*

ZULIEFERER

IMI Norgren Buschjost GmbH + Co. KG, Detmolder Str. 256, 32545 Bad Oeynhausen, Tel. 05731-791-0, Fax -179, *www.buschjost.de*

GSR Ventiltechnik GmbH & Co. KG, Im Meisenfeld 1, 32602 Vlotho, Tel. 05228- 779-0, Fax -190, *www.ventiltechnik.de*

Sharp Electronics (Europe) GmbH, Sonninstraße 3, 20097 Hamburg, Tel. 040-2376-0, Fax -2510, *www.sharp.de*

SMA Solar Technology AG, Sonnenallee 1, 34266 Niestetal, Tel. 0561-9522-3389, Fax -4896, *www.sma.de*

NEU ▶ Ratgeber: Alternative Kraftstoffe

H2YDROGEIT Verlag

Der Hydrogeit Verlag hat ganz aktuell ein neues Buch über Alternative Kraftstoffe veröffentlicht. Der Ratgeber widmet sich den derzeit verfügbaren sowie den zukünftigen Spritalternativen, die im Pkw-Sektor für einen saubereren und nachhaltigeren Antrieb sorgen sollen.

Das Hauptaugenmerk liegt auf den Alternativtreibstoffen zu Diesel, wie zum Beispiel Biodiesel und Pflanzenöl, sowie zu Benzin, wobei sowohl fossile (z. B. Erdgas & Flüssiggas) als auch schnell nachwachsende (z. B. Bio-Ethanol) sowie synthetische Energiespeicher (z. B. BtL) behandelt werden. Es werden jeweils deren Eigenschaften, die Herstellung sowie die Fahrzeugtechnik mit etwaigen Umrüstungsarbeiten dargelegt und auf eine leicht verständliche Art erklärt. Außerdem behandelt der Autor Sven Geitmann sowohl Wasserstoffverbrennungsmotoren als auch Brennstoffzellenantriebe in seinem neuen Buch, erläutert die Hybridtechnik und gibt wertvolle Tipps zum Spritsparen. Abschließend schildert der Maschinenbau-Ingenieur und Fachjournalist seine eigenen Erfahrungen im Umgang mit den Kraftstoffalternativen.

Das Buch bietet eine fundierte Zusammenfassung aller Fragen über heutige und kommende Alternativkraftstoffe. Geitmann erklärt allgemein verständlich innovative Antriebstechniken und informiert detailliert über die Vor- und Nachteile alternativer Energiespeicher. Angesichts ständig steigender Energiepreise zeigt dieser Ratgeber, wie wirkungsvoll Geld gespart und gleichzeitig die Umwelt geschont werden kann. Das Buch eignet sich somit nicht nur für alternative Autohalter, sonder für alle, die bei Ölpreiserhöhungen und Biodieselbeimischungen mitreden wollen.

Alternative Kraftstoffe –
Womit fahre ich am besten

von Dipl.-Ing. Sven Geitmann
Sachbuch mit 204 Seiten
58 Abbildungen und 34 Tabellen
ISBN 978-3-937863-12-2
Hydrogeit Verlag, Oktober 2008, Oberkrämer
Preis: 19,90 €

Alle Infos zu
Energieeinsparung | Bauen + Sanieren | Erneuerbare Energien

büro 629

Die Energiemesse für Verbraucher und Fachleute

aachener energietage 2008

07. – 09. 11. 2008, Eurogress Aachen
www.aachener-energietage.de

Eurogress Aachen
Begegnung ohne Grenzen