Hydrogeit Verlag / www.hzwei.info / 9. Jahrgang / Oktober 2009 / 7 €

HZwei

DAS MAGAZIN FÜR WASSERSTOFF UND BRENNSTOFFZELLEN

→ ELEKTROMOBILITÄT ALS ZUSÄTZLICHER THEMENSCHWERPUNKT IN DER HZwei

→ AUTOKONZERNE UND ENERGIEVERSORGER PLANEN 1000 H_2-STATIONEN

Auftakt zur neuen HZwei-Serie: Modellregionen Elektromobilität

GUTE NACHRICHTEN FÜR DAS KLIMA: MIT GRÜNEM STROM WIRD FAHRSPASS UMWELTFREUNDLICH

Vattenfall und die BMW Group haben in Berlin den großen Alltagstest für Elektroautos gestartet. Mit öffentlich zugänglichen Ladesäulen, an denen grüner Strom getankt werden kann, liefert Vattenfall die Infrastruktur für eine emissionsfreie automobile Zukunft. Mehr unter **www.vattenfall.de/mini_e**

INHALTSVERZEICHNIS

3 Impressum

4 Editorial

5 Meldungen
Neues kommerzielles DMFC-Modul
Elektrochemische H_2-Detektion
Wasserstoff aus Urin
Chemergy = Chemie + Energie
CFCL eröffnet Fertigungshalle
Stammtisch in München

7 Europa
Skandinavisches Wasserstoffnetzwerk

8 Kongresse
Effizienz durch Synergie
Hydrogen Expo US geht neue Wege
Neuer H2Expo-Leiter
HyFLEET:CUTE-Abschluss & -Anschluss
WHEC2010-Programm steht
f-cell 2009 in Stuttgart

12 Elektromobilität
Aufbruch ins elektrische Zeitalter
Alle reden über Elektrofahrzeuge
Es grünt so grün
Interview mit Amit Yudan
Bekenntnis zu H_2 und BZ
Richtfest für Berliner H_2-Station

23 Entwicklung
Optimierung von Direkt-Methanol-FC
Reformer erobern die H_2-Welt
Nachfolger für das Nexa®-BZ-Modul
Klimatische Auswirkungen von H_2

31 Schifffahrt / Schiene / Luftfahrt
FellowSHIP geht in die Offshore-Erprobung
e4ships – Brennstoffzellen in der Schifffahrt
PV-H_2-Hybrid-Antrieb auf der Schiene
Antares hebt ab
BlueBird baut BZ-Boomerang
Aerotec Fuel Cell Test Center

38 Terminkalender

39 Firmenverzeichnis

12 *Elektromobilität als zusätzlicher Themenschwerpunkt*

20 *H_2-Mobility – Kooperation für eine Wasserstoffzukunft*

Quelle: ThyssenKrupp Marine Systems

32 *e4ships – Brennstoffzellen für Schiffe*

IMPRESSUM HZwei

ISSN: 1862-393X
Jahrgang: 9. (2009)

Verlag: Hydrogeit Verlag
Gartenweg 5
D - 16727 Oberkrämer

Sitz: Oberkrämer
USt!D.: DE 221143829

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
Satz: Henrike Hiersig, Weimar
Anzeigen: Kirsten Laasner Projektmanagement, Kirchheim

Lektorat: Dione Gutzmer, Berlin
Druck: Möller Druck und Verlag GmbH, Ahrensfelde

Druckauflage: 4.500 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: Aufladung eines eRUF Greenster Porsche 911 auf der IAA

SCHIRMHERRSCHAFT

Bundesministerium
für Verkehr, Bau
und Stadtentwicklung

ECO MOBIL
MOBILITÄT NEU DENKEN

Frühbuchervorteil
bis 30.9.2009

24.+25.11.2009
Messe Offenburg

KONGRESS

- Neue Antriebe
- Innovative Konzepte
- Intelligentes Mobilitätsmanagement

Programm online
www.ecomobil-kongress.de

EIN- ODER AUSSTIEG

Liebe Leserinnen und Leser!

Die Zukunft fährt elektrisch, sei es mit Brennstoffzellen-, Hybrid- oder Batteriefahrzeug. Und seit dem 27. September 2009, dem Tag der Bundestagswahl, wissen wir auch, wo der Strom für die Plug-in- und Batteriefahrzeuge herkommen wird. Mit ziemlich großer Sicherheit stammt ein wesentlicher Anteil der dafür benötigten elektrischen Energie aus Atomkraftwerken. Die schwarz-gelbe Koalition, das so genannte Tigerenten-Bündnis, hat mit ihrer Stimmenmehrheit den Regierungsauftrag erhalten, so dass der von ihr geplante Ausstieg vom Ausstieg aus der Kernenergie äußerst wahrscheinlich ist.

Die großen Energieversorger haben lediglich drei Tage abgewartet und dann umgehend die noch nicht konstituierte Regierung ultimativ aufgefordert, bis Anfang 2010 für Klarheit in Sachen Atomausstieg zu sorgen. Der Grund für diese Eile ist, dass nach der momentan noch gültigen Planung Mitte nächsten Jahres einige Kernkraftwerke abgeschaltet werden müssten.

Die in der Vergangenheit äußerst kontrovers geführte Diskussion über die Herkunft des für die Elektromobilität genutzten Stroms dürfte damit erneut an Brisanz gewinnen. Zukünftig geht es nicht mehr allein um die Frage, ob Elektroautos tatsächlich CO_2-frei fahren, wenn die elektrische Energie für die Aufladung ursprünglich aus Kohlekraftwerken stammt. Jetzt muss außerdem geklärt werden, wie verantwortungsvoll es ist, wenn die Elektrofahrzeuge am Einsatzort zwar kein Kohlendioxid emittieren, sich dafür aber am Ort der Stromerzeugung Atommüll ansammelt.

Brennstoffzellen- und Hybridfahrzeuge haben hier einen klaren Vorteil: Sie sind von dieser Kernenergiediskussion nicht betroffen, vorausgesetzt, Wasserstoff wird nicht aus Atomenergie erzeugt. Aber auch bei ihnen stellt sich die Frage: Wie wird der benötigte Kraftstoff hergestellt?

Dieser Frage muss sich die gesamte Elektromobilitätsbranche stellen. Bei konventionellen Verbrennungsmotoren ist die Antwort einfach. Über hundert Jahre lang war Rohöl die Energiequelle, die eine immer stärker ausufernde individuelle Mobilität ermöglichte. In Zukunft wird es aber nicht nur einen Herstellungspfad geben. Es wird vielmehr eine Diversifizierung sowohl der Antriebstechniken als auch der Kraftstoffe geben.

Da diese Ausweitung des Angebotsspektrums auch unmittelbar die derzeit im Aufbau befindliche Brennstoffzellenautomobilität betrifft, hat sich der Hydrogeit Verlag entschieden, das in der HZwei behandelte Themenspektrum auszuweiten. Als zusätzlicher redaktioneller Schwerpunkt kommt zur bisherigen Autorubrik ab sofort die mobile Batterie- und Hybridfahrzeugtechnik hinzu und wird fortan gemeinsam mit der BZ-Fahrzeugtechnik unter dem Stichwort Elektromobilität ausführlich behandelt. Dies geht allerdings nicht auf Kosten der Brennstoffzelle. Der Umfang der Zeitschrift wird vielmehr mit zusätzlichen Seiten um den neuen Bereich erweitert.

Freuen wir uns also gemeinsam auf viele neue spannende Berichte über eine wirklich nachhaltige Mobilität. ||

Herzlichst

Sven Geitmann
HZwei Herausgeber

NEUES KOMMERZIELLES DMFC-MODUL

Neues Efoy-Modul mit Ministerpräsident Seehofer (m.) [Quelle: SFC]

Die Smart Fuel Cell AG hat ein neues System zu seiner bereits vier DMFC-Module umfassenden Produktpalette hinzugefügt. Im Juli 2009 präsentierte SFC auf dem Caravan Salon 2009 in Düsseldorf die kommerziell verfügbare Efoy 2200. Dieses System ist mit 90 Watt um 38 % leistungsstärker als das 1600er-Modell und verfügt über eine Ladekapazität von 2.200 Wattstunden pro Tag. Für die Efoy 1600 hatte SFC zunächst im März 2009 von Volkswagen und dann im Juli auch von Daimler Aufträge zur Ausstattung von 200 beziehungsweise 130 Behördenfahrzeugen erhalten. Die Systeme sollen in den professionell genutzten Sonderfahrzeugen die Bordenergieversorgung für den Betrieb mobiler Büros sicherstellen.

Zudem feierte das süddeutsche Unternehmen Anfang September 2009 mit rund 300 Gästen Richtfest für die neue Firmenzentrale, die Mitte 2010 bezugsfertig sein soll. Der Bayerische Ministerpräsident Horst Seehofer erschien persönlich am Eugen-Sänger-Ring in Brunnthal, um die Festansprache zu halten (s. Foto). ||

ELEKTROCHEMISCHE H_2-DETEKTION

Der Automobilsektor stellt besonders hohe Anforderungen an Wasserstoffsensoren. Die Geräte müssen robust gegenüber äußeren Einflüssen und unempfindlich gegenüber Feuchte sein. Sie müssen langlebig, effizient und zudem ausreichend sensibel sein, aber auch Vibrationen sowie Temperaturschwankungen aushalten können sowie über kurze Ansprechzeiten verfügen. Und wenn möglich sollten keine Querempfindlichkeiten mit anderen Gasen bestehen.

Die J. Dittrich Elektronic GmbH & Co. KG hat ein Sensorsystem entwickelt, das diesen vielfältigen Anforderungen genügt. Der verwendete Wasserstoffsensor ist – im Gegensatz zu konventionellen elektrochemischen Zellen mit flüs-

Wasserstoffsensor MF420-P [Quelle: Dittrich]

sigem Elektrolyt – ein Festelektrolyt. Kommen die Wasserstoffmoleküle mit diesem Festelektrolyt in Kontakt, teilen sie sich an der Messelektrode in Protonen und Elektronen. Durch die unterschiedliche Ladung dieser Teilchen entsteht ein Stromfluss, der proportional zur Wasserstoffkonzentration ist. Da die Reaktionen bei Raumtemperatur stattfinden, entfallen die bei den klassischen Festelektrolytsensoren notwendigen Heizsysteme, so dass die Aufnahmeleistung dieses Sensors (L: 65 mm, B: 36 mm, H: 16 mm) mit 0,32 W relativ niedrig liegt.

Erste Vorversuche zum Einsatz in Wasserstoffautos laufen derzeit, so dass mit der Markteinführung vor Ende des Jahres 2009 gerechnet wird. ||

WASSERSTOFF AUS URIN

Wissenschaftler der Ohio University haben herausgefunden, dass Wasserstoff mit Hilfe von Katalysatoren aus menschlichen Abfallstoffen, sprich Urin, hergestellt werden kann. Wie das Fachmagazin der Royal Society, Chemical Communications, berichtete, handelt es sich bei den Untersuchungen um ernst zu nehmende Forschungen. Dies bestätigte auch Jon Edwards, Media Relations Officer der Royal Society of Chemistry in einem pressetext-Interview: „Die Entdeckung könnte nicht nur dazu führen, in Zukunft Autos mit günstigem Wasserstoff zu versorgen, sondern auch zur besseren Reinigung von Abwässern dienen."

Die Chemikerin Gerardine Botte, die einen preiswerten Katalysator für die Aufspaltung von Urin ausfindig gemacht hatte, sagte: „Eine neue nickelbasierte Elektrode und eine Spannung von 0,37 Volt reichen für die Elektrolyse aus." Für die Elektrolyse von Wasser benötigt man 1,23 Volt. Edwards erklärte: „Im Vergleich zu Wasser befinden sich im Hauptbestandteil des Urins, dem Harnstoff-Molekül, vier Wasserstoffatome, die – und das ist wichtig – weniger stark aneinander gebunden sind als Wasserstoffatome im Wasser." Realistisch betrachtet wird dieses Verfahren aber wohl eher in der Abwasseraufbereitung und weniger in der Wasserstoffherstellung zum Einsatz kommen. ||

CFCL ERÖFFNET FERTIGUNGSHALLE

Der Hersteller von Festoxid-Brennstoffzellen Ceramic Fuel Cells Limited hat am 2. Oktober 2009 (nach Redaktionsschluss) seine neue Fertigungshalle in Heinsberg eröffnet. Insgesamt 9 Mio. Euro investierte das australische Unternehmen in seinen deutschen Standort im Industriepark Oberbruch nahe dem niederländisch-belgischen Länderdreieck, wo fortan SOFC-Stacks für Mikro-Blockheizkraftwerke in Serie gebaut werden sollen. ||

STAMMTISCH IN MÜNCHEN

Stammtische sind eine gemütliche Form des Beisammenseins, bei dem man sich gut über Aktuelles und Interessantes austauschen kann, weshalb sie auch in der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Branche immer beliebter werden. Nach Hamburg und Berlin haben jetzt die ersten Stammtische auch in Brandenburg und München stattgefunden. Der inzwischen 25. Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Stammtisch in Hamburg fand am 14. September 2009 statt, zeitgleich mit den Jubiläumsfeierlichkeiten der Gesellschaft zur Einführung des Wasserstoffs in die Energiewirtschaft e.V., die ihr zwanzigjähriges Bestehen in der Handelskammer der Hansestadt zelebrierte. Damals am 14. September 1989 gründeten zwölf H_2-Pioniere aus Wirtschaft, Politik und Wissenschaft diesen Verein mit dem Ziel, eine saubere und nachhaltige Energieversorgung mit Hilfe der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie einzuführen.

Barbara Makowka, die Stammtisch-Organisatorin von H2Gate, freut sich über die Vergrößerung ihres Netzwerkes, das mittlerweile bis nach Spanien reicht. Auch dort sollen „Foren geschaffen werden, bei denen sich Interessierte informieren, zusammenfinden und selbst einbringen können“. In der bayerischen Landeshauptstadt fand das erste Treffen am 12. Oktober 2009 unmittelbar vor der eCarTec statt. Einen eigenen Brandenburger Stammtisch gibt es zwar noch nicht, aber mit dem ersten Treffen der Berliner in Potsdam wurde offiziell das Einzugsgebiet auf die gesamte Hauptstadtregion ausgeweitet. ||

→ *www.h2gate.de*

CHEMERGY = CHEMIE + ENERGIE

Ein Phileas-Bus beim Projektstart [Quelle: HyCologne]

In Nordrhein-Westfalen ist ein neues Projekt mit dem Titel *Chemergy* gestartet. Zum Auftakt dieses Vorhabens Mitte September 2009 kündigten die Stadtwerke Hürth an, eine Wasserstofftankstelle errichten und betreiben zu wollen, die die beteiligten Partner stolz als die erste H_2-Station in der Region Köln bezeichnen. Die Anlage wird von Air Products kommen und soll eine Tageskapazität von 100 kg Wasserstoff aufweisen. Der Standort der neuen Betankungsstation liegt direkt am Chemiepark Hürth, dort, wo in großem Maße Wasserstoff als Nebenprodukt aus der Chemieindustrie anfällt. Vorgesehen ist, dass zunächst acht Prozent der insgesamt anfallenden Wasserstoffmenge als Energieträger für die mobile Nutzung verwendet werden. Dies würde ausreichen, um mehr als 500 Busse oder 40.000 Pkw dauerhaft betanken zu können. Die Tankstelle soll ab März 2010 in den Regelbetrieb gehen. Weitere Tankstellen befinden sich in Planung. Das Chemergy-Projekt wird im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramms (NIP) gefördert, hat ein Gesamt-Budget von 1,8 Mio. Euro und läuft bis 2011. ||

Tel. +49.7221.6 41 03
www.dittrich-systeme.de
J. DITTRICH

**Sicher ist sicher!
Unser neuer Wasserstoffdetektor erhöht die Betriebssicherheit der Brennstoffzelle.**

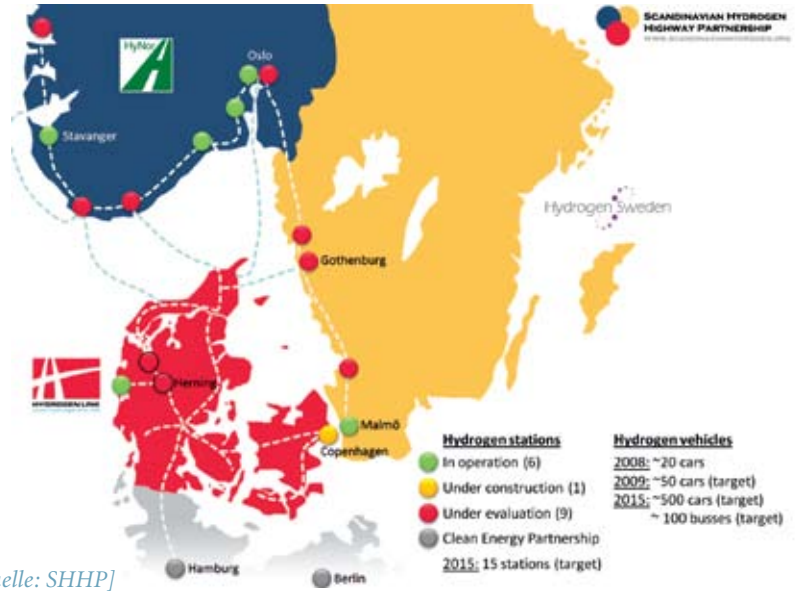
Der Detektor ist spezifisch für H2, langlebig, robust und mit einem elektrochemischen Festelektrolytsensor ausgerüstet.

INNOVATIVE GASMESS-SYSTEME VON J. DITTRICH ELEKTRONIC

Thema: Europa | **Autor:** Mikael Sloth

SKANDINAVISCHES WASSERSTOFFNETZWERK

Vorreiter bei der H_2-Einführung



[Quelle: SHHP]

Die skandinavischen Länder haben sich im Jahr 2006 zur *Scandinavian Hydrogen Highway Partnership* (SHHP) zusammengetan. Gemeinsam verfolgen sie die Absicht, eine der ersten Regionen Europas zu werden, in der Wasserstoff erhältlich ist und in einem Tankstellennetzwerk genutzt wird. Jetzt drei Jahre später ist die Region mit sechs Wasserstoffbetankungsstationen und fast zwanzig in Betrieb befindlichen Fahrzeugen „en route". Weitere Tankstellen und mehrere Autos sollen ab Ende 2009 in Betrieb gehen.

Die SHHP wurde als eine transnationale Plattform gegründet, die die Zusammenarbeit bei der Entwicklung des Wasserstofftransports voranbringen und koordinieren soll mit der Vision, Skandinavien als europäischen Leitmarkt in Sachen Wasserstoff zu etablieren. Dieses Netzwerk basiert auf regionalen Clustern, in denen große und kleine Institutionen aus Industrie, Forschung und Gemeinden involviert sind. Als Koordinatoren fungieren jeweils nationale Netzwerkorganisationen: in Norwegen *Hynor*, in Schweden *Hydrogen Sweden* und in Dänemark *Hydrogen Link*. Darüber hinaus existieren assoziierte Partner in Island, Finnland und Kanada (BC Highway).

Das konkrete Ziel der Scandinavian Hydrogen Highway Partnership lautet, bis zum Jahr 2015 ein Netzwerk aus 15 Wasserstofftankstellen und 500 Fahrzeugen sowie 100 Bussen zu etablieren, um so die Markteinführung vorzubereiten. Anfang 2009 waren 20 Fahrzeuge und sechs Stationen in Betrieb, eine Tankstelle befindet sich derzeit noch im Bau. In 2010 und den Folgejahren sind zahlreiche weitere Stationen und Fahrzeuge im Rahmen von Demonstrationsprojekten geplant.

FÖRDERUNG DURCH STEUERNACHLASS Die SHHP-Aktivitäten werden in den beteiligten Ländern auf allen Ebenen durch die Politik unterstützt. In Dänemark umfasste die öffentliche Förderung für die Entwicklung von Wasserstoff und Brennstoffzellen in 2007 rund 17,5 Mio. Euro mit der Aussicht, in den Folgejahren auf 20 bis 27 Mio. Euro im Rahmen einer Landesstrategie ausgeweitet zu werden. Ähnlich ist es in Norwegen, wo hohe Investitionen zur Bildung eines Netzwerks aus betriebsbereiten H_2-Tankstellen entlang einer 500 km langen Route an der Südküste von Stavanger bis Oslo (s. HZwei-Heft Juli 2009) geführt haben.

Darüber hinaus werden steuerliche Anreize geschaffen. In Norwegen und Dänemark ist die Besteuerung von Fahrzeugen die höchste der Welt. In Dänemark werden die ersten 3.350 Euro des Kaufpreises mit 105 % besteuert und der restliche Wert mit 180 %. Dadurch kostet ein Auto mit einem Grundpreis von 20.000 Euro insgesamt fast 54.000 Euro inklusive Registrierungssteuer. Wasserstofffahrzeuge sind in Dänemark und Norwegen von dieser Steuer befreit, was indirekt als massive Unterstützung zu Gunsten von Wasserstoffautos gegenüber Benzin- und Dieselmodellen angesehen werden kann.

SKANDINAVISCHE VORZÜGE Im internationalen Vergleich hat Skandinavien darüber hinaus noch einiges mehr zu bieten. Die drei Länder Schweden, Norwegen und Dänemark sind sich hinsichtlich ihrer Kultur sowie ihrer Gesetzgebung sehr ähnlich. Zudem gibt es kaum sprachliche Hürden. Dies prädestiniert diese Länder geradezu für eine frühzeitige grenzüberschreitende Markteinführung von Wasserstoff, die sich dann innerhalb von Europa weiter ausbreiten kann in Richtung ähnlicher Initiativen wie zum Beispiel der Clean Energy Partnership in Hamburg und Berlin.

Außerdem verfügen die skandinavischen Länder über alle variierenden erneuerbare Energiequellen sowie verschiedene Energiesysteme, die als solide Grundlage für die Entwicklung und Kommerzialisierung unterschiedlicher Produktionspfade von nachhaltig erzeugtem Wasserstoff dienen können. Die Wasserstoff- und Brennstoffzellenunternehmen all dieser Länder zusammen decken fast die gesamte Fertigungskette aller benötigten Komponenten ab.

Trotz dieser guten skandinavischen Basis ist das Ziel der Scandinavian Hydrogen Highway Partnership, die internationale Zusammenarbeit weiter auszubauen und andere weltweit agierende Unternehmen zu motivieren, an der Markteinführung von Wasserstoff im Transportsektor in Skandinavien mitzuwirken. Insbesondere Fahrzeughersteller werden ermutigt, sich zunächst mit Testfahrzeugen und später dann auch bei der Markterschließung zu beteiligen, ebenso wie internationale Öl-, Gas- und Energieunternehmen ihren Beitrag zum Aufbau eines Wasserstoffversorgungsnetzwerkes beisteuern können. ||

Autor:

Mikael Sloth
H2 Logic A/S,
Herning,
Dänemark
→ ms@h2logic.com

ABSCHLUSS UND ANSCHLUSS FÜR HyFLEET:CUTE

Im Rahmen des HyFLEET:CUTE-Projekts haben die beteiligten Akteure jahrelang weltweit Erfahrungen gesammelt und einen wertvollen Beitrag auf dem Weg in eine zukünftige H_2-Wirtschaft geleistet, indem sie dazu verholfen haben, 47 wasserstoffbetriebene Busse unter Alltagsbedingungen auf drei Kontinenten in die Anwendung zu bringen. Die Ergebnisse dieses Langzeitversuchs werden vom 17. bis 18. November 2009 im Rahmen der Final HyFLEET:CUTE Conference in Hamburg vorgetragen. Außerdem soll diskutiert werden, inwieweit wasserstoff- und batteriebetriebene Fahrzeuge in Konkurrenz zueinander stehen und/oder ob sie sich ergänzen. Ein Ausblick in die Zukunft soll zudem zeigen, wie es weitergehen kann im wasserstoffbetriebenen Transportwesen.

Es gibt derzeit erste Planungen für ein Anschlussprojekt, bei dem eine nächste Hybrid-Brennstoffzellen-Bus-Generation europaweit im Alltagsbetrieb erprobt werden könnte. Im Rahmen des zweiten Aufrufs der Gemeinsamen Technologieinitiative (JTI) können Anträge zur Förderung von Busprojekten eingereicht werden. Nach Informationen der HZwei arbeiten derzeit verschiedene europäische Städte und interessierte Regionen an einer gemeinsamen Bewerbung. Die Abgabefrist war Mitte Oktober 2009. Es kann demnach sein, dass zum Erscheinungstermin der HZwei beziehungsweise während der HyFLEET:CUTE-Konferenz bereits neue Erkenntnisse über eine etwaige Projektweiterführung vorliegen.

Bevor der Blick jedoch allzu weit in die Zukunft schweift, richten die Konferenzveranstalter ihr Interesse nochmals auf die Vergangenheit und lassen Revue passieren, welche Erkenntnisse aus diesem vierjährigen Demonstrationsvorhaben inklusive seiner Vorläufer CUTE und Ectos erlangt werden konnten. Mit besonderem Interesse wird der Vortrag von Duncan MacLeod, Vize-Präsident von Shell Hydrogen, erwartet. MacLeod vertritt die Meinung, dass die bisherigen Bemühungen und Investitionen jetzt weitergeführt werden müssen, wenn Wasserstoff erfolgreich in den Markt eingeführt werden soll. Außerdem will er ausführen, wie eine Palette verschiedener Techniken Teil der Lösung für eine zukünftige Mobilität sein kann. Über diese Gedanken wird er mit Patrick Schnell von Total Deutschland und Markus Bachmeier von der Linde AG diskutieren.

Als Highlight versprach Heinrich Klingenberg, Vorsitzender des HyFleet:CUTE-Steuerungskomitees, dass Daimler ein Exemplar seines neuen Busprototyps *Mercedes-Benz Citaro FuelCELL-Hybrid* präsentieren wird (s. dazu auch S. 10). In diesem wurden bereits etliche Verbesserungen gegenüber den Vorgängermodellen realisiert, wie beispielsweise direkt an den Rädern installierte Radnabenmotoren anstelle von einem zentral angeordneten Elektromotor.

Die Bedeutung dieses nun zu Ende gehenden Busvorhabens wird durch die Preisverleihung seitens der Europäischen Kommission unterstrichen, die Anfang des Jahres die europaweit fortschrittlichsten Nachhaltige-Energien-Projekte auszeichnete: HyFLEET:CUTE wurde als Gewinner des *EU Sustainable Energy Europe Award 2009* in der Kategorie *Verbreitung und Demonstration* ausgezeichnet. Eine weitere Auszeichnung erhielt die Projektleiterin Monika Kentzler noch kurz vorm HZwei Redaktionsschluss. In Stuttgart gewann sie im Rahmen der f-cell-award-Ausschreibung den ersten Platz für die Entwicklung der dritten Fahrzeuggeneration nach der CUTE- sowie der HyFLEET:CUTE-Version. Näheres dazu lesen Sie im f-cell-Bericht. ||

→ *www.global-hydrogen-bus-platform.com*

NEUER H2EXPO-LEITER

Johannes Schmid-Wiedersheim

Bei der Hamburg Messe und Congress GmbH (HMC) hat es einen Personalwechsel gegeben. Neuer Projektleiter für die H2Expo, die im zweijährigen Turnus vom 17. bis 19 November 2010 stattfinden wird, ist seit Juli 2009 Johannes Schmid-Wiedersheim. Außerdem ist er für die Nortec, die Fachmesse für industrielle Produktionstechnik, zuständig. Schmid-Wiedersheim hat zuletzt als Projektreferent in der Auslandsabteilung in Hamburg gearbeitet und war als stellvertretender Direktor für den Deutschen Pavillon auf der EXPO 2008 in Zaragoza verantwortlich. Peter Bergleiter, der bisher für die H2Expo verantwortlich war, widmet sich bei der Hamburg Messe im In- und Ausland neuen Aufgabenfeldern, wird die H2Expo aber weiterhin beratend unterstützen. Nachdem die H2Expo in den Vorjahren meist im Oktober stattfand, soll zukünftig Mitte/Ende November als fester Termin gelten. ||

→ *www.h2expo.de*

EFFIZIENZ DURCH SYNERGIE

Das neue Bewusstsein, Brennstoffzellen und Batterien gemeinsam zu betrachten, setzt sich immer mehr durch. Dem-

entsprechend stand das 4. Niedersächsische Brennstoffzellen-Forum 2009 unter dem Motto „Brennstoffzellen und Batterien – Effizienz durch Synergie“. Zentrales Thema dieses Expertenforums waren neben dem Hausenergieversorgungsbereich die Elektromobilität und die Fragestellung, wie E-Autos in ein intelligentes Energiemanagement integriert werden können, ob beispielsweise Strom aus Windenergie über ein intelligentes Lademanagement in Elektroautos gespeichert werden kann.

Passend dazu hatte die Landesinitiative Brennstoffzelle & Batterietechnologie Niedersachsen vor kurzem den Arbeitskreis *AK Batterie* ins Leben gerufen. Die Auftaktveranstaltung fand bei der Ingenieurgesellschaft Auto und Verkehr GmbH (IAV) statt, die während der IAA ein neuartiges berührungsloses Verfahren mit Induktionsschleifen in der Fahrbahn zur Aufladung von Elektroautos vorstellte (mehr dazu im Jan.-Heft 2010). ||

ESSEN WIRD WASSERSTOFF- & KULTURHAUPTSTADT

Hydrogen Energy

18 WHEC 2010

Ein halbes Jahr vor der 18. World Hydrogen Energy Conference in Essen gehen die Vorbereitungen sowohl für Konferenz als auch die Ausstellung in die Endphase. Der *Call for Papers* wurde bereits abgeschlossen, und die Veranstalter zeigen sich hoch zufrieden über das rege Interesse: rund 750 Papiere sind eingegangen. Die Bekanntgabe der einzelnen Themen soll im November 2009 erfolgen. Die Veranstalter rechnen mit 1.500 internationalen Besuchern. Die Konferenzsprache ist Englisch.

Fest steht bereits jetzt, dass die Öffentlichkeit stärker als in den Vorjahren mit in die Veranstaltung einbezogen wird. Dafür gibt es neben Fachvorträgen einen Schüler- und Studententag sowie zahlreiche Möglichkeiten für die Besichtigung technischer Einrichtungen. Besonders reizvoll dürfte das Angebot sein, Fahrzeuge mit Wasserstoff und Brennstoffzellen selbst fahren zu dürfen. Auch kulturelle Angebote wird es zuhauf geben, da das Ruhrgebiet in diesem Jahr europäische Kulturhauptstadt ist.

Die WHEC2010 findet unter der Schirmherrschaft der International Association for Hydrogen Energy (IAHE) vom 16. bis 21. Mai 2010 in Essen statt und wird im Auftrag des Landes Nordrhein-Westfalen von der EnergieAgentur.NRW organisiert. ||

→ *www.18whec2010.de*
→ *www.ruhr2010.de*

HYDROGEN EXPO US GEHT NEUE WEGE

Die *Hydrogen Expo US* findet zukünftig nicht mehr in Verbindung mit der *NHA Conference* in den USA statt. Stattdessen wird sie Teil der *Energy & Environment Week*. Das erste Mal wird dieses neue Konzept vom 12. bis 16. April 2010 in Pittsburgh, USA, ausprobiert. Ines Freesen, Organisatorin der US-amerikanischen Wasserstoff-Expo und Geschäftsführerin der Freesen & Partner GmbH, erklärte dazu gegenüber HZwei: „Unsere Wege, das heißt die von Freesen & Partner und dem NHA, haben sich getrennt. Da der Name *Hydrogen Expo* uns gehört, werden wir die Messe als Teil der neuen Veranstaltung in Pittsburgh weiterführen.“

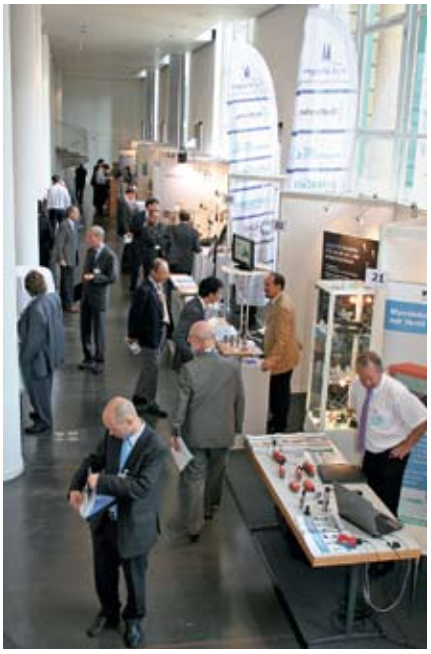
Beweggrund für diesen Wechsel waren unterschiedliche Auffassungen über die Weiterführung der Expo. Freesen bemängelte, dass die Veranstaltungsorte wiederholt unglücklich gewählt worden und schlecht erreichbar gewesen sind. Zudem habe das Interesse an der Messe in Verbindung mit der Mitgliederversammlung des amerikanischen Wasserstoffverbandes nachgelassen, obwohl laut Freesen noch ein beträchtliches Potential vorhanden sei. Zahlreiche, insbesondere deutsche Aussteller hätten diesen Wechsel begrüßt und bereits für Pittsburgh gebucht. ||

→ *www.ee-week.com*

Thema: Kongresse | **Autor:** Sven Geitmann

BZ-BRANCHE DISKUTIERT ÜBER ELEKTROAUTOS

f-cell-Besucher als Testfahrer



Im direkten Vergleich zum diesjährigen Grove-Symposium war viel los in Stuttgart

Das Thema Elektromobilität zog sich wie ein roter Faden durch das gesamte f-cell-Symposium, das vom 27. bis 28. September zum neunten Mal in Stuttgart stattgefunden hat. Überall begegneten den Besuchern elektrische Antriebe: fast ein Viertel der 58 Referenten sprach über Batterie- und Brennstoffzellenfahrzeuge, und auch in den Pausen diskutierten die Teilnehmer meist über Hybrid-, Plug-In- oder rein elektrische Fahrzeuge. Draußen vor dem Haus der Wirtschaft stand ein HydroGen4 von General Motors für Probefahrten zur Verfügung, und während der Exkursion am dritten Veranstaltungstag wurde die Wasserstofftankstelle am Flughafen Stuttgart sowie die gerade erst vorgestellte B-Klasse von Daimler besichtigt.

Das Angebot von General Motors, ihre aktuelle Version eines Brennstoffzellenautos selber fahren zu können, zauberte den meisten Testpiloten ein Lächeln ins Gesicht. Insbesondere der 71jährige Senior, dessen sehnlichster Wunsch in Erfüllung ging, zeigte sich überglücklich nach der erfolgreich absolvierten Proberunde, umso mehr, da ihn ein anderer Autohersteller kurz zuvor damit vertröstet hatte, er könne ja in drei Jahren nochmal anfragen.

SAUBERE TESTFAHRT Tatsächlich überzeugt der auf dem Chevrolet Equinox basierende HydroGen4 durch einen rundum professionellen Auftritt. Die Ausstattung in diesem SUV ist elegant und großzügig. Die Fahrweise ist leise und anzugstark. Weder ein manueller Schaltvorgang noch automatische Gangwechsel unterbrechen den zügigen Beschleunigungsvorgang. Auch bei einem nervösen Gasfuß ruckelt nichts. Anhand der Leistungsanzeige im Cockpit ist stets ersichtlich, wie viel Kilowatt gerade benötigt beziehungsweise beim Abbremsen wieder zurückgewonnen werden. Die Akustik beschränkt sich auf Gebläse- und Ventilatorenrauschen sowie dezentes Geklacker der Injektoren. Damit der Fahrer sieht, dass das Auto nach dem Drehen des Zündschlüssels bereits fahrbereit ist, gibt es ein grün leuchtendes Piktogramm, denn das Fehlen der Motorengeräusche lässt selbst den vorbereiteten Testfahrer zweifeln, ob sich beim Tritt aufs Pedal überhaupt etwas tut.

Spätestens, wenn der freundliche GM-Ingenieur stolz berichtet, dass auch ein Start bei -15 °C problemlos möglich ist, fragt man sich, warum das serienreif aussehende BZ-Auto noch nicht im Showroom zum Verkauf angeboten wird. In den Symposiumsvorträgen der Referenten wurde jedoch kein Zweifel daran gelassen, dass es tatsächlich noch viel zu tun gibt. Ausnahmslos bestätigten die Redner unterschiedlicher Autohersteller, es gäbe immer noch zahlreiche technische Probleme, die zwar zu bewältigen seien, aber noch Zeit benötigten. Insbesondere der Preis ist immer noch weit vom Zielwert entfernt, so dass mit einer Vermarktung frühestens 2015 zu rechnen ist.

Ähnliches war von der Batterietechnik zu hören. Sehr viel mehr Referenten als in den Vorjahren gingen in ihren Präsentationen ausführlich auf elektrisch betriebene Fahrzeuge, egal ob mit oder ohne Brennstoffzelle, sei es mit Range Extender oder Aufladevorrichtung, ein. Es bestand große Einigkeit darüber, dass auch reine Batteriefahrzeuge noch mehrere Jahre benötigen werden, bevor sie in größerer Stückzahl den Weg auf die Straße finden werden. Gleichzeitig stimmten alle darin überein, dass Batterie- und Brennstoffzellenautos nicht in Konkurrenz zueinander stehen, sondern je nach Einsatzgebiet ihre Existenzberechtigung haben: die rein batteriebetriebenen Modelle fast ausschließlich im Stadtbereich, die BZ-Modelle auch für die etwas längere Fahrt über Land und Autobahn. Dr. Jörg Wind, bei Daimler zuständig für Elektrofahrzeugforschung, erklärte stellvertretend für alle: „Ein Entweder-Oder gibt es nicht."

ERSTE AUSSTELLER Auch auf anderer Ebene wurde deutlich, dass sich Batterie- und Brennstoffzellentechnik gegenseitig benötigen und viel miteinander zu tun haben. So stellte die Moehwald GmbH, ein Tochterunternehmen von Bosch, auf der begleitenden Messe (insg. rund 40 Stände) neben ihren bereits bekannten BZ-Teststänten erstmalig auch eine Prüfanlage für Batterien vor (mehr Details dazu im Jan.-Heft). Ein weiterer Erstaussteller auf der f-cell Messe war die in der Stuttgarter Region ansässige Fix Maschinenbau GmbH, eine Tochter der UTZ-Gruppe. Die Firma ist auf Montageautomation spezialisiert und hat erst kürzlich eine eigene Brennstoffzellenabteilung aufgebaut, die unter anderem am Zentrum für BrennstoffzellenTechnik in Duisburg ein Fertigungsverfahren für PEM-Stacks entwickelt.

Ebenfalls erstmalig war die borit Leichtbau-Technik GmbH vor Ort präsent. Als Ableger des Stahlkonzerns ArcelorMittal verfügt borit über umfassendes Know-how im Stahlbereich und beschäftigt sich mit der Hydroverformung von metallischen Bipolarplatten. Für kleine Abmaße (bis ca. 25 cm) hat das Unternehmen aus Herzogenrath ein materialschonendes Verfahren für die Serienproduktion entwickelt und baut für größere Komponenten gerade eine neue Filiale in Zelzate, Belgien, auf. Auch Serenergy A/S war neu auf der f-cell und extra aus Hobro, Dänemark, angereist, um erstmalig in Deutschland ihr Serenus-166-Modul vorstellen zu können. Das vor nicht einmal drei Jahren gegründete Unternehmen präsentierte sein Konzept für ein kompaktes Hochtemperatur-PEM-Brennstoffzellensystem, in dem Membranen von BASF Fuel Cell zum Einsatz kommen und das 900 Watt Nominalleistung liefert. BZ-Systeme von Serenergy sind bereits in

Mock-up des dänischen HT-PEM-Systems

Freudestrahlende Sieger der f-cell awards

dem Motorsegler Antares DLR-H2 im Einsatz (s.u.). Nitto Kohki Co. kam extra aus Japan, um sich in Deutschland als Anbieter von Tankkupplungen, Pumpen und Kompressoren vorzustellen. In seinem Heimatland ist Nitto Marktführer.

1. PREIS FÜR NEUEN FUEL-CELL-HYBRIDBUS Die Verleihung der mit insgesamt 25.000 Euro dotierten f-cell awards fand in diesem Jahr zum ersten Mal zentral am Stuttgarter Schlossplatz im Kunstmuseum statt. Den Gold-Award überreichte Martin Eggstein vom Umweltministerium Baden-Württemberg im Auftrag von Ministerin Tanja Gönner an Monika Kentzler, die Projektkoordinatorin von HyFLEET:CUTE, und Wolfram Fleck, den Projektleiter Entwicklung Brennstoffzellen-Hybrid, beide von der Daimler AG. Sie erhielten den 1. Preis für die Entwicklung des Busprototyps Mercedes-Benz Citaro FuelCELL-Hybrid. Gegenüber dem Vorgängermodell verbraucht diese mittlerweile dritte Fahrzeuggeneration bis zu 50 Prozent weniger Wasserstoff bei höherer Reichweite. Erstmalig vorgestellt wurde er während des UITP-Kongresses, dem Weltkongress der Verkehrsbetriebe, im Juni 2009 in Wien. Fahrend soll der neue Brennstoffzellen-Hybridbus zum ersten Mal während der HyFLEET:CUTE-Final-Konferenz, die vom 17. bis 18. November in Hamburg stattfindet, gezeigt werden. Insgesamt sollen von diesem Modell 30 Exemplare hergestellt werden, die im Rahmen von größeren Demonstrationsprojekten mit mindestens fünf Bussen pro Standort erprobt werden sollen. Kentzler sagte zur weiteren Planung: „Wir müssen weg von kleinen Fahrzeugprojekten hin zu größeren. Die Städte brauchen Stückzahlen. Nur über größere Fahrzeugstückzahlen kann man die notwendigen Erfahrungen sammeln."

Der f-cell award in Silber ging an die Firmen Schunk Kohlenstofftechnik, Schunk Bahn- und Industrietechnik sowie Ekpro, die eine für die Serienfertigung (roll-to-roll) geeignete Produktionstechnik für BZ-Stacks entwickelt haben, bei der auf die Verwendung von Dichtungen verzichtet werden kann. 2008 erhielt Schunk Kohlenstofftechnik bereits gemeinsam mit Freudenberg FCCT und Viessmann den Gold-Award für die Entwicklung eines Stack-Kühlmoduls. Der dritte Platz ging nach Freiburg an die dortige Universität sowie die Firma Micronas. Ihnen gelang die Integration eines Brennstoffzellensystems in einen Mikrochip, wodurch sich die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems erhöhte und der Aufbau bei niedrigerem Gewicht vereinfachte.

ZUSATZANGEBOTE Eine Neuerung waren in diesem Jahr die so genannten Expertengespräche, die die Wirtschaftsförderung Region Stuttgart organisiert hatte. In persönlichen Beratungsgesprächen konnten Messebesucher die Potentiale, die die Stuttgarter Region zu bieten hat, mit Standort- und Branchenexperten der Brennstoffzellen-Allianz Baden-Württemberg erörtern. Außerdem waren am 30. September die noch verbliebenen Teilnehmer während der zusätzlich organisierten Exkursion Zeuge des erfolgreichen Fluges der Antares DLR-H2 (s. S. 36). Sie konnten zudem die einzige derzeit in Betrieb befindliche öffentliche Wasserstofftankstelle des Landes am Stuttgarter Flughafen besichtigen, die erst diesen Juni eröffnet worden ist, und besuchten das Forschungszentrum Brennstoffzelle bei Daimler und NuCellSys in Kirchheim-Nabern. Die nächste f-cell findet vom 27. bis 28. September 2010 statt. ||

» Basierend auf dem neuen FCGen™ 1020 ACS von Ballard
» 1,2 kW Leistung
» Vollintegriertes System

Neues System

Heliocentris Nexa® 1200

Die neue Nexa® Generation

Das neue Brennstoffzellenmodul von Heliocentris ist der Nachfolger des beliebten Nexa® Power Moduls. Basierend auf dem modernen FCGen™ 1020 ACS Stack leistet das vollintegrierte System 1,2 kW und überzeugt durch eine verbesserte Systemeffizienz.

Eine zentrale Schnittstellenebene, vielfältige Orientierungsmöglichkeiten und seine kompakte Bauform mit Montageschienen vereinfachen die Integration.

Das nennen wir die neue Nexa Generation.

Heliocentris Energiesysteme GmbH
Tel. + 49 (0) 30 63 92 63 26
Fax + 49 (0) 30 63 92 63 29
sales@heliocentris.com
www.heliocentris.com

Heliocentris

Thema: Elektromobilität | **Autor:** Sven Geitmann

AUFBRUCH INS ELEKTRISCHE ZEITALTER

Acht Modellregionen stellen sich vor

Hinten: Wasserstoff-Volkswagen HyMotion und Hybridbus. Vorne (v. l.): VW-Entwicklungsvorstand Dr. Ulrich Hackenberg, ehemaliger Bundesverkehrsminister Wolfgang Tiefensee, Vattenfall-Vorstandsmitglied Dr. Rainer Schubach

Die Auftaktveranstaltung für das neu aufgelegte Förderprogramm „Modellregionen Elektromobilität" hat am 24. August 2009 in Berlin stattgefunden. Von den ursprünglich 130 Bewerbungen waren acht Regionen ausgewählt worden, deren Vertreter ihre individuellen Konzepte im Bundesverkehrsministerium allen versammelten Teilnehmern vorstellten. Die Modellregionen Elektromobilität sind: Berlin/Potsdam, Bremen/Oldenburg, Hamburg, München, Rhein-Main, Rhein-Ruhr, Sachsen und Stuttgart. Sie alle werden im Rahmen einer neuen Beitragsserie in den nächsten Ausgaben der HZwei vorgestellt werden.

Jede der acht ausgewählten Modellregionen verfügt über unterschiedliche Konzepte und wird innerhalb der kommenden zwei Jahre als Testgebiet für Elektrofahrzeuge fungieren. Dabei sollen gezielt der Aufbau und der Betrieb einer Infrastruktur für Elektromobilität erprobt werden. Die Koordinierung und Steuerung des Förderprogramms übernimmt die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW).

NATIONALER ENTWICKLUNGSPLAN Nur eine Woche vor dieser Auftaktveranstaltung hatte die Bundesregierung den *Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität* verabschiedet. Erst im Juni 2009 hatte die NOW die Voraussetzungen für dessen Umsetzung geschaffen, indem ihr Aufsichtsrat eine Erweiterung des Geschäftsfeldes auf den Bereich Elektromobilität beschloss. Die Mannschaft von Geschäftsführer Dr. Klaus Bonhoff kümmerte sich bisher um die Umsetzung des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff und Brennstoffzellen (NIP) und wird ab sofort auch das Thema Elektromobilität bearbeiten. Bonhoff erklärte dazu: „Die Förderung zukünftiger alternativer Kraftstoff-, Antriebs- und Energietechnologien muss ganzheitlich angegangen werden, denn für die Zukunft müssen wir auf die Diversifizierung der Kraftstoff- und Antriebstechnologien setzen. Brennstoffzellen und Batterien sind beides Schlüsseltechnologien für nachhaltige Mobilitätskonzepte."

Der Entwicklungsplan soll als Rahmen dienen, um die Forschung und Entwicklung, die Marktvorbereitung und die Markteinführung von batterieelektrisch betriebenen Fahrzeugen in Deutschland voranzubringen. Neben der Erprobung ihrer Alltagstauglichkeit geht es ebenso um den Aufbau erster Ladestationen. Finanziert wird die Umsetzung dieses Plans aus Mitteln des Konjunkturpakets II, in dem die Bundesregierung 500 Mio. Euro für das gesamte Thema Elektromobilität bereitstellt. Sie verfolgt damit vorrangig drei Ziele:

- gesellschaftlich: deutliche Unterstützung der Elektromobilität mit ihrem großen Potenzial zur Steigerung der Energieeffizienz und Reduktion von Schadstoffemissionen im Verkehr
- technisch: Technologieentwicklung entlang der Wertschöpfungskette zur Schaffung einer guten technologischen Basis für Marktvorbereitung und Markteinführung
- konjunkturell: Setzen konjunktureller Impulse durch Initiierung zusätzlicher Investitionen und Sicherung hochwertiger Arbeitsplätze

FORUM ELEKTROMOBILITÄT

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung hat zusammen mit der Fraunhofer-Gesellschaft am 9. September 2009 in Berlin das *Forum Elektromobilität* eröffnet, dessen Ziel die Zusammenführung deutscher Akteure auf diesem Gebiet ist. Der neu gegründete Verein möchte die Entwicklung alternativer Antriebskonzepte vorantreiben, neue Geschäftsmodelle entwickeln und über das Thema informieren. Professor Dr.-Ing. Holger Hanselka, Leiter des Fraunhofer-Instituts für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, koordiniert das Gesamtvorhaben. Vorsitzender ist Prof. Ulrich Buller, Forschungsvorstand der Fraunhofer-Gesellschaft.
→ www.forum-elektromobilitaet.de

Allein die finanziellen Mittel vom Bundesverkehrsministerium (BMVBS) für die acht Modellregionen belaufen sich auf 115 Mio. Euro. Diese Mittel sollen wie Katalysatoren wirken, um Deutschland zum Leitmarkt für Elektromobilität zu machen. Eine zentrale Forderung – auch seitens des Bundesumweltministeriums – lautet, dass „der Strom hierfür aus erneuerbaren Energien kommen muss".

KONKRETE PROJEKTE Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) investiert zudem rund 200 Mio. Euro in Forschungsarbeiten für Elektromobilität mit den Schwerpunktthemen Batterieentwicklung und -produktion sowie Energiemanagement im Auto. Davon stammen über 30 Mio. Euro aus dem Konjunkturpaket II, die das BMBF speziell für die Entwicklung neuer Kompetenzen im Bereich der Batterietechnik, in der Deutschland einmal Technologieführer war, aufwendet. Der Kompetenzverbund Nord (KVN) erhält elf Mio. Euro. Er nahm am 19. August 2009 seine Arbeit auf. Bei der Übergabe des Bewilligungsbescheides sagte Thomas Rachel, Parlamentarischer Staatssekretär beim BMBF: „Wir legen die Basis dafür, dass zukünftig Elektroautos mit deutschem Know-how auf Fahrt gehen." Dem KNV gehören die Universitäten Münster, Hannover und Bochum, die RWTH Aachen, das Düsseldorfer Max-Planck-Institut für Eisenforschung sowie das Forschungszentrum Jülich an.

Der Verbund Süd der Initiative Elektrochemie für Elektromobilität, der vom Forschungszentrum Karlsruhe koordiniert wird, bekommt 20 Mio. Euro. Die ehemalige Bundesforschungsministerin Prof. Annette Schavan erklärte: „Ausgewählt haben wir Standorte, die hier bereits über einschlägige Kompetenz verfügen. Uns ging es darum, Stärken zu stärken." Die zehn ausgewählten süddeutschen Universitäten und Forschungseinrichtungen sind neben dem FZ Karlsruhe auch die Universität Karlsruhe, die Technische Universität Bergakademie Freiberg, die Justus-Liebig-Universität Gießen, die Technische Universität Darmstadt und die Universität Ulm sowie das IFW Dresden, das Max-Planck-Institut für Festkörperforschung in Stuttgart, das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt in Stuttgart und das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg in Ulm.

Auch die Regenerative Modellregion Harz (RegMod-Harz) wird voraussichtlich eine Bundesförderung erhalten. Das Bundesumweltministerium beabsichtigt, 7 Mio. Euro aus dem Konjunkturpaket II im Rahmen eines Elektromobilitätsprojekts in Sachsen-Anhalt zu investieren. Inhalt dieses Harz.EE-mobility-Projektes ist die Erforschung und Entwicklung von Elektromobilität auf Basis regenerativer Energien sowie ihre Integration in regionale Energieversorgungsstrukturen.

Mit Hilfe derartiger Maßnahmen möchte die Bundesregierung auch die Sichtbarkeit der Elektromobilität im Alltag fördern, damit die Öffentlichkeit frühzeitig an diese Technik herangeführt wird. Ab 2012 sieht die Bundesregierung Markteinführungsinstrumente innerhalb des ordnungsrechtlichen Rahmens vor. ||

HZWEI-SERIE: MODELLREGIONEN ELEKTROMOBILITÄT

Nach diesem Auftakt zum Thema Elektromobilität startet in der nächsten HZwei-Ausgabe, im Januar 2010, die neue Serie, in der sich nacheinander alle Modellregionen präsentieren. Wir starten mit der Hauptstadtregion Berlin/Potsdam.

BESTELL-FORMULAR

[ ] **Hiermit bestelle ich *HZwei* – das Magazin für Wasserstoff und Brennstoffzellen. Ich erhalte das Buch „Wasserstoff-Autos" kostenlos dazu.**

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

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.

Firma/Name Vorname

Straße

PLZ, Ort

Ort, Datum 1. 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: Elektromobilität | **Autor:** Sven Geitmann

ALLE REDEN ÜBER ELEKTROFAHRZEUGE

Wasserstoff, Brennstoffzellen & Batterien gehören zusammen

Der aktuelle Hype rund ums Thema Elektromobilität hat dazu geführt, dass derzeit Hinz und Kunz über Elektrofahrzeuge reden. Die Medien sind voll mit Meldungen über Batterietechnik, Hybridfahrzeuge und Stromtankstellen. Aber was ist tatsächlich dran an diesem „Elektro-Boom"? Sind batteriebetriebene Autos wirklich schon so weit entwickelt, dass wir bereits morgen sauber und leise durch die Städte gleiten werden? Oder platzt hier bald die nächste Spekulationsblase? Die *HZwei*, die als Zeitschrift für Wasserstoff und Brennstoffzellen natürlich auch von dieser Entwicklung betroffen ist, nimmt sich jetzt dieses Themas an und wird zukünftig in einer eigenen Rubrik ausführlich über Elektromobilität berichten.

Der derzeitige Elektromobilitäts-Boom basiert vorrangig auf hoch gesteckten Erwartungen einzelner Interessengruppen, die merklich von einer verstärkten Elektrifizierung des Transportsektors profitieren würden. So kursieren beispielsweise seit Juni 2009 die Ergebnisse einer Analyse in den Medien, die einen gewaltigen Ansturm auf die Elektromobilitätsbranche erwarten lässt. In dieser Studie von Thomas Bauer („Future Mobility: Die Revolution in der Automobilbranche steht bevor") ist die Rede von einer „regelrechten Revolution in der Automobilbranche". Bauer beruft sich in seiner Betrachtung auf eine renommierte Adresse, indem er schreibt: „Ab dem Jahr 2015 soll es einer Studie der Fachhochschule Gelsenkirchen zufolge überwiegend nur noch Elektroautos oder Hybridfahrzeuge geben." Weiter heißt es: „Der Autosektor und die ihm angeschlossenen Zulieferer, insbesondere aus der Elektronikbranche, sowie Teilbereiche des Energie- und Rohstoffsektors werden überproportional vom Trend zum Elektroauto profitieren."

Herausgeber dieser Studie ist die Münchner Absolut Asset Managers AG, die nicht einmal zwei Wochen nach dem Erscheinungstermin einen neuen Fonds auflegte: den Absolut Future Mobility Fund, bei dem potentielle Sparer Geld anlegen können, um dadurch am potentiellen Wachstum der E-Mobilitätsbranche teilhaben zu können. Fakt ist jedoch, dass zunächst einmal die Fonds-Manager profitieren würden.

AUTOSHOW VON RWE Ähnlich wie die Initiatoren dieses Elektromobilitäts-Fonds wären auch die Stromanbieter Nutznießer einer zunehmenden Elektrifizierung der Transportbranche. Der Energieversorger RWE lancierte unlängst Zahlen, nach denen im Jahr 2020 rund 2,5 Mio. E-Autos auf Deutschlands Straßen rollen sollen. Die seinerzeitige Regierung ging demgegenüber von rund 1 Mio. Elektrofahrzeugen aus. Der Essener Stromkonzern startete zudem im Juli 2009 in Berlin eine Roadshow, um das Thema zu promoten. Mit einem neuen Energiekonzept in der Tasche machte sich RWE im Rahmen einer Werbetour auf den Weg, in insgesamt sieben deutschen Städten ihren Informationsstand, eine so genannte „Tankstelle der Zukunft", aufzubauen, um über ihre Ideen zu informieren. Das RWE-Team machte Station in Essen/Dortmund, Düsseldorf, Hamburg, auf der IAA in Frankfurt am Main sowie auf der eCarTec in München und Ende Oktober in Mainz, wo überall auch Stromladestationen installiert wurden beziehungsweise werden. In Berlin stehen mittlerweile 56 RWE-Stationen, in Essen elf. „Wesentliches Ziel unserer Roadshow ist es, die Menschen umfassend über Elektromobilität zu informieren und hoffentlich auch zu begeistern. Wir wollen zeigen: Elektromobilität ist nicht nur umweltschonend, sondern macht auch Spaß", sagte Carolin Reichert, die frisch gebackene Geschäftsbereichsleiterin der neuen Elektromobilitätsabteilung bei RWE.

Auch der Stromversorger Vattenfall Europe zeigt sich in letzter Zeit sehr aktiv in diesem Bereich und baut derzeit 50 öffentlich zugängliche Ladestationen für die 50 elektrisch betriebenen Mini-Cooper, die von Berlinerinnen und Berlinern erprobt werden. Dr. Oliver Weinmann, Projektleiter MINI E von Vattenfall, sagte: „Wir freuen uns, dass wir mit dem Aufbau der Ladeinfrastruktur die Zukunftsfähigkeit der Elektromobilität entscheidend voranbringen."

Neben diesen vorrangig von wirtschaftlichen Interessen getriebenen Maßnahmen zur Ankurbelung der Elektromobilität hat es in den vergangenen Monaten auch einen Politikwechsel gegeben. Lange Zeit zeigte sich die Bundesregierung bei diesem Thema sehr zurückhaltend, aber spätestens seit der *Nationalen Strategiekonferenz Elektromobilität* im November 2008 (s. HZwei Jan. 2009) werden auch von politischer Seite verstärkt konkrete Schritte in eine neue Mobilitätsepoche unternommen. Bei der Verabschiedung des Nationalen Entwicklungsplans Elektromobilität am 19. August 2009 (s. S. 12) hatte die Bundesregierung zunächst sogar in Aussicht gestellt, die ersten kommerziell erhältlichen 100.000 Elektrofahrzeuge mit jeweils 5.000 Euro fördern zu wollen, aber die konkrete Umsetzung der Förderung wurde dann doch der neuen Regierung überlassen. Stattdessen konzentrieren sich aktuelle Maßnahmen auf die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten.

Werner Korn vom Bundesvorstand des Verkehrsclubs Deutschland (VCD) kritisierte die große Euphorie: „Elektromobilität steht derzeit bei Politikern und Unternehmen hoch im Kurs. Doch selbst positive Schätzungen gehen von ein bis zwei Millionen Fahrzeugen im Jahr 2020 aus. Das sind nicht einmal fünf Prozent des Bestandes. Der Rest – fast 50 Millionen PKW – wird weiter mit Benzin oder Diesel un-

Die „Tankstelle der Zukunft" auf der IAA in Frankfurt

terwegs sein. Das zeigt, dass zur Lösung der akuten Probleme von Klimawandel und Ressourcenschwund Elektroautos in absehbarer Zeit keinen entscheidenden Beitrag leisten können." Demgegenüber warnte der ehemalige Bundesaußenminister Joschka Fischer im Gespräch mit ZEIT-Herausgeber Josef Joffe, die deutschen Unternehmen dürften auf dem Weltmarkt nicht den Anschluss verlieren. Die deutsche Automobilbranche sei nicht gut beraten gewesen, „den Fuß auf der Bremse zu haben."

MILLIARDENSUMMEN VON DER US-REGIERUNG Der momentane E-Mobility-Hype herrscht nicht nur in der Bundesrepublik. Weltweit orientieren sich die Märkte in Richtung einer effizienteren und umweltschonenderen Automobilität. US-Präsident Barack Obama will den Autobauern Tesla, Ford und Nissan mit einer Finanzspritze (US-Kreditprogramm für umweltfreundlichere Autos) in Höhe von insgesamt 8 Mrd. US-$ unter die Arme greifen, um Öko-Autos der nächsten Generation zu fördern. So will Nissan mit Hilfe seines Anteils von 1,6 Mrd. US-$ im Jahr 2012 in Tennessee, USA, rund 100.000 Elektroautos pro Jahr produzieren. Die ersten Exemplare des Elektromodells Leaf, die ab dem kommenden Jahr verkauft werden sollen, wurden bereits am 2. August 2009 bei der Eröffnung der neuen Nissan-Zentrale in Yokohama präsentiert. Der deutsche Autokonzern Daimler partizipiert über sein neues Tochterunternehmen an diesem Kreditprogramm. Seit Mai ist der Stuttgarter Konzern mit zehn Prozent an der US-amerikanischen Firma Tesla beteiligt, der 465 Mio. US-$ zufließen. Deren Lithium-Ionen-Batterien sollen für die ersten 1.000 Elektro-Smarts der zweiten Generation eingesetzt werden, die ab Ende 2009 gefertigt und in Berlin und Italien getestet werden sollen.

FORD STEIGT BEI NUCELLSYS AUS Auch der US-amerikanische Autobauer Ford forscht trotz klammer Kassen in diese Richtung. Mitte August 2009 vermeldete der wirtschaftlich angeschlagene Konzern einen Entwicklungsdurchbruch und stellte ein intelligentes System vor, das es den firmeneigenen Plug-in-Hybridfahrzeugen ermöglichen soll, vor der Beladung mit dem Stromnetz kommunizieren zu können. Dadurch soll es möglich werden, frühzeitig festzulegen, wann und wie schnell die Batterien aufgeladen werden sollen. Hintergrund ist die Überlegung, die Aufladung insbesondere zu Tages- beziehungsweise Nachtzeiten vorzunehmen, zu denen Strom billig oder wenn möglichst viel Ökostrom im Netz vorhanden ist. Die Fahrzeug-Netz-Kommunikationstechnologie ist für den Ford-Vorsitzenden Bill Ford „ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur breiten Vermarktung von Elektrofahrzeugen".

Ford bekommt mit 5 Mrd. US-$ den Bärenanteil des Fördertopfes und will damit seine Werke für den Bau von sparsameren Modellen umrüsten. Konkret testet Ford den Geländewagen Escape mit Lithium-Ionen-Akkus sowie den Ford Edge, der über zwei Elektromotoren sowie eine Brennstoffzelle verfügt. Da der US-Konzern jedoch schnell aus den roten Zahlen herauskommen muss, konzentriert er sich fortan auf den reinen Batteriebetrieb und schränkt die Forschungsarbeiten im Brennstoffzellensektor ein. Eine Ford-Sprecherin sagte dazu: „Wir brauchen das Geld an dieser Stelle dringender." Bisher war die deutsche Ford-Tochter an dem BZ-Komponentenhersteller NuCellSys beteiligt. Zum 1. Mai 2009 traten die Kölner jedoch ihren Unternehmensanteil in Höhe von 50 % an den zweiten Partner Daimler ab. Komplett werde sich Ford zwar nicht aus dem H_2- und BZ-Sektor zurückziehen, aber die Sprecherin stellte klar: „Wir wollen keine weitere Flotte von Brennstoffzellenfahrzeugen aufbauen." Zur Begründung hieß es, die Erfolgsaussichten von Elektroautos würden höher eingeschätzt, und BZ-Antrieben werde vor 2025 bis 2030 kein signifikanter Marktanteil eingeräumt. Mit dem Rückzug von Ford gingen Kündigungen für 50 der 204 Mitarbeiter in Kirchheim-Nabern einher, da Daimler zwar weiterhin in dieser Richtung forscht, aber nicht alleine die gesamten Entwicklungskosten übernehmen will. ||

■ 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

Vorbereitungen für WHEC 2010 gehen in die Schlussphase ... Richtfest für neue Wasserstoff-Tankstelle in Berlin ... USA: Kongress schreibt dem DoE Förderung für Wasserstoff im Verkehr wieder in den Haushalt

Thema: Elektromobilität | **Autor:** Sven Geitmann

ES GRÜNT SO GRÜN

IAA in Frankfurt als Elektro-Show

Abb. 1: Strom in den Tank

Ist es nur ein grünes Mäntelchen, das sich die Automobilindustrie kurzfristig anlässlich der 63. Internationalen Automobil Ausstellung (IAA) übergezogen hat, oder kündigt sich jetzt tatsächlich eine Wende im Mobilitätssektor an? Fast alle Autokonzerne präsentierten vom 17. bis 27. September in Frankfurt am Main mindestens ein Elektrofahrzeug und warben mit vielen grünen Blättern und Marienkäfern für „saubere" Antriebe. An erster Stelle standen aber nach wie vor die Gelände- und Sportwagen. Wasserstoffbetriebene Fahrzeuge waren, wenn überhaupt, nur am Rande vertreten.

Die Mobilität von morgen sieht grün aus. Die Medien honorierten diese Trendwende, indem sie von einer „grünen Woche" oder einer „grünen Welle" auf der IAA berichteten. Die Frage ist nur, ob es sich dabei um eine einzelne Welle handelt, die schnell wieder abebbt, oder ob sie sich zu einer Strömung entwickeln kann. Fakt ist, dass derzeit mit Attributen wie „elektro", „sparsam" und „schadstoffarm" gut geworben werden kann, so dass auf vielen Autotüren die CO_2-Angaben prangten. Niedrige Emissionswerte und geringer Spritverbrauch sind die neuen Verkaufsargumente.

ERÖFFNUNG DURCH MERKEL Auch Bundeskanzlerin Angela Merkel, die wegen der IAA-Eröffnung die Spitzenkandidatenrunde in ARD und ZDF abgesagt hatte, versuchte sich am Thema Elektromobilität und nahm probeweise im *BB1* von Peugeot Platz. Der nur 2,50 Meter lange Viersitzer wird mit Radnabenmotoren an der Hinterachse angetrieben. Dank der Lithium-Ionen-Batterie verfügt er über eine Reichweite von 120 km. Auch der *iOn*, den Peugeot Ende 2010 als vollelektrisches Auto auf den Markt bringen möchte, stieß auf Merkels Interesse. Der schafft sogar 130 km.

Matthias Wissmann, Präsident des veranstaltenden Verbandes der Automobilindustrie (VDA), nannte die größte automobile Herausforderung, „eine bezahlbare, leichte und leistungsfähige Batterie für ein reines Elektroauto herzustellen. Die Batterien kosten heute zwischen 6.000 und 15.000 Euro. Das ist für den Normalverbraucher praktisch nicht bezahlbar." Um hier Besserung zu schaffen, investieren mehrere Unternehmen in Batterietechnik: European Batteries baut derzeit eine neue Fabrik für Lithium-Ionen-Batterien in Varkaus, Finnland. Ende 2009 sollen die Prozessräume fertig sein. Der Vertrieb soll dann über Finnish Electric Vehicle Technologies (FEVT) laufen. Ähnlich sieht es bei Daimler und dem Essener Industriekonzern Evonik aus, die Ende 2008 ein Gemeinschaftsunternehmen für den Bau von Lithium-Ionen-Batterien gegründet und dafür im September den 1. Platz beim ÖkoGlobe erhalten haben. Der Baubeginn ihrer neuen Produktionsstätte soll noch in diesem Jahr erfolgen. Ab 2012 könnten dann die ersten eigenen Lithium-Ionen-Batterien installiert werden.

Wolfgang Schneider, der Europa-Vizepräsident von Ford, benennt die Anforderungen an neue Batterien: „Der Durchbruch in der Elektromobilität kann nur über die Batterie kommen. Sie muss leichter und vor allem billiger werden." Mit Blick auf Frankreich und Norwegen, wo zumindest ein Teil der Mehrkosten eines Elektroautos vom Staat abgedeckt werden, forderte er gezielte staatliche Fördermaßnahmen: „Die Bundesregierung sollte Elektroautos zumindest zu Beginn der Markteinführungsphase durch steuerliche Anreize unterstützen, um den hohen Kaufpreis dieser Null-Emissions-Fahrzeuge zu kompensieren." Ford zeigte auf der IAA zwei E-Autos, den *Tourneo Connect BEV* (Battery Electric Vehicle) und den *Focus BEV*, die ebenfalls mit Li-Ionen-Batterien ausgestattet sind und 120 km beziehungsweise 160 km zurücklegen können. Beide Modelle sind Konzeptfahrzeuge, die noch nicht kommerziell erhältlich sind.

KEINE VERFRÜHTE EUPHORIE Bernhard Mattes, der Deutschland-Chef von Ford, warnte denn auch vor verfrühter Euphorie: „Die Vorstellung, dass wir alle in zehn Jahren mit Elektroautos fahren, kann ich nicht teilen." Ähnlich äußerte sich Carl-Peter Forster, Europachef von General Motors, gegenüber Welt online: „Viele Hersteller zeigen Elektroautos auf ihren Ständen und alle denken, in fünf Jahren werden 100 % des Marktes auf diese Fahrzeuge entfallen. Dem wird aber nicht so sein." Im vergangenen Jahr wurden in Deutschland gerade einmal 38 Elektroautos neu zugelassen.

Der krisengeschüttelte Opel-Konzern zeigte unter anderem den *Ampera*, der Ende 2011 in Europa und ab 2010 als Chevrolet Volt in den USA verkauft werden soll. Die für fünf Personen ausgelegte Limousine verfügt mithilfe der Voltec-Elektroantriebstechnik über eine Reichweite von 60 km, was nach Aussage von Jean Philippe Kempf, Manager Communications Europe bei Opel, ausreicht, da 80 % aller Deutschen am Tag weniger als 50 km zurücklegen. Für längere Fahrten

Abb. 2: Cockpit des neuen Opel Ampera

und zur Beruhigung des Fahrers, damit dieser bei niedrigem Ladezustand der Li-Ionen-Batterie (16 kWh) nicht in Panik gerät, gibt es einen Range Extender, einen kleinen 4-Zylinder-Verbrennungsmotor mit einem Stromgenerator.

100.000 E-AUTOS BIS 2016 Den größten Schritt wagte der Hersteller Renault, der bei seiner Pressekonferenz gleich vier neue Konzepte präsentierte. Dazu zählte auch der *Fluence Z.E. Concept*, die Elektroversion des Fluence, der das Resultat einer zweijährigen Entwicklungspartnerschaft mit Better Place darstellt: ein fünfsitziges Familienauto mit 327 l Stauraum und einer Reichweite von 160 km, das von dem israelischen Unternehmen ab der ersten Jahreshälfte 2011 nach Israel importiert und dort angeboten werden soll. Außerdem will Renault die Elektrolimousine in Dänemark vertreiben. Beide Unternehmen verständigten sich darauf, in beiden Ländern bis zum Jahr 2016 mindestens 100.000 Exemplare auf den Markt zu bringen. Shai Agassi, Gründer und Geschäftsführer von Better Place, sagte: „Beide Partner präsentieren ein massenmarktfähiges Elektrofahrzeug, das praktikabler und günstiger ist als ein herkömmliches Auto mit Verbrennungsmotor. Wir sind uns sicher, dass diese Art der Zusammenarbeit sowie die Einführung emissionsfreier Automobile sowohl die Wende für die Automobilindustrie mit sich bringt als auch dabei hilft, die CO_2-Emissionen auf unserem Planeten zu verringern." Einen ersten Eindruck, wie diese Zukunft aussehen könnte, vermittelten die Franzosen auf ihrem Messestand, wo ein automatischer Batteriewechsel gezeigt wurde.

Zur Bekräftigung ihrer Absicht, führender Anbieter für Elektrofahrzeuge weltweit werden zu wollen, unterzeichnete Renault auf der IAA auch mit dem Energieversorger RWE ein Abkommen zur Förderung emissionsfreier Mobilität in Deutschland. Beide Konzerne einigten sich darauf, die ersten 100 Vorserien-Elektrofahrzeuge ab Ende 2010 einzusetzen. 2012 soll mit der Vermarktung dieser Fahrzeuge in großem Volumen begonnen werden. Carlos Ghosn, Vorstandsvorsitzender und CEO von Renault und Nissan, erklärte dazu: „Dank unserer Partnerschaft mit RWE werden wir unseren deutschen Kunden erschwingliche, leistungsstarke, qualitativ hochwertige und komfortable Elektrofahrzeuge anbieten können."

VW ZEIGT L1 UND e-up Volkswagen machte auf der IAA vorrangig mit seiner Studie des neuen 1-l-Hybridautos *L1* von sich reden, zeigte zudem aber auch den *e-up*. Dabei handelt es sich um eine verkürzte elektrisch angetriebene Version des Kleinstwagens *up!*. Der *e-up* ist ein Dreisitzer, der mit einem 60 kW E-Motor ausgestattet ist, maximal 135 km/h schafft und mit dem Strom aus seiner Li-Ionen-Batterie 130 km zurücklegen kann. Eine Solarfolie auf dem Fahrzeugdach soll zudem zur Erhöhung der Reichweite beitragen. Der Anspruch von VW-Chef Martin Winterkorn ist hoch: „Wir werden das Elektroauto aus der Ökonische ins Massensegment führen. Dabei geht es nicht darum, der schnellste, sondern der beste Hersteller zu sein." Das notwendige Elektro-Know-how verschaffen sich die Wolfsburger über Partnerschaften, so kooperieren sie unter anderem mit Toshiba, Sanyo sowie dem chinesischen Autohersteller und Batteriespezialisten BYD (Build Your Dreams). In Bayern macht man es ähnlich. BMW stattet seine elektrisch betriebenen Mini Cooper mit Batterien von SB LiMotive aus, einem deutsch-koreanischen Gemeinschaftsunternehmen, das je zur Hälfte Bosch und Samsung gehört.

UNTERSCHIEDLICHE STRATEGIEN Toyota zeigte bei seiner Pressekonferenz exemplarisch, wie die derzeitige Prio-

Abb. 3: Elektrischer Volkswagen e-up

ritätensetzung in der Automobilbranche aussieht: Zunächst wurde die neue Version des SUVs *Land Cruiser* gezeigt, bevor ausführlich die Umweltvorteile von Hybridfahrzeugen, das neue *Hybrid-Synergy-Drive*-Konzept und die 3. Generation des *Prius* dargestellt wurden. Toyota sagte deutlich, dass die Entwicklung reiner Elektroautos bei ihnen derzeit nicht im Vordergrund steht, da die Kosten für die Batterien noch zu hoch seien. Dennoch wolle man 2012 den Stadtwagen *iQ* auch als reines Elektroauto anbieten. Mit einem maßgeblichen Marktanteil von Elektrofahrzeugen rechnen die Japaner aber erst 2020. Zunächst konzentriert sich die Firmenführung auf Hybrid- und Plug-In-Fahrzeuge, wie den *Auris*, der Mitte nächsten Jahres auf den Markt kommen wird.

Demgegenüber hält Daimler an seiner Strategie mit drei alternativen Antriebskonzepten fest: rein batterie-elektrisch (s. S. 20), mit Brennstoffzelle und batterie-elektrisch mit 3-Zylinder-Verbrennungsmotor als Range Extender. Außerdem zeigten die Stuttgarter einen neuen Sportwagen mit Flügeltüren, den *SLS AMG*, der sowohl mit Verbrennungsmotor als auch mit vier Elektromotoren (Gesamtleistung: 392 kW) ausgestattet werden kann.

i-MiEV UND iOn Aufgrund der Krise im Automobilsektor waren einige Marken in Frankfurt nicht vertreten: Cadillac, Honda und Nissan. Selbst Mitsubishi fehlte, obwohl die mit dem *i-MiEV* derzeit sehr weit sind. Dieser soll Ende 2010 in Großserie gebaut werden und auch in Europa erhältlich sein (Reichweite: 144 km). Im Prinzip war Mitsubishi trotzdem präsent, denn bei dem *iOn* von Peugeot (s.o.) handelt es sich um ein baugleiches Modell des *i-MiEV*, den Peugeot aus Japan einkauft und auf Lizenz in Europa vertreiben will. In Japan hat Mitsubishi mit dem Verkauf bereits dieses Jahr begonnen. Peugeot rechnet ab Ende 2010 mit jährlich 25.000 Käufern.

WENIG ÜBER WASSERSTOFF Einige wenige neue Informationen gab es auch zum Thema H_2 während der IAA. So feierte Daimler die Weltpremiere seines neuen Brennstoffzellen-B-Klasse-Modells *F-Cell*. Zudem erklärte der für den europäischen Vertrieb verantwortliche Toyota-Manager Didier Leroy, ein erstes BZ-Auto von seinem Unternehmen werde es frühestens 2015 auf dem Markt geben: „Derzeit ist es absolut unrealistisch, ein Brennstoffzellenfahrzeug zu einem bezahlbaren Preis auf die Straße zu bringen. Aber spätestens in zehn Jahren wird das möglich sein." Die Zukunft der H_2-Verbrennungsmotoren in München ist indes ungewiss. Norbert Reithofer, der BMW-Vorstandsvorsitzende, sagte im Vorfeld der IAA, diese alternative Antriebsform liege „weiter in der Zukunft als ursprünglich geglaubt". Dennoch wolle BMW weiter an dieser Technik forschen. Reithofer erklärte dazu: „Wir müssen mehrere Pfade gehen die nächsten zehn Jahre, bis sich herauskristallisiert, welche Technik sich durchsetzt." ||

Thema: Elektromibilität | **Interviewpartner:** Amit Yudan

„WIR HALTEN, WAS WIR VERSPRECHEN“

Interview mit Better-Place-Deutschland-Chef Amit Yudan

Amit Yudan [Quelle: Better Place]

Wie Elektrofahrzeuge zukünftig am sinnvollsten und vor allem am schnellsten betankt werden können, steht noch nicht fest. In allen deutschen Projekten wird derzeit ausschließlich mit stationären Ladestationen geplant. Im Ausland sieht es anders aus. Am 26. August 2009 hat die japanische Regierung die Firma Better Place damit beauftragt, im Stadtzentrum von Tokio, Japan, ein Pilotprojekt mit einem Batteriewechselkonzept zu starten. Ab Januar 2010 sollen dort vier elektrisch angetriebene Taxen im Alltagsbetrieb eingesetzt werden. Die HZwei-Redaktion befragte dazu während der IAA den Leiter für Deutschland von Better Place, Amit Yudan:

HZwei: Sehr geehrter Herr Yudan. Könnten Sie bitte nochmals ganz kurz das Grundkonzept von Better Place vorstellen?
Unser Konzept sieht vor, die Erde trotz des menschlichen Bedürfnisses nach Mobilität zu einem „besseren Ort“ machen zu wollen. Damit ist der Aufbau einer Mobilitätslösung gemeint, die sich an den Bedürfnissen der Bevölkerung orientiert und die Umwelt als schützenswertes Gut betrachtet. Better Place versucht mit seinem Mobilitätskonzept, den Übergang zu einem nachhaltigen individuellen Personentransport auf Basis regenerativer Energien zu beschleunigen.

HZwei: Wie bewerten Sie die Bemühungen der Bundesregierung, Elektromobilität zu fördern? Immerhin sollen jetzt 500 Mio. Euro investiert werden.
In den USA sind es 2,4 Mrd. US-Dollar. Auch in anderen Ländern ist es beträchtlich mehr als in Deutschland. Das ist ein großer Unterschied. Neben den zu geringen finanziellen Mittel ist hier das Problem, dass immer noch Forschung und Entwicklung gefördert wird. Da geht es immer nur um Pilotprojekte. Natürlich ist Forschung und Entwicklung auch wichtig, aber es müsste mehr in die Produktion investiert werden. Wenn Deutschland wirklich ein Leitmarkt im Bereich der Elektromobilität sein will, muss man etwas in dem Markt unternehmen, sonst besteht die Gefahr, dass andere Länder mehr Erfahrungen bekommen, und Erfahrungen sind der Weg, um in den Markt zu kommen. Der Markt wartet nicht auf Deutschland.

HZwei: Sie denken also, dass Deutschland zu vorsichtig vorgeht?
Sie sehen selbst, was in einem Jahr alles passiert ist. Vor einem Jahr hat kaum jemand über Elektromobilität gesprochen, da gab es nur so ganz kleine Autos, und heute sehen Sie hier auf der Bühne in Frankfurt schon die ersten Modelle. Und wir haben heute zusammen mit Renault vereinbart, bis zum Jahr 2016 in Israel und Dänemark mindestens 100.000 Exemplare auf den Markt zu bringen.

HZwei: Ist dies nur eine Option, oder werden die tatsächlich gebaut?
Die werden gebaut. Aber man darf die Erwartungen der Konsumenten nicht zu hoch treiben. Man muss realistisch bleiben. Es gibt eine Gefahr, dass ein Kunde hier auf der Messe etwas sieht, hier bei Ford, bei Volvo oder Renault, und dann losgeht, um ein Auto zu kaufen, er dann aber keines erhält. Unsere Aufgabe ist es, in unseren Zielmärkten einen Mobilitäts-Service für Elektrofahrzeuge zu vermarkten und anzubieten. Die Hersteller selbst bieten dort dann ihre Fahrzeuge an.

HZwei: Wann rechnen Sie damit, dass ein Kunde, der hier über die Messe läuft und anschließend ein Auto kaufen möchte, auch tatsächlich eines kaufen kann?
In Israel in der ersten Jahreshälfte 2011, in Dänemark und Australien 2012. Dort kann er von uns alles bekommen. Ein Auto allein reicht nicht. Wir implementieren auch die Infrastruktur, Ladestationen in Einkaufszentren oder bei der Bahn an Park-&-Ride-Stationen. Man kann dort sein Auto parken, und wenn man zurück kommt, ist das Auto voll.

HZwei: Wie stellen Sie denn die Versorgung der Wechselstation mit einer ausreichenden Anzahl aufgeladener Akku-Pakete sicher? Gibt es einen Transport zwischen den Stationen?
Es wird unterschiedliche Stationstypen geben: An den Autobahnen, wo viel Bedarf ist, sind größere Stationen und auf dem Land kleinere. Wir haben ein intelligentes Softwaresystem. Wir wissen immer, wo unsere Autos sind. Wir wissen den Bedarf der Energie von unseren Autos. Wenn zum Beispiel ein wichtiges Fußballspiel ist, wissen wir, dass viele Autos aus der Umgebung kommen. Dann können wir mit einem Transporter Batterien dorthin transportieren. Außerdem können wir die Ladedauer der Batterien steuern, wir sind da flexibel. Je schneller man auflädt, desto kürzer ist zwar deren Lebensdauer – zu schnell zu laden ist nicht gut für die Batterie – aber im Notfall können wir immer kürzer laden.

HZwei: Was ist das für ein „intelligentes Softwaresystem“?
Wir konzipieren derzeit zusammen mit unseren Partnern *AutOS*, die modernste IT-Plattform für Automobile, die das Energiemanagement des Fahrzeugs übernehmen soll. Wie wir grad heute gemeldet haben, wird uns Continental da-

Ladegerät für zu Hause

für die notwendige Hardware, die so genannten Head-Units, für ein leistungsstarkes und vernetztes Infotainmentsystem liefern. Die Software-Plattform kommt von Microsoft. Dafür entwickeln wir eine Better-Place-Lösung. Wie Sie wissen, bringt Shai Agassi gute Erfahrungen über Programmierung aus seiner Zeit bei SAP mit. Viele glauben, ein Elektroauto ist nur ein Auto mit einer Steckdose. Wir denken, der große Markt der Zukunft sind neue intelligente Dienstleistungen. Sollte beispielsweise tatsächlich mal irgendwo ein Engpass an einer Wechselstation entstehen, können wir dem Fahrer einen Hinweis geben, wo er tanken kann.

HZwei: Glauben Sie denn nicht, dass es einige Nutzer störend empfinden, wenn sie so überwacht werden?

Wir wollen sie nicht überwachen. Wer es möchte, kann die Kommunikation unterbinden. Aber im Übrigen ist das genauso wie mit den Mobiltelefonen, bei denen der Provider auch nachvollziehen kann, wo Sie unterwegs sind. Uns liegen bereits Bestellungen über 35.000 Fahrzeuge von mehr als 50 der großen, namhaften Firmen in Israel vor. Dabei handelt es sich vorwiegend um Firmenfahrzeuge. Zahlreiche große Firmen, die über einen Firmenwagenfuhrpark verfügen, wollen sich bei uns beteiligen, dazu zählen beispielsweise auch Cisco, IBM, Intel, Orange und große Banken. Dies wäre auch ein guter Weg für Deutschland, denn über 50 % der verkauften Autos sind Firmenwagen.

Ladegerät für unterwegs

HZwei: Haben Sie hier denn schon mal wegen etwaiger Kooperationsmöglichkeiten in Deutschland angefragt?

Ja, natürlich. Wir sind auch schon von etlichen Firmen und Politikern eingeladen worden. Wir kooperieren zum Beispiel mit Continental oder mit Mennekes, die ein ganz wichtiger Partner bei der Etablierung eines einheitlichen Ladesystems mit standardisierten Steckern sind. Und der TÜV Rheinland zählt ebenfalls zu unseren Partnern. Eine ganz wichtige Rolle spielen natürlich auch die Regierungen. In Israel haben wir viel Unterstützung von Schimon Peres erhalten. Auch in Dänemark stießen wir auf großes Interesse, ebenso in anderen Ländern. Als wir aber vor einem Jahr in Berlin bei der Regierung vorgesprochen haben, war Elektromobilität noch sehr visionär, noch sehr weit weg. Heute wird überall darüber gesprochen.

HZwei: Wo sehen Sie denn die Unterschiede im Vergleich zu Brennstoffzellenfahrzeugen, um die es auch schon mal einen ähnlichen Hype gegeben hat?

Der wesentliche Unterschied ist, dass ein Großteil der Infrastruktur schon vorhanden ist. Es gibt bereits ein Stromnetz, das genutzt werden kann. Das ist bei der Versorgung mit Wasserstoff nicht der Fall. Und von unseren Wechselstationen benötigen wir nur ein Zehntel der Anzahl, die für den Aufbau einer vergleichbaren Wasserstoffinfrastruktur notwendig wäre. Batterietechnologie ist heute gut genug, um zu starten, und sie wird besser werden. Besser heißt mehr Reichweite beim gleichen Gewicht und ein niedrigerer Preis.

HZwei: Damit Sie diese Verbesserungen erreichen, müssen Sie beachtliche Investitionen in die Entwicklung der Wechselstationen sowie deren Aufbau und den Bau der Ladestationen sowie der Fahrzeuge tätigen. Wer sind Ihre Geldgeber?

Shai Agassi hat weltweit Unterstützer und Investoren gefunden. In Israel ist ein Investor beispielsweise die Ofer-Familie – in Deutschland vergleichbar mit der Quandt-Familie, dem Hauptaktionär von BMW. Dann sind unter anderem noch Vantage Point, ein großer Venture Capitalist aus Kalifornien, sowie Morgan Stanley mit dabei. In Dänemark haben wir Better Place Denmark gegründet, woran sich Dong Energy, ein großer dänischer Energie- und Mineralölkonzern, beteiligt. Allein hier konnten wir rund 100 Mio. US-$ mit Hilfe inländischer Investoren generieren.

HZwei: Sie haben also zunächst mal Gelder akquiriert und gehen jetzt in die Entwicklungs- und Produktionsphase, oder wie weit sind Sie jetzt?

Das läuft alles parallel. Der erste Schritt ist die Akquirierung von Geld, denn ansonsten hat man nichts als nur eine Idee. Unser Hauptberuf ist zu liefern. Was wir versprechen, das halten wir auch: Wir haben vor zwei Jahren die Partnerschaft mit Renault angekündigt; heute sind die Autos da. Wir haben über Batteriewechsel gesprochen; vor einem halben Jahr haben wir das in Japan gezeigt. Wir haben über Infrastruktur gesprochen; jetzt sind die ersten 1.000 Ladestationen in Israel installiert. Wir bauen jetzt weiter. Alles, was wir versprochen haben, wurde bis jetzt umgesetzt.

HZwei: Wie sehen Ihre weiteren Pläne aus?

Wir bauen bis Ende des Jahres die erste Wechselstation in Israel. Dort sind insgesamt 100 Wechselstationen bis 2011 geplant. Viele Menschen glauben, man bräuchte sehr viele dieser Standorte, aber anders als an Tankstellen kommt die Hauptenergie von den Ladesäulen. Wenn die Ladestationen überall installiert sind, braucht man nicht zu den Wechselstationen zu fahren. Wechseln ist nur für besondere Fälle, wenn Sie beispielsweise von Frankfurt nach Stuttgart und am selben Tag wieder zurück wollen. Darum brauchen wir viel weniger Standorte als bei einer Mineralölinfrastruktur.

Wir versuchen realistisch zu bleiben. Wir liefern, was wir versprechen, wir berichten den Medien, was wir machen, und zerreden nicht, was wir denken.

HZwei: Herzlichen Dank für das Gespräch.

Thema: Elektromobilität | **Autor:** Sven Geitmann

BEKENNTNIS ZU WASSERSTOFF UND BRENNSTOFFZELLE

Autobauer und Energieversorger planen gemeinsam

Gruppenfoto mit Ex-Minister Tiefensee (4. v. r.)

„Heute ist ein guter Tag." Dieser Ausspruch von Daimler-Chef Dieter Zetsche gilt genau genommen für zwei Tage, für den 9. und den 10. September 2009. Zunächst hatten führende Autohersteller am Montag schriftlich eine gemeinsame Absichtserklärung abgegeben, die Entwicklung und Markteinführung von Elektrofahrzeugen mit Brennstoffzellenantrieb voranzutreiben. Gleich am nächsten Tag trafen sich mehrere Energieversorger in Berlins Mitte und erklärten, die dafür benötigte flächendeckende Wasserstoffinfrastruktur bis zum Jahr 2015 aufbauen zu wollen.

Das Interesse war groß und die Resonanz positiv. Zahlreiche Wirtschafts- und Pressevertreter fanden sich am 10. September in Berlins Mitte ein und waren Zeugen, wie Dr. Dieter Zetsche, Vorsitzender des Vorstandes der Daimler AG, als Chauffeur für den ehemaligen Verkehrsminister Wolfgang Tiefensee fungierte und ihn im nagelneuen B-Klasse F-CELL, der seine offizielle Weltpremiere erst während der IAA 2009 feierte, zur Pressekonferenz fuhr. Dort warteten bereits die Firmenchefs der beteiligten Mineralölwirtschaft (Shell Deutschland Oil, OMV Deutschland, Total Deutschland) sowie der Energie- (EnBW, Vattenfall Europe) und Gasversorger (Linde).

Drinnen begrüßte Dr. Klaus Bonhoff, Vorsitzender der Geschäftsführung der NOW GmbH, alle Anwesenden und sagte: „Heute ist ein wichtiger Tag für die Gestaltung einer nachhaltigen Mobilität", wobei er ausdrücklich den Unternehmen Daimler und Linde dankte, die vor einigen Monaten die Initiative ergriffen hatten, um sowohl Automobilisten als auch Versorger mit ins Boot zu holen. Aus Sicht aller Beteiligten können die großen bevorstehenden Aufgaben nur gemeinsam gemeistert werden, so dass sich Zetsche als Automobilist im Kreise der Energieversorger in einer Art Moderatorenrolle für diese Initiative einsetzte.

SCHULTER AN SCHULTER Der Bundesverkehrsminister sprach vor diesem Hintergrund von einem „historischen Tag" und einer „Zeitenwende im Verkehrsbereich". Angesichts des Memorandum of Unterstandings (MoU), das an diesem Tag unterzeichnet wurde, erklärte er: „Dies ist nur ein kleines Papier, aber es ist ein großer Schritt, den wir mit der Unterzeichnung dieses Papiers gehen." Tiefensee zeigte sich hoch erfreut darüber, dass Deutschland im Wasserstoff- und Brennstoffzellensektor den Takt angibt, und sagte: „Wir ernten heute bereits die Früchte von dem 2006 aufgelegten Nationalen Innovationsprogramm (NIP)." Er stellte weiterhin fest: „Wir können auf Wasserstoff als Energiespeicher nicht verzichten." Dem stimmte auch Dr. Wolfgang Reitzle, Vorstandsvorsitzender der Linde AG, zu, indem er sagte: „Wir haben einen Vorsprung, den sollten wir nicht verspielen."

Beim Thema Elektromobilität waren sich alle Anwesenden einig, dass dieser Sektor sowohl die Batterie- als auch die Brennstoffzellentechnologie beinhaltet. Hans-Peter Villis, Vorsitzender des Vorstands der EnBW AG betonte, dass sein Unternehmen beide Bereiche fördern werde, und konstatierte: „Es geht letztlich nur um eine Frage: ‚Wie lassen sich Mobilität und Nachhaltigkeit miteinander vereinbaren?'" Auch Dr. Peter Blauwhoff, Geschäftsführer der Shell Deutschland Oil GmbH, stellte fest, dass es zukünftig keine allein glücklich machende Antriebsart mehr geben werde, und sagte: „Wir werden eine erhebliche Diversifizierung der Kraftstoffe erleben."

NICHT BILLIG, ABER BEZAHLBAR Die unterzeichnete Absichtserklärung mit dem Projekttitel *H_2-Mobility* beinhaltet den Aufbau eines engmaschigen Wasserstofftankstellennetzes bis zum Jahr 2015 und umfasst zwei Phasen: Zunächst geht es bis Ende 2011 um die Weiterentwicklung und Bewertung der Technik, wozu auch die Installation von zehn bis 25 zusätzlichen H_2-Stationen zählt, die aus Mitteln des Konjunkturpakets II der Bundesregierung sowie weiterer Landesprogramme gefördert wird. Anschließend soll – im Fall einer positiven Konzeptentwicklung – von den Ballungszentren ausgehend der Infrastrukturausbau erfolgen. Deutschland soll hierbei die Rolle einer Keimzelle zukommen, von der aus das Netzwerk europaweit ausgebreitet wird.

Angesprochen auf die damit verbundenen Kosten rechnete Linde-Chef Reitzle vor, dass jede H_2-Tankstelle über 1 Mio. Euro kostet. Michel Mallet, Geschäftsführer der Total Deutschland GmbH, ergänzte: „Etwa 750.000 Euro fallen allein für einen 700-bar-Kompressor an." Reitzle rechnete weiter, der an den Stationen derzeit erhältliche Wasserstoff koste acht Euro pro Kilogramm, womit ein F-CELL-Fahrzeug rund 100 Kilometer zurücklegen könne. Dies ist vergleichbar mit konventionellen Autos, wobei beim Wasserstoff durchaus noch Einsparpotential vorhanden sei.

100.000 FAHRZEUGE IN SECHS JAHREN Seitens der Fahrzeughersteller hieß es, aktuelle Demonstrationsprojekte hätten die technische Machbarkeit der Herstellung, der Lagerung, des Transports und des Betriebs zur Nutzung von Wasserstoff als Energieträger unter Beweis gestellt. Die beteiligten Automobilfirmen Daimler, Ford, GM/Opel, Honda, Hyundai, Kia, Nissan, Renault und Toyota erklärten, dass sie eine nennenswerte Zahl von Brennstoffzellenfahrzeugen ab 2015 auf dem Markt anbieten werden. Mit der Nennung einer konkreten Zahl taten sie sich jedoch nach wie vor schwer. Dazu hieß es in einer Daimler-Meldung wörtlich: „Die Schätzungen gehen ab dann über den Lebenszyklus verteilt weltweit von einigen hunderttausend Stück aus." Auf Nachfrage der HZwei-Redaktion konkretisierte Zetsche diese Aussage in dem Sinne, dass 100.000 Fahrzeuge nicht pro Jahr produziert würden, sondern über die gesamte Laufzeit des jeweiligen Modells, die rund sechs Jahre betragen kann. Er erklärte weiterhin: „Wir gehen in unserem Haus für 2015 von einer fünfstelligen Jahresproduktion als Rechengrundlage aus." ||

GRÖSSTE H_2-TANKSTELLE EUROPAS

Udo Bekker, Vorstandsmitglied der Vattenfall Europe AG, berichtete von einer neuen H_2-Station, die der Energieversorger in der Hamburger HafenCity an der Oberbaumbrücke gemeinsam mit der Hamburger Hochbahn und HySolutions auf 400 m^2 errichtet wird: „In Hamburg werden wir noch in diesem Jahr mit dem Bau von Europas größter Wasserstofftankstelle beginnen." Im Dezember 2009 soll der Bau der 7,6 Mio. Euro teuren Anlage, die neben der Zapfstation auch einen Show-Room erhalten soll, starten. Der erste Bauabschnitt reicht bis Ende 2010, damit dann die zehn neuen Citaro-Brennstoffzellenbusse von Daimler, die ab Mitte 2010 in Hamburg fahren sollen, betankt werden können. Die volle Lieferkapazität, die für etwa 20 Linienbusse ausgelegt ist, wird dann 2013 mit 780 kg Wasserstoff pro Tag erreicht sein. Dies ist knapp sieben Mal mehr, als die bestehende Tankstelle in Hummelsbüttel produziert. Der benötigte Kraftstoff wird zu 50 % angeliefert und zu 50 % vor Ort per Elektrolyse mit Hilfe von Windstrom erzeugt. Das Engagement beim Tankstellenbau ist eine Säule von Vattenfalls neuer Strategie Making Electricity Clean, in deren Rahmen der Energieversorger die CO_2-Emissionen bis 2030 um 50 Prozent reduzieren will.

Wasserstofftankstelle in der HafenCity [Quelle: Vattenfall]

RICHTFEST FÜR BERLINER H_2-TANKSTELLE

Suchbild Wolfgang Tiefensee inmitten der Richtfestteilnehmer

Eigentlich ist das Richtfest einer Wasserstoffbetankungseinrichtung nicht unbedingt ein Anlass für ministerialen Besuch, aber zu Wahlkampfzeiten greifen Politiker gerne bei zukunftsträchtigen Themen zu, um sich der Zukunft zugewandt präsentieren zu können. So ließ dann der SPD-Kanzlerkandidat Frank-Walter Steinmeier seine Wahlkampf-Sommertour bewusst am Wasserstoff-Kompetenz-Zentrum in Herten starten. Nur kurze Zeit später begab sich der seinerzeitige Bundesverkehrsminister Wolfgang Tiefensee zum H_2-Betankungsgebäude an der Holzmarktstraße in Berlin und zog dort die letzte Schraube des Wasserstofftanks fest.

Der Himmel über Berlin am 12. August 2009 war zunächst grau, aber kaum hatte Minister Tiefensee die Richtfestzeremonie beendet, riss der Himmel kurzzeitig auf, so dass wärmende Sonnenstrahlen auf den nagelneuen Wasserstofftank fielen. Anlass der Feierlichkeiten war das Richtfest für die neue Wasserstofftankstelle in Berlin Mitte. Ab Februar 2010 sollen an dieser zentral gelegenen Betankungsstation des Mineralölkonzerns Total die insgesamt 40 derzeit innerhalb der Clean Energy Partnership (CEP) im Test befindlichen Pkw betankt werden.

Die neue Betankungsstation, in die rund 4,1 Mio. Euro investiert werden, entsteht auf dem Gelände einer konventionellen Total-Tankstelle zwischen East Side Gallery (Überbleibsel der Berliner Mauer) und Alexanderplatz. Bisher steht dort nur der acht Meter hohe Tank für 10.000 l flüssigen Wasserstoff sowie das fertig gestellte Grundgerüst für ein Servicegebäude. Bis Anfang 2010 sollen zwei Zapfsäulen installiert werden, die eine Betankung mit gasförmigem Wasserstoff (350 und 700 bar) ermöglichen. Dann wird dies „eine der modernsten Anlagen der Welt" sein, wie Florian Bahnmüller, Leiter Vertriebsregion Ost von der Linde Group, feststellte.

Eine der wichtigsten Komponenten ist der neuartige Druckelektrolyseur von Hydrogen Technologies, einer Tochterfirma von StatoilHydro. Per Oeyvind Hjerpaasen, Vize-Präsident von StatoilHydro, erläuterte seine Vorzüge: „Er kann schnell hoch- und runtergefahren werden und eignet sich somit auch für den Einsatz von Windenergie." Zunächst soll dieser Elektrolyseur, der rund 20 % weniger Energie als seine Vorgängermodelle benötigt, grün zertifizierten Strom verwenden, um vor Ort Wasserstoff zu produzieren.

WASSERSTOFFMOTOR FÜR KWK Erstmalig kommt bei einer deutschen H_2-Tankstelle ein *Dachs* zum Einsatz, der bisher nur aus der fossilen Heizungstechnik bekannt ist. Es handelt sich dabei um ein Blockheizkraftwerk von Senertec, das in Kraft-Wärme-Kopplung aus überschüssigem gasförmigem Wasserstoff sowohl Wärme als auch Strom erzeugen kann und damit autark die Tankstelle versorgen soll.

Bis zum Jahr 2011 sollen im Rahmen der CEP noch weitere Tankstellen sowohl in Hamburg als auch in Berlin aufgebaut werden. Der Mineralölkonzern Shell will eine am Sachsendamm in der Bundeshauptstadt installieren, Vattenfall eine in der HafenCity der Hansestadt (s. Kasten). Total Deutschland plant zudem derzeit den Umzug des Firmenhauptsitzes innerhalb Berlins, der bis 2012 vollzogen werden soll. Bis dahin soll am neuen Standort in der Heidestraße in Berlin Wedding eine weitere H_2-Tankstelle entstehen. ||

20 JAHRE VCD-UMWELTLISTE

So dürfte die 4. Hybrid-Generation von Toyota als Plug-In-Version aussehen.

Im zwanzigsten Jahr der Auto-Umweltliste des Verkehrsclubs Deutschland e.V. (VCD) zeigt sich ein gewohntes Bild. Das Öko-Ranking für Personenkraftwagen ist ohne Überraschungen, was nicht dem VCD, sondern vielmehr den Automobilkonzernen angelastet werden muss. Seit 1989 hat der durchschnittliche CO_2-Ausstoß von Pkw insgesamt nur um 22 % abgenommen. Am besten schneiden dieses Jahr wieder asiatische Hybridfahrzeuge ab. Deutsche Modelle können nur in Verbindung mit BlueMotion- oder Erdgastechnik punkten.

Während Toyota mit der inzwischen dritten Generation seines *Prius Hybrid* wieder einmal zum Gesamtsieger gekürt wird, ist weit und breit kein europäisches Modell mit spritsparender Hybridtechnik in Sicht. Nur Honda kann mit dem *Insight Hybrid* im Ranking mithalten, der hinter dem Toyota *iQ* Dritter in der Gesamtwertung und zugleich Sieger in der Kompaktklasse ist. Die Japaner machen mit deutlichem Abstand die ersten drei Plätze unter sich aus, was umso bemerkenswerter ist, als der Prius und der Insight vollwertige fünftürige Familienautos sind, während es sich bei alle anderen Modellen unter den Top-10 um Kleinwagen handelt. Bei den Vans haben die ersten Plätze Erdgasfahrzeuge belegt: der Volkswagen Touran CNG TSI EcoFuel vor dem Opel Zafira CNG EcoFlex. Flüssiggas-, Wasserstoff- oder reine Batteriefahrzeuge sucht mach vergeblich.

Werner Korn vom VCD-Bundesvorstand zog das Resümee aus über 20 Jahren: „Durch den Katalysator und die überfälligen Dieselrußpartikelfilter konnte der Schadstoffausstoß der Autos deutlich reduziert werden. Auch der Spritverbrauch wurde gesenkt, allerdings längst nicht im technisch möglichen und klimapolitisch nötigen Maß. Hier hinken die Hersteller hinterher. Bereits 1999 gab es von VW ein Drei-Liter-Auto mit 81 g CO_2 pro Kilometer. Ein solches Fahrzeug sucht man heute vergebens. Hier gibt es dringenden Nachholbedarf bei den Herstellern. Und die Politik muss strenge Vorgaben machen." ||

LUFTNUMMER VON LUIS

Als Schnellschuss hat sich die Ankündigung von Jan Luis aus Ahrensburg bei Hamburg herausgestellt, der am 24. August 2009 durch eine selbst verfasste Pressemitteilung mitteilte, ab September dieses Jahres würde sein *Luis Free*, „ein viersitziges Stadtauto mit einer Reichweite von bis zu 200 km", für 11.990 Euro erhältlich sein. In diesem Kleinstwagen sind zehn herkömmliche 12-V-Batterien plus Ladegerät eingebaut. Gegenüber der Berliner Zeitung sagte der Vorstandsvorsitzende der Luis AG: „Es gibt vier Räder, eine Karosserie, Akkus, ein Ladegerät. Viel Technik ist da eigentlich nicht drin." Ende September stand dann allerdings auf seiner Homepage zu lesen: „Auslieferung verzögert sich um voraussichtlich neun Monate." Begründung: Dissonanzen in punkto Qualitätsstandards mit dem chinesischen Produktionspartner. Jetzt wird ein neuer Produzent gesucht. ||

NEUE e-smart-GENERATION FÜR BERLIN

Der e-smart auf der IAA

100 elektrisch betriebene smart-Modelle sind bereits seit 2007 in London unterwegs. Jetzt soll es eine Neuauflage dieser kleinen Elektroflitzer geben. Wie Daimler Ende August 2009 verkündet hat, soll die Produktion der zweiten Generation der smart fortwo electric drive Mitte November in Hambach, Frankreich, starten. Im Gegensatz zur ersten Generation kommen jetzt Lithium-Ionen-Batterien von Tesla Motors zum Einsatz, die über eine Kapazität von 14 kWh verfügen und im Vergleich eine höhere Leistung, kürzere Ladezeiten und eine längere Lebensdauer ermöglichen. Die Akkus sind platzsparend zwischen den Achsen untergebracht, damit das Raumangebot des Zweisitzers vollständig erhalten bleibt.

Angetrieben wird der e-smart von einem 30-kW-Permanentmagnetmotor (Drehmoment: 120 Nm). Die Aufladung der Akkus kann an jeder Haushaltssteckdose erfolgen, kostet etwa zwei Euro und reicht für rund 115 Kilometer. Eingesetzt werden soll der neue smart fortwo electric drive zunächst ab Jahresende in Berlin im Rahmen des Projekts *e-mobility*, an dem Energieversorger Vattenfall Europe beteiligt ist, sowie in Hamburg, Paris, Rom, Mailand und Pisa, und auch in den USA, wo er an ausgewählte Kunden zu Erprobungszwecken verleast wird. Ab 2012 könnte er auf dem Markt sein.

Auf die Frage, wann reine Elektrofahrzeuge, die allein mit Batteriestrom betrieben werden, eine Reichweite von 500 km zurücklegen könnten, antwortete Christian H. Mohrdieck, Leiter der Brennstoffzellen- und Batterie-Antriebsentwicklung bei Daimler, gegenüber der taz ganz knapp: „Nie. 500 Kilometer für ein vollwertiges Fahrzeug sind aufgrund der Naturgesetze ausgeschlossen." Eine Erhöhung der zurücklegbaren Distanz sei seiner Meinung nach mit der heutigen Speichertechnik maximal um 30 % möglich. Hinsichtlich des möglichen Verkaufspreises von elektrisch betriebenen Stadtautos stellte Mohrdieck mit Blick auf die Konkurrenz aus Japan klar, dass er 34.000 Euro für einen Mitsubishi i-MiEV für am Markt nicht durchsetzbar erachtet. ||

Thema: Entwicklung | **Autor:** Ulrike Krewer, Richard Hanke-Rauschenbach

OPTIMIERUNG VON DIREKT-METHANOL-BRENNSTOFFZELLEN

Analyse der Methanoloxidation

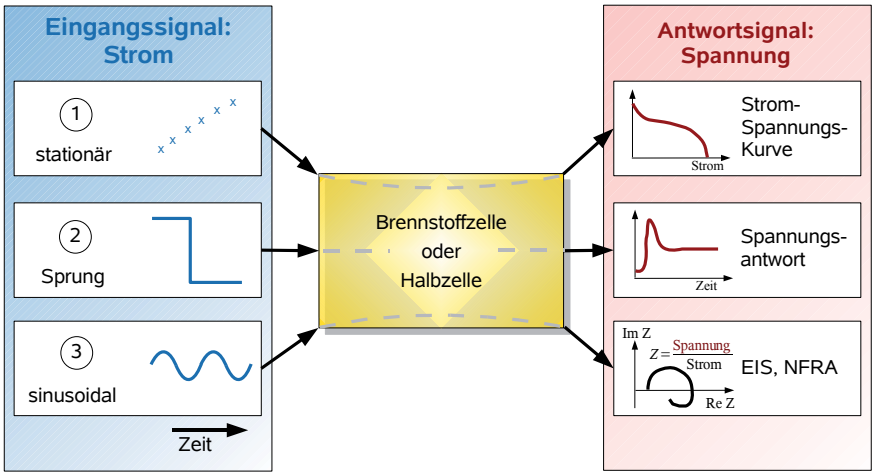


Abb. 1: verschiedene Analysemethoden elektrochemischer Systeme

Die Direkt-Methanol-Brennstoffzelle ist der derzeit erfolgreichste auf dem Markt befindliche Brennstoffzellen-Typ. Bei den portablen Brennstoffzellen hat sie die Vorreiterrolle übernommen. Ein Schlüssel zur weiteren Optimierung der Zellen ist das Verständnis der elektrochemischen Methanoloxidation. Sie beeinflusst das stationäre und dynamische Betriebsverhalten der Direkt-Methanol-Brennstoffzelle.

Die Stärke der Brennstoffzelle liegt in ihrer Energiedichte: Sie kann kontinuierlich Energie produzieren und damit nicht nur elektrische Verbraucher versorgen, sondern auch eine Batterie als Zwischenspeicher aufladen. Somit sind kontinuierlicher Betrieb und auch Lastspitzen abgedeckt. Demgegenüber ist die Leistungsdichte vergleichsweise niedrig: Für eine Leistung von 60 W (entspricht dem Abspielen einer DVD in einem Laptop) müsste der Nutzer ein Gerät in der Größe von drei Schuhkartons mitnehmen. Dies gilt selbst für den derzeit kommerziell erfolgreichsten Typ, die Direkt-Methanol-Brennstoffzelle.

Ein Grund dafür sind die komplexen Vorgänge bei Methanoloxidation, die das stationäre und dynamische Verhalten der DMFC maßgeblich bestimmen. Ein weiterer Grund ist der ungewollte Übertritt von Methanol zur Kathode. Dieser lässt sich insbesondere durch die Wahl der eingesetzten Materialien beeinflussen. Darüber hinaus fehlt ein kleiner, aber erschwinglicher Methanolsensor, der hilft, die richtige Verdünnung des Brennstoffs einstellen zu können.

Um die Brennstoffzelle zu verbessern, setzen Chemiker, Physiker und Ingenieure ein breites Spektrum an Analysemethoden ein. Durch eine geschickte Kombination von dynamischen und stationären Untersuchungen lässt sich die Kinetik im Detail ermitteln. Im Folgenden sollen elektrochemische Analysemethoden vorgestellt werden, die auf einer dynamischen Anregung der elektrischen Systemgrößen beruhen (s. Abb. 1). Solche Methoden erlauben es nicht nur, Brennstoffzellen zu analysieren und zu optimieren. Sie machen darüber hinaus eine schnelle Bestimmung des Zustands der Brennstoffzelle während des Betriebs möglich.

METHANOLOXIDATION Seit Jahrzehnten bemühen sich Elektrochemiker um die Aufklärung des Reaktionsmechanismus der Methanoloxidation. Offensichtlich ist, dass die Totaloxidation von Methanol mit Wasser, bei der sechs Protonen und Elektronen freigesetzt werden, nicht in einem Schritt, sondern in mehreren Stufen ablaufen muss. Bagotzky stellte dafür im Jahr 1977 ein komplettes Reaktionsnetzwerk vor.[1)] Er postulierte bis zu neun mögliche Zwischenprodukte wie adsorbiertes COH, CO, OH und CH_2O. Einen Durchbruch erreichten Kauranen, Skou und Munk: Sie formulierten eine quantitative Reaktionskinetik,[2)] die das stationäre Verhalten an Pt-Ru-Elektroden über zwei Adsorbate, OH und CO (bzw. COH), beschrieb (s. Abb. 2).

Mit dynamischen elektrochemischen Untersuchungsmethoden lassen sich die einzelnen Transport-, Reaktions- und Ladungsvorgänge trennen sowie schnelle Zustandsanalysen während des Betriebs durchführen. Dafür in Frage kommende dynamische Messmethoden sind beispielsweise die Cyclovoltammetrie und die elektrochemische Impedanzspektroskopie (EIS), die auch zur qualitativen Charakterisierung von Katalysatoren herangezogen werden.

Der quantitative Einsatz derartiger Methoden für Kinetikuntersuchungen verlangt ein systematisches Vorgehen. Nicht nur die einzelnen Reaktionsschritte sind zu trennen, sondern auch Prozesse wie Ladungsvorgänge auf den Elektroden und der Transport von Edukten und Produkten sind zu berücksichtigen. Diese Vorgänge finden auf unterschiedlichen Zeitskalen statt (s. Abb. 3), was sich bei dynamischen Analyseverfahren nutzen lässt.

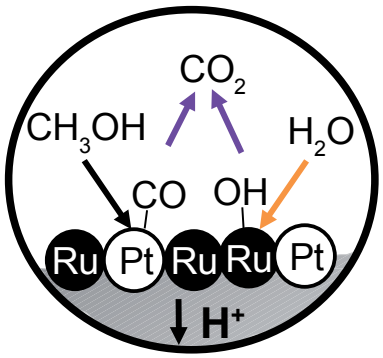


Abb. 2: Reaktionsmechanismus der elektrochemischen Methanoloxidation

ZEITKONSTANTEN DER BETEILIGTEN PROZESSE Eine Störung des Systems (z. B. Änderung des Zellstroms) setzt umfangreiche Ausgleichsvorgänge im Inneren der Brennstoffzelle in Gang, bis ein neuer stationärer Zustand erreicht ist. Die Lade- und Entladevorgänge an den elektrochemischen Doppelschichten klingen gewöhnlich nach wenigen Zehntelsekunden bis Sekunden ab. Gleiches gilt für die Sauerstoffreduktion an der Kathode und die Wasserchemisorption an der Anode. Die Zeitkonstante der an der Anode ablaufenden Methanoloxidation, während der sich ein neues Gleichgewicht zwischen den oben erwähnten Reaktionsschritten einstellt, liegt etwa im Bereich von Sekunden.

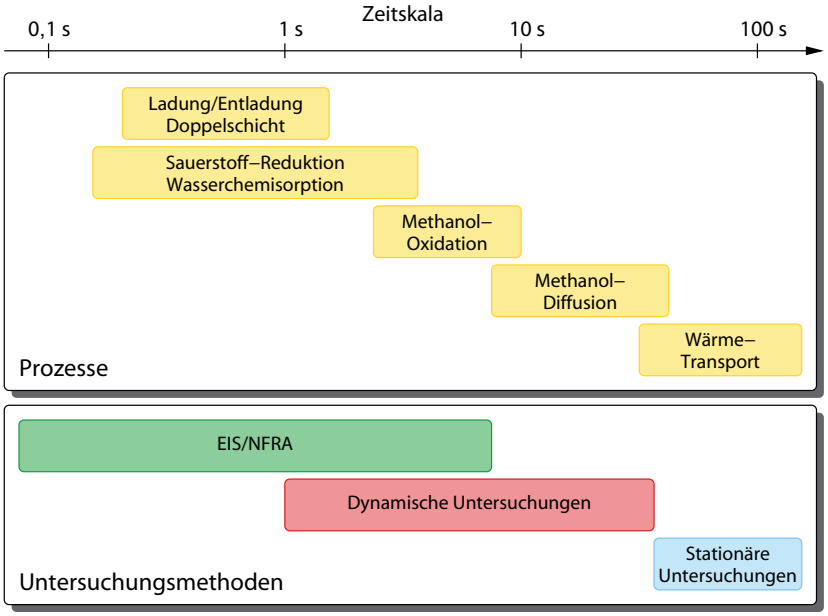


Abb. 3: Zeitkonstanten von Prozessen und Untersuchungsmethoden

Methanol wird allerdings nicht nur an der Anode oxidiert, sondern diffundiert auch durch die Membran hindurch auf die Kathodenseite der Brennstoffzelle. Dies ist mit vielfältigen Verlusten verbunden. Die Zeitkonstante für das Einschwingen des Diffusionsprozesses liegt in der Größenordnung von mehreren Sekunden. Die Ausgleichsvorgänge, die mit dem Wärmehaushalt in Verbindung stehen, sind am trägsten und klingen erst nach wenigen Minuten ab.

Mit dem Wissen, wie schnell die in der Zelle ablaufenden Prozesse sind, lassen sich für jeden Prozess ein oder mehrere experimentelle Untersuchungsmethoden identifizieren, die diesen Zeitbereich abdecken. Während die EIS schnelle und mittlere Reaktionen anspricht, eignen sich Strom- oder Spannungssprünge dazu, langsamere Reaktionsschritte und den Stofftransport zu charakterisieren. Zur Untersuchung der Kinetik der Methanoloxidation bietet es sich daher an, Impedanzspektroskopie und Stromsprunguntersuchungen zu kombinieren.

Basierend auf einem von Kauranen vorgeschlagenen Mechanismus wurden vier kinetische Modelle der Methanoloxidation formuliert. Ein Vergleich von Modell und Experiment zeigte, dass nur eine der vier Kinetiken quantitativ sowohl die stationären Messungen als auch Impedanzspektren und Stromsprünge wiedergeben konnte. Ein Blick hinter die Kulissen der Zelle während eines Stromsprungs ergibt ein Bild, wie schnell die einzelnen Reaktionsschritte tatsächlich sind:[4] Während die Methanolpartialoxidation und die Totaloxidation der Adsorbate (schwarz, lila, s. Abb. 4a) nur träge auf die Stromänderung reagieren, ist die schnelle Wasserchemisorption (orange) für den instantanen Ladungsausgleich zuständig und beschleunigt die Änderungen der langsameren Reaktionen. Eben diese Interaktion zwischen der schnellen und den zwei langsamen Reaktionen sorgt dann auch für das im Experiment beobachtete kurzzeitige Schwingen von anodischem Potenzial und Zellspannung über den stationären Zustand hinaus (s. Abb. 4b).

VOM ERKENNEN ZUM ANWENDEN

Die Dynamik der Zelle ist durch die Methanoloxidationskinetik bestimmt: Wird die Methanolkonzentration stark verändert, verändert sich auch die Geschwindigkeit der einzelnen Teilreaktionen und damit die Dynamik der Gesamtzelle. Bei niedrigen Methanolkonzentrationen verschwindet das charakteristische dynamische Verhalten.

Das Wissen um die Geschwindigkeit der einzelnen Reaktionsschritte auf der Anode lässt sich einsetzen, um die Direkt-Methanol-Brennstoffzelle zu optimieren. Das Fehlen eines Online-Methanol-Sensors in portablen Brennstoffzellen führt oft dazu, dass zu wenig oder zu viel Methanol dosiert wird. Beides schadet der Zelle. Eine regelmäßige dynamische Online-Prüfung der Zelle lässt sich so einsetzen, um die Methanolkonzentration zu regeln.

Eine weitere Anwendung der Kinetikuntersuchungen ist die modellbasierte Gestaltung von Membran-Elektroden-Einheiten (MEA): Mit mehr als fünf Funktionsschichten in einer Membran-Elektroden-Einheit und einer großen Auswahl an Materialien für jede Funktionsschicht ist der optimale Aufbau von MEAs nur rechnerisch bestimmbar. Während Transportparameter der Einzelschichten oft einfach bestimmt und ins Modell eingegeben werden können, ist dies für die elektrochemischen Parameter der Katalysatorschicht nicht der Fall. Mit den oben vorgestellten Untersuchungsmethoden und der identifizierten Kinetik lässt sich jedoch für jede Katalysatorschicht das entsprechende Parameterset bestimmen. Ausgehend davon können Brennstoffzellen virtuell getestet werden, bevor sie experimentell gefertigt werden.[5]

NICHTLINEARE FREQUENZGANGANALYSE

Aktuelle Arbeiten nutzen die gewonnenen Erkenntnisse für die Entwicklung einer neuen Analysenmethode: der nichtlinearen Frequenzganganalyse.

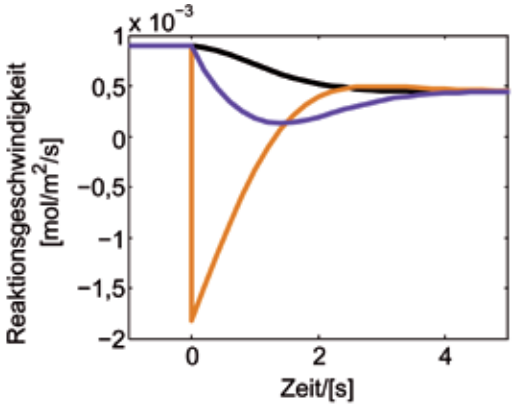


Abb. 4a: Dynamik nach Stromsprung ($i_2 < i_1$, $t = 0s$) Reaktionsgeschwindigkeiten der anodischen Einzelreaktionen (schwarz: Methanolpartialoxidation; orange: Wasserchemisorption; lila: Totaloxidation der Adsorbate).

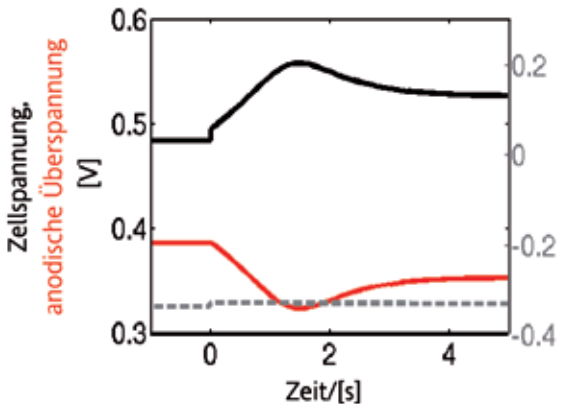


Abb. 4b: Potenzial- und Spannungsänderungen in der Zelle.

Diese Methode wird der nichtlinearen Natur elektrochemischer Systeme besser gerecht und lässt sich als Verallgemeinerung der elektrochemischen Impedanzspektroskopie ansehen.[6] Im Unterschied zur Impedanzspektroskopie wird bei der nichtlinearen Frequenzganganalyse die Amplitude des Eingangssignals (z. B. Strom) groß gewählt. Dies spricht die Nichtlinearitäten des Systems an, die ihren Fingerabdruck im Ausgangssignal (z. B. Spannung) in Form von Oberwellen hinterlassen.

Ähnlich dem Vorgehen bei der Impedanzspektroskopie wird die Frequenz des Eingangssignals systematisch variiert, um Prozesse mit unterschiedlichen Zeitkonstanten auflösen zu können. Bei geschickter Wahl der Anregungsamplitude lassen sich aus den erhaltenen Messergebnissen verallgemeinerte Frequenzgänge höherer Ordnung ermitteln, die der Modelldiskriminierung und Parameterschätzung dienen.[7] Laufende Arbeiten erproben diese Methode für die Diagnose von kritischen Zuständen in der Direkt-Methanol-Brennstoffzelle und in ihrem Verwandten, der wasserstoffbetriebenden Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzelle. ||

Literatur:

- *[1] V. S. Bagotzky, Y. B. Vassiliev, O. A. Khazova: Generalized scheme of chemisorption, electrooxidation and electroreduction of simple organic compounds on platinum group metals, J. Electroanal. Chem. 1977, 81, 229–238.*
- *[2] P. S. Kauranen, E. Skou, J. Munk ,Kinetics of methanol oxidation on carbon-supported Pt and Pt/Ru, J. Electroanal. Chem. 1996, 404, 1–13*
- *[3] U. Krewer, T. Vidakovic, M. Christov, K. Sundmacher. Impedance spectroscopic analysis of the electrochemical methanol oxidation kinetics. J. Electroanal. Chem. 2006, 589, 148–159*
- *[4] U. Krewer, A. Kamat, K. Sundmacher, Understanding the dynamic behaviour of direct methanol fuel cells: Response to step changes in cell current, J. Electroanal. Chem. 2007, 609, 105–119*
- *[5] U. Krewer, H. Yoon, H.-T. Kim, Basic model for membrane electrode assembly design for direct methanol fuel cells, J. Power Sources 2008, 175, 760–552.*
- *[6] M. Petkovska. Nonlinear frequency response method for investigation of equilibria and kinetics of adsorption systems. In Finely dispersed particles: micro-, nano-, and atto-engineering (Hrsg.: A. M. Spasic, J.-P. Hsu), CRC Press, Boca Raton 2006, p. 283*
- *[7] B. Bensmann, M. Petkovska, T. Vidakovic, R. Hanke-Rauschenbach, K. Sundmacher, Use of nonlinear frequency response analysis for electrochemical model discrimination on the example of DMFC anode kinetics, eingereicht bei J. Electrochem. Soc*

Autoren:
beide Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme, Magdeburg

Ulrike Krewer
→ krewer@mpi-magdeburg.mpg.de

Richard Hanke-Rauschenbach
→ hanke-rauschenbach@mpi-magdeburg.mpg.de

ETH EnergieTage Hessen® 2009

Messe und Kongress für:
Bioenergie
Regenerative Energien
Energieeffizientes Bauen und Sanieren

Das erwartet Sie:

- Kostenlose Energieberatung
- Altbausanierung... aber richtig!
- Geführte Messerundgänge

Stadthalle Wetzlar
30.10. – 01.11.2009
www.energietage.com

REECO®

Thema: Entwicklung | **Autor:** Hans-Peter Schmid

REFORMER EROBERN DIE H_2-WELT

Vier Thesen zur Reformierung

Kraftstoffaufbereitungsmodul für Brennstoffzellen aus der 1-kW-Klasse [Quelle: WS Reformer]

Die Einsicht, dass Strom in Zukunft vor allem aus regenerativen Energiequellen erzeugt werden muss, gewinnt allmählich breite industrielle Unterstützung. Jenseits des „billigen Erdöls" gibt es keine Kraftstoffalternative zum Wasserstoff mit vergleichbarem Potential. Wasserstoff kann als Energiespeicher für die fluktuierende Stromerzeugung aus Sonne und Wind dienen und ist deshalb das logische Bindeglied zwischen regenerativer Energie und Mobilität. Die dritte unerschöpfliche Energiequelle, die Biomasse, stellt bereits einen Sonnenenergiespeicher dar. Über Vergasungsverfahren findet sich auch hier ein technologischer Pfad zum Wasserstoff.

In diesem Szenario übernehmen Brennstoffzellen als kostengünstige effiziente dezentrale Energiewandler eine maßgebliche Rolle, um Wasserstoff in die leichter nutzbaren Energieformen Strom und Wärme umsetzen zu können. Es stellt sich aber die spannende Frage, wie die Transformation von der heute zentral fossilen zu einer zukünftig eher dezentral regenerativ ausgerichteten Energiestruktur organisiert wird. In vier Thesen soll hier gezeigt werden, dass die Reformierung in diesem Prozess eine wichtige Rolle spielt.

THESE 1: *Die Reformierung öffnet der Brennstoffzelle den großen Markt.*
Betrachtet man die heute diskutierten und teilweise bereits realisierten Anwendungen von Brennstoffzellen, so stellt man fest, dass Reformer deren Marktpotential erheblich ausweiten. Ohne Reformer könnten etliche Lösungen nicht realisiert werden, solange es kein flächendeckendes Wasserstoffleitungsnetz gibt. Im stationären Bereich gibt es in der Heiztechnik (Mikro-KWK) keine Lösungen ohne Reformer. Die Festoxidbrennstoffzellen (SOFC) arbeiten ebenso am Erdgasnetz wie die Hochtemperatur- (HT) und die Niedertemperatur-PEM-Brennstoffzellen. Grob gesagt gilt: Bei hohen Temperaturen (SOFC) steckt die Komplexität in der Brennstoffzelle, bei niedrigen (PEM) im Reformer.

Welche Systeme sich letztendlich durchsetzen, ist aus heutiger Sicht nicht vorherzusagen. Die technischen Eckdaten und die Kostenszenarien der unterschiedlichen Technologien unterscheiden sich nicht wesentlich voneinander. Bei der PEM-Technologie sind die meisten Materialprobleme jedoch mittlerweile gelöst. Mehrere hundert Systeme befinden sich im Feldtest. Die derzeit höhere Entwicklungsgeschwindigkeit im Vergleich zu Hochtemperaturbrennstoffzellen könnte eine entscheidende Rolle zu ihren Gunsten spielen.

Im Bereich der reinen Stromgeneratoren (Leistungsbereich: < 300 W) werden sich Methanol (DMFC) und Wasserstoff (NT-PEM) ohne Reformer als Lösung durchsetzen. Dies gilt im Besonderen für Back-up-Lösungen beziehungsweise für unterbrechungsfreie Stromversorgung von sensiblen Anwendungen. Hier zeigen NT-PEM-Brennstoffzellenensysteme mit herkömmlichen Druckwasserstoffflaschen bereits heute Vorteile gegenüber Bleibatteriebänken. Ab einer geforderten Dauerleistung von 500 W und in Regionen ohne ausreichende Wasserstoffinfrastruktur sind jedoch zunehmend auch auf Reformer basierte Brennstoffzellensysteme mit den Kraftstoffen LPG, Methanol oder Ethanol zu erwarten. Der Hauptvorteil bei den Anwendungen im Freizeitbereich und der netzfernen Stromversorgung ist ihr leiser Betrieb. An zweiter Stelle folgen die geringen Emissionen und an dritter der niedrigere Verbrauch im Vergleich zu motorischen Aggregaten.

Im weiten Anwendungsfeld der Elektroantriebe für Boote, Logistikfahrzeuge und Spezialfahrzeuge gibt es Lösungsansätze mit Wasserstoffwechselkartuschen. Der Bedarf nach Ladestationen für diese Kartuschen führt zu dezentralen Kleintankstellen, die ebenfalls auf Reformerbasis arbeiten. Betrachtet man die Markteinführung von BZ-Pkw und Bussen, ist die Beantwortung der Frage „Wie kommt der Wasserstoff an die Tankstelle?" entscheidend. Dabei steht die dezentrale Erzeugung durch Reformierung (z. B. H2Gen, WS Reformer/CarboTech) in Konkurrenz zur klassischen Belieferung mit Flüssigwasserstoff per Lkw, wobei sich auch so genannte „Home Refueling"-Konzepte auf Basis von Erdgas in der Entwicklung befinden.

Fazit: Brennstoffzellensysteme auf Wasserstoffbasis sind auf respektable Nischen begrenzt. Der große Markt entsteht über den direkten Zugang zu bereits vorhanden Energieträgern. Die Verstärkung der Entwicklungsaktivitäten in reformattaugliche Brennstoffzellen ist daher dringend notwendig.

THESE 2: *Die Reformierung ist die Technologie zur bedarfsgerechten Wasserstofferzeugung (on-demand) aus einem leitungsgebundenen oder speicherbaren Primär- beziehungsweise Sekundärenergieträger zur anschließenden Stromerzeugung. Die Elektrolyse dient hauptsächlich zur Speicherung von „wertlosem" Überschussstrom in Wasserstoff auf Vorrat (on-stock).*

DAS MAGAZIN FÜR WASSERSTOFF UND BRENNSTOFFZELLEN
HZwei
HZwei, das Magazin für Wasserstoff und Brennstoffzellen – NEU: Jetzt mit dem Zukunftsthema „Elektromobilität"

Reformer mit einem Durchsatz von 200 Nm³ Wasserstoff pro Stunde [Quelle: WS Reformer]

In vielen politischen Diskussion zum Thema „Woher kommt der Wasserstoff?“ wird die Meinung vertreten: „Wasserstoff macht nur Sinn, wenn er regenerativ erzeugt wird.“ Im Prinzip ist diese Feststellung richtig. In ihrer Ausschließlichkeit ist sie jedoch eher ein Totschlagargument.

Reiner Wasserstoff bei Umgebungsbedingungen ist nicht gut zu speichern. Die volumetrische Speicherdichte beträgt 0,003 kWh/l. Das ist nur ein Drittel der Energie von Erdgas. Bei flüssigem Dieselkraftstoff beträgt sie mehr als das 1.000fache. Die Reformierung ist demnach eine „Entspeichertechnologie“, die aus einem gut speicherbaren Medium Wasserstoff extrahiert, und zwar genau dann und in der Menge, in der er benötigt wird – vorzugsweise zur direkten Umwandlung in Strom mit Hilfe der Brennstoffzelle. In erster Näherung benötigt man etwa fünf Kilowattstunden eines kohlenstoffbasierten Energieträgers zur Erzeugung von einem Kilogramm Wasserstoff.

Bei der Elektrolyse gibt die Physik vor, dass in etwa die gleiche Menge Energie in Form von Gleichstrom notwendig ist, um die entsprechende Menge Wasserstoff aus demineralisiertem Wasser gewinnen zu können. Die Elektrolyse ist daher eher eine Speicherungstechnologie für (nicht speicherbaren) Strom in (besser speicherbaren) Wasserstoff.

Fazit: Wenn Strom billiger als Gas ist, ist die Herstellung und Druckspeicherung von Wasserstoff mittels Elektrolyse die Technologie der Wahl. Für alle Anwendungen, in denen Strom das unmittelbar genutzte Endprodukt ist, werden Reformer und Brennstoffzellen zum Einsatz kommen.

THESE 3: *Kleine dezentrale Reformer haben keine Nachteile in punkto Kosten und Energieeffizienz gegenüber der Herstellung in Großanlagen mit anschließender Verteilung.*

Kleine Wasserstofferzeuger basieren in den meisten Fällen auf der Dampfreformierungstechnologie. Dieser Prozess ist vollständig verstanden und im großen Maßstab seit langem Stand der Technik. Kleine Systeme zeigen Wirkungsgrade um die 80 %, wie sie auch bei großen Anlagen erreicht werden. Die Zielkosten liegen unter 1.000 Euro pro Normkubikmeter pro Stunde (Nm³/h) Wasserstoffleistung. Bei einem spezifischen Gewicht von 15 kg/kW_{el} und den heutigen Katalysatorpreisen zeigen bekannte Systeme das Potential zur Erreichung dieser Zielkosten, wenn sie in Großserienfertigung hergestellt werden. Erforderlich ist dazu die Zusammenführung des bestehenden Know-hows aus der Großtechnologie mit den Konstruktions- und Fertigungsmethoden der Serie. Das birgt Chancen für neue Geschäftsmodelle, stellt bestehende in Frage und erfordert mittelfristige, gut überschaubare Investitionen.

THESE 4: *Der Paradigmenwechsel zur dezentralen Strom- und Kraftstofferzeugung, ausgelöst durch erneuerbare Energien, wird im Sinne eines evolutionären Entwicklungspfades erfolgen. Reformer begleiten und unterstützen dabei die Transformation zum regenerativen Energieträger Wasserstoff.*

Die heutige Industriestruktur ist geprägt durch eine zentrale Energieerzeugung in Großanlagen, durch die Einzelfertigung von Großanlagen und hohe Investitionssummen mit entsprechend großem Risiko. Für diese Struktur sind stabile politische Rahmenbedingungen und in aller Regel auch Staatssubventionen beziehungsweise -absicherungen notwendig. Damit einher geht der Aufbau eines aufwändigen Leitungsnetzwerks.

In vielen Ländern sind Gasnetze flächendeckend vorhanden. Es erscheint daher sinnvoll, diese zur Verteilung von Wasserstoff in der Übergangsphase vom Erdgas zum Wasserstoff zu nutzen. Als Ersatz für den endlichen fossilen Primärenergieträger Erdgas muss zunehmend aufbereitetes Biogas oder wasserstoffreiches Synthesegas aus der thermischen Vergasung sowie Wasserstoff aus Überschussstrom aus beispielsweise Off-shore-Windanlagen ins Netz eingespeist werden.

Nimmt man an, dass Brennstoffzellen zukünftig beim Nutzer (Fahrzeuge, Micro-KWK usw.) eine dominierende Rolle als Energiewandler einnehmen werden, sind Reformer notwendige „Wandlerfilter“. Dies gilt zumindest solange, wie Kohlenstoff als bisher bester bekannter Wasserstoffspeicher (Kohlenwasserstoffe, Alkohole) in ausreichendem Maße im Netz vorhanden ist. Das Energiesystem der Zukunft basiert somit im Gegensatz zur heutigen thermodynamischen Wandlung zunehmend auf chemischer und elektrochemischer Wandlung. Die Stromerzeugung wird dann dezentral organisiert. Das Investitionsrisiko verteilt sich auf mehrere Anwender und verringert sich absolut betrachtet durch die Möglichkeiten der zeitlichen Streckung. Spezifisch höhere Kosten werden durch Massenfertigung ausgeglichen. ||

Literatur:

- *World energy outlook 2008, International Energy Agency, OECD/IEA 2008*
- *Schindler, J., Wurster, R. et.al. Wasserstoff und Brennstoffzellen, Starke Partner erneuerbarer Energiesysteme, Herausgeber DWV, EHA, 2007*

Autor:

Hans-Peter Schmid
WS Reformer,
Renningen
→ hp.schmid@wsreformer.de

Thema: Entwicklung | **Autor:** Kilian Frank

NACHFOLGER FÜR DAS NEXA®-BZ-MODUL

Systemvergleich: alt gegen neu

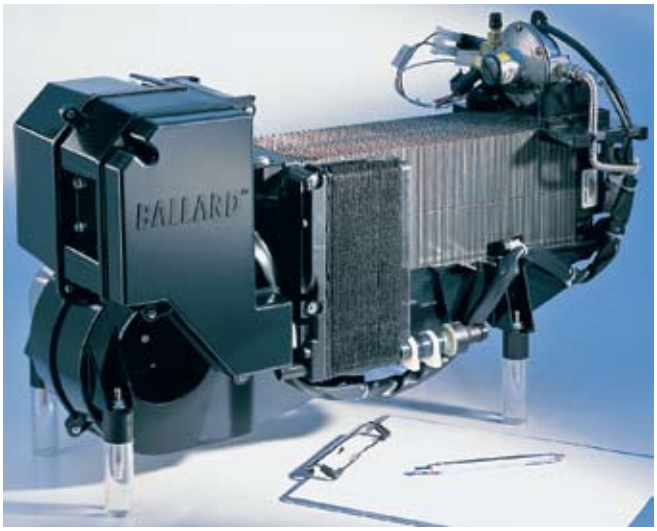


Abb. 1: Nexa® Power Module von Ballard [Quelle: Ballard]

Abb. 2: Heliocentris Nexa® 1200 [Quelle: Heliocentris]

Das Nexa®-Power-Module von Ballard Power Systems Inc. hat Standards für eine einfache Systemintegration von Brennstoffzellen gesetzt. Die Nachricht aus dem Jahr 2008, dass Ballard sich aus der Produktion dieses Systems zurückzieht, wird daher mancher Kunde mit Wehmut vernommen haben, aber die Kanadier wollen ihre Firmenstrategie mehr auf die Stack-Entwicklung und -Herstellung fokussieren. Auch 2009 – etwas mehr als ein Jahr nach der offiziellen „Abkündigung" – erfreut sich das Modul immer noch großer Beliebtheit. Die Heliocentris Energiesysteme GmbH stellt als enger Vertriebspartner von Ballard nun einen Nachfolger für das nicht mehr erhältliche System vor. Es folgt ein Systemvergleich:

Das 1,2 kW starke Nexa® Power Module zählt zu den weltweit ersten in Serie gefertigten Brennstoffzellensystemen und ist durch seine einfache Anwendbarkeit zu einem der meistverwendeten Systeme auf dem Globus geworden. Mit dem Verkauf der letzten produzierten Einheiten geht jedoch nun diese Erfolgsgeschichte zu Ende, und es wird Zeit, sich nach Alternativen umzuschauen.

Heliocentris hat das Nexa-Modul in den letzten fünf Jahren weltweit für Ballard vertrieben und zudem auf seine selbstständige Integration durch Kunden abgestimmte Integrationskomponenten entworfen. Auf Grundlage dieser Erfahrung hat das Berliner Unternehmen ein eigenes System entwickelt. Im vierten Quartal 2009 startet der Verkauf des neuen Heliocentris Nexa® 1200, das auf dem FCgen-1020-ACS-Stack von Ballard aufbaut und 1,2 kW leistet.

EINE NEUE MODULGENERATION Ziel des Entwicklerteams von Heliocentris war es, eine echte Nachfolgegeneration zu schaffen, die sowohl durch ihre Leistungsdaten als auch durch Verbesserungen gegenüber dem Vorgängersystem überzeugen kann. „Die Entwicklung einer reinen Ersatzlösung war für uns nie ein erstrebenswertes Ziel", erklärte Klaus Rupprecht, Leiter der Produktentwicklung. So gelang es den Ingenieuren, den parasitären Leistungsbedarf des Systems um bis zu 50 % zu reduzieren und damit die Gesamtsystemeffizienz im Vergleich zum Vorgängersystem deutlich zu steigern. Dies wurde durch das Konzept der atmosphärischen Luftversorgung in Verbindung mit dem luftgekühlten Stack erreicht.

Das Ballard-Modul nutzt zur Reaktionsluftversorgung einen Kompressor, um den höheren Druckverlust auf der Kathodenseite des Stacks zu überwinden. Für die getrennte Versorgung mit Kühlluft ist zusätzlich ein Gebläse verbaut. Im neuen System saugt ein einziger Lüfter an der Rückseite des Systems die Umgebungsluft gleichmäßig durch das gesamte System. Neben einer Verbesserung im Kühlverhalten konnte dadurch auf Komponenten wie Kompressor oder Kühlwasserpumpe, die signifikante parasitäre Lasten darstellen, verzichtet werden. Der auf industrielle Fertigung optimierte Fcgen 1020 Stack mit seiner offenen selbstbefeuchtenden Kathode kann seine konstruktionsbedingten Vorteile im System von Heliocentris jetzt voll ausspielen.

Das System eignet sich für Anwendungen, die lange Laufzeiten mit begrenztem Wasserstoffvorrat erzielen müssen, wie es beispielsweise bei Backup-Systemen für photovoltaische Inselanlagen oder bei Systemen für die unterbrechungsfreie Stromversorgung der Fall ist. Ballard gibt die Lebensdauer des Fcgen 1020 Stacks mit bis zu 4.000 Stunden an, was mehr als der doppelten Lebensdauer des Stacks im alten Nexa-System entspricht.

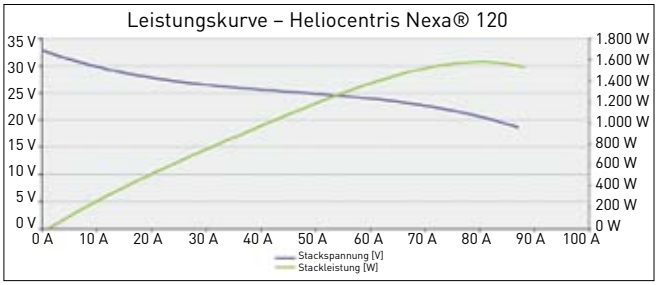


Abb. 3: Leistungskurve [Quelle: Heliocentris]

Maße	
Breite x Tiefe x Höhe	400 x 550 x 220 mm
Gewicht	ca. 22 kg
Stack	
Modell	FCgen™-1020 ACS
Bauart	PEM, luftgekühlt, offene Kathode
Leistungsdaten	
Nennleistung	1.200 W
Nennstrom	52 A
Ausgangsspannung	23...36V
Medien	
Wasserstoffqualität	→ 99,95 %
Wasserstoffverbrauch	15 slpm (bei Nennleistung)
Luftdurchsatz	3.000 slpm (bei Nennleistung und 30 °C Umgebungstemperatur)

slpm: standard liters per minute

Tab. 1: technische Daten

EINFACHE INTEGRATION Obwohl das Brennstoffzellenmodul von Ballard in Bezug auf die Einfachheit der Integration bereits Maßstäbe gesetzt hat, konnten auch in diesem Bereich noch signifikante Verbesserungen erzielt werden. Das Heliocentris Nexa® 1200 beherbergt als vollständig integriertes System alle Systemkomponenten in einem stabilen Kunststoffgehäuse, das gleichzeitig als Baugruppenträger und Luftführung fungiert. Der Stack und die übrigen Systemkomponenten sind dadurch optimal geschützt. Der Nutzer braucht weder versehentliche Manipulation noch Kurzschlüsse, wie sie herabfallende Gegenstände verursachen können, zu fürchten. Auch eine Verschalung des Systems vor der Integration ist nicht erforderlich. Gerade in dieser Hinsicht erspart das neue System dem Anwender komplexe Integrationsschritte. „Allein für die gezielte Ableitung der Kühlluft haben viele unserer Kunden das System von Ballard zunächst in eine Kiste integriert“, berichtete Klaus Rupprecht. „Beim Heliocentris Nexa® 1200 haben wir vorgesorgt. Der Luftauslass ist so gestaltet, dass mit wenig Aufwand ein Abgaskanal angeschlossen werden kann, der die Abluft aufnimmt.“

Auch bei der Abfuhr des bei der Reaktion entstehenden Wassers erleichtert das System von Heliocentris den Integratoren die Arbeit. Während das vorherige Nexa-System durch die Erfordernisse eines Befeuchters das Wasser größtenteils in auskondensierter, flüssiger Form abgab, verdunstet beim neuen System das Wasser mit der Kühlluft. Ein getrenntes Abführen des Wassers aus der Anwendung ist dadurch nicht erforderlich. Auch was die Schnittstellen betrifft, verlangt das Modul von Ballard einigen Aufwand von seinen Anwendern. Schnittstellen für Medien, Leistung und Kommunikation waren an unterschiedlichen Stellen des Gerätes positioniert. Das Heliocentris Nexa® 1200 hingegen verfügt über eine zentrale, an der Geräterückseite angebrachte Schnittstellenebene.

Bezüglich der Orientierung des Brennstoffzellenmoduls in der Anwendung bietet das System dem Nutzer zudem mehr Flexibilität. Konnte das System von Ballard nur in stehender Position verbaut werden, so lässt sich das Modul von Heliocentris stehend, auf der Seite liegend und sogar über Kopf in einer Anwendung verbauen. Die ins Gehäuse eingelassenen Profilschienen ermöglichen die einfache Befestigung des Systems in stehender oder hängender Position. Das System ist zudem für die Integration in 19"-Racks optimiert.

FIT FÜR DIE SERIEN Für die Überführung in die Serienanwendung ist es erforderlich, dass das Brennstoffzellenmodul in den Bereichen Sicherheit und Wartung die Anforderungen von Integratoren erfüllt. Das neue Nexa-Modul bietet in dieser Hinsicht gegenüber dem System von Ballard einige Neuerungen und erfüllt zudem die Brennstoffzellen-Norm EN 62282. Das System verfügt über eine interne Sicherheitsschleife. Bei Unterbrechung der Schleife, zum Beispiel im Gefahrenfall, wird die Wasserstoffquelle automatisch verschlossen und das System in einen sicheren Zustand überführt. In die Sicherheitsschleife lassen sich auch externe Komponenten, wie beispielsweise eine externe Wasserstoffwarnanlage, einbinden und somit in das Sicherheitskonzept integrieren.

Einfache Wartungsaufgaben wie der Filterwechsel können vom Nutzer selbst vorgenommen werden. Ein integrierter Fehlerspeicher ermöglicht im Falle eines Ausfalls zudem eine einfache Diagnose. ||

Autor:

Kilian Frank
Heliocentris, Berlin
→ k.frank@heliocentris.com

Thema: Umwelt | **Autor:** Axel Tillemans

KLIMATISCHE AUSWIRKUNGEN VON WASSERSTOFF

Zusätzlicher Ozonabbau von unter ein Prozent

Stratosphärenwolken [Quelle: Cornelius Schiller, FZ Jülich]

Wasserstoff gilt als Hoffnungsträger im Kampf gegen den Klimawandel. Aus erneuerbaren Energiequellen hergestellt, soll er den Verbrauch fossiler Brennstoffe zurückdrängen. Doch treiben wir damit möglicherweise den Teufel mit dem Beelzebub aus? Könnte der eventuell in die Atmosphäre entweichende Wasserstoff die Ozonschicht schädigen? Forscher des Instituts für Chemie und Dynamik der Geosphäre (ICG) vom Forschungszentrum Jülich geben jetzt Entwarnung.

Knallgas, ein Gemisch aus Wasserstoff und Sauerstoff, explodiert, wenn man es anzündet. Dabei entsteht reines Wasser. In Brennstoffzellen hat man diese Reaktion gezähmt, so dass die nun langsam frei werdende Energie elektrischen Strom erzeugt, der für Autos, Handys oder Notebooks zur Verfügung steht. In der Entwicklung befinden sich auch Wasserstofffahrzeuge, in deren Motoren der Wasserstoff ähnlich wie das Benzin in Ottomotoren direkt verbrannt wird. Um den Verbrauch von Kohle und Öl zu verringern, haben die Europäische Union und die USA im Jahr 2003 die Förderung einer „grünen" Wasserstoffwirtschaft vereinbart. Demnach sollen die klimaschädlichen fossilen Energiequellen im Laufe dieses Jahrhunderts durch Wasserstoff ersetzt werden, der mittels Wind- oder Sonnenenergie aus Wasser gewonnen wird.

Doch just im selben Jahr veröffentlichte ein US-Forscherteam um Tracey Tromp vom California Institute of Technology eine Studie, die aufhorchen ließ. Dr. Thomas Feck, Umweltwissenschaftler am FZ Jülich, erklärt: „Die Kollegen waren zu dem Ergebnis gekommen, dass die Ozonschicht in der Arktis im Frühjahr um bis zu acht Prozent mehr abnehmen würde, als sie das ohnehin schon tut, wenn wir die heute genutzten fossilen Energiequellen vollständig durch Wasserstoffenergie ersetzten. Denn Wasserstoff kann unter anderem beim Transport durch Pipelines entweichen, bis in die Stratosphäre gelangen und dort zum Ozonabbau beitragen." Die Stratosphäre ist die Schicht der Atmosphäre, die zwischen 10 und 50 Kilometern Höhe liegt.

Dort wird der Wasserstoff in Wasserdampf umgewandelt. „Dieser Wasserdampf fördert die Entstehung der so genannten Polaren Stratosphärenwolken", erklärt Fecks Kollege Dr. Jens-Uwe Grooß. Sie bilden sich unterhalb einer Temperatur von etwa -80 °C. „Gemeinsam mit Chlor, das aus Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKWs) stammt, zerstören sie das Ozon", ergänzt Grooß. Der von der Tromp-Studie vorhergesagte zusätzliche Ozonabbau würde den bereits jetzt in jedem Frühjahr vorhandenen Ozonschwund, der in manchen Jahren bis nach Norddeutschland reicht, weiter verschlimmern. Die dadurch intensivere UV-Strahlung könnte eine Zunahme von Haut- und Augenkrankheiten zur Folge haben.

Die US-Forscher waren bei ihrer Studie davon ausgegangen, dass 20 Prozent des Wasserstoffs in die Atmosphäre entweichen. Eine nachvollziehbare Begründung für diese Annahme blieben sie jedoch schuldig. Feck und Grooß gaben sich damit nicht zufrieden. „Wir wollten wissen, ob diese Größenordnung realistisch ist", sagt Feck. „Und vor allem: Auch wenn es richtig ist, bei solch einer Abschätzung vom ungünstigsten Fall auszugehen, so muss man doch den zukünftigen technischen Fortschritt berücksichtigen. Die Verlustquote in 50 Jahren wird nicht die gleiche sein wie die von heute."

VERLUSTE ÜBERSCHÄTZT In seiner Doktorarbeit verglich Thomas Feck Szenarien zur zukünftigen Entwicklung der Wasserstofftechnologie und führte Gespräche mit Firmen und Institutionen, die heute schon Erfahrungen mit Wasserstoff sammeln. „Meine Recherche zeigt, dass die Tromp-Studie bereits die heutigen prozentualen Wasserstoffemissionen stark überschätzt", erläutert Feck. „Die Verluste betragen heute etwa zehn Prozent. Es ist zu erwarten, dass die Verlustrate mittelfristig unter zwei Prozent liegt." Doch beim vollständigen Ersatz fossiler Brennstoffe durch Wasserstoff wären das immer noch bis zu 60 Millionen Tonnen Wasserstoff, die pro Jahr in die Atmosphäre entweichen würden. Was stellt dieser zusätzliche Wasserstoff mit der Ozonschicht an?

Dafür musste erst einmal geklärt werden, wie viel Wasserstoff bis hinauf in die Ozonschicht gelangt. „Wie sich die Wasserstoffmenge in der untersten Atmosphärenschicht, der Troposphäre, ändern würde, konnten wir bereits existierenden Studien entnehmen, wie zum Beispiel der unseres Jülicher Kollegen Dr. Martin Schultz", erklärt Feck. Mit den Ergebnissen dieser Studien „fütterte" Feck das weltweit anerkannte Jülicher Simulationsprogramm CLaMS, an dessen Entwicklung Grooß maßgeblich beteiligt war. Mit CLaMS lassen sich das Vordringen des Wasserstoffs in die Stratosphäre und seine chemischen und physikalischen Auswirkungen zeitlich und räumlich simulieren.

Mit den von Feck ermittelten Daten errechnete CLaMS eine zusätzliche Schädigung der Ozonschicht von 2,5 Prozent, also weniger als ein Drittel des in der Tromp-Studie ermittelten Wertes. Dabei ist noch nicht berücksichtigt, dass der FCKW-Anteil in der Stratosphäre in den kommenden Jahrzehnten höchstwahrscheinlich drastisch sinken wird, da viele Staaten die FCKW-Produktion bereits verringert oder ganz eingestellt haben. „Mit dem erwarteten FCKW-Rückgang wird der Wasserstoff einen zusätzlichen Ozonabbau von weniger als einem Prozent verursachen", schätzt Feck. Insgesamt würde sich der durch das Verschwinden der FCKWs bewirkte Wiederaufbau der Ozonschicht durchsetzen. ||

Autor:
Axel Tillemans
Forschungszentrum Jülich

HOTMODULE AUF HOHER SEE

Seit September 2009 laufen erste Tests mit einer Hochtemperaturbrennstoffzelle auf offener See an Bord der Viking Lady. Im Rahmen des Projekts FellowSHIP hat MTU Onsite Energy das norwegische Versorgungsschiff mit einem HotModule ausgerüstet, das insbesondere im Hafenbereich für eine autarke Energieversorgung mit Strom und Wärme sorgen soll. Das Ziel dieses Vorhabens ist die Entwicklung von Systemlösungen, die eine Nutzung von Brennstoffzellentechnik an Bord von Schiffen ermöglichen.

Gestartet wurde das Vorhaben im Jahr 2003 mit einer Machbarkeitsstudie. Seit 2007 läuft Phase 2, die die Entwicklung eines für maritime Anwendungen geeigneten mit flüssigem Erdgas betriebenen Brennstoffzellensystems zum Ziel hat. Im November 2007 erhielt das Tognum-Tochterunternehmen den Auftrag, bis Ende 2008 eine 320-kW-Brennstoffzellenversuchsanlage zu liefern. Alle weiteren Vorbereitungsmaßnahmen wurden im August 2009 an Land erfolgreich abgeschlossen, so dass das HotModule mittlerweile im Heck des Schiffes installiert werden konnte. Die Viking Lady steuert Bohrinseln vor der norwegischen Küste an.

Besondere Anforderungen werden dabei an die Installation des komplexen Systems gestellt. So musste beispielsweise eine spezielle Einspannvorrichtung für den Stack entwickelt werden, um eine sichere Verankerung auch bei hohem Seegang sicherstellen zu können. Außerdem musste zunächst die Einbindung des HotModules in das Power-Management-System des Schiffes geregelt werden, damit Service und Monitoring auch im Offshore-Bereich sichergestellt sind. Die Qualifizierungstests an Bord der Viking Lady sollen 2010 abgeschlossen werden.

STANDARDS FÜR BZ-SCHIFFE Zusätzlich zur Entwicklung und Erprobung der Technik geht es innerhalb dieses Projekts um die Aufstellung neuer Sicherheitsstandards. Aus diesem Grund beteiligte sich auch die Det Norske Veritas (DNV) als Projektkoordinator an diesem Vorhaben. Die DNV ist eine unabhängige Stiftung zum Schutz von Leben, Eigentum und Umwelt mit 300 Büros in 100 Ländern, deren Tätigkeitsschwerpunkte im maritimen Sektor und im Energiebereich liegen. In Deutschland ist sie die zweitgrößte Klassifikationsgesellschaft. Jan Tellkamp, Projektmanager Research & Development bei DNV, zog eine erste Zwischenbilanz und sagte: „Als Ergebnis unserer Forschung im Pilotprojekt FellowSHIP konnte DNV als erste Klassifikationsgesellschaft Sicherheitsregeln für Brennstoffzellen auf Schiffen entwickeln." Unterstützt werden die Projektpartner sowohl von Norwegen als auch von Deutschland.

Die Verantwortlichen erhoffen sich signifikante Schadstoffreduktionen sowie Energieeinsparungen. Der Projektleiter von DNV, Tomas Tronstad, erklärte: „Mit dem Einsatz der Brennstoffzelle können wir jährlich 4.755 Tonnen Kohlendioxid (CO_2) und 33 Tonnen Schwefeldioxid (SO_2) vermeiden und außerdem 180 Tonnen Stickoxide (NO_X). Das entspricht rund 20.000 Pkw." Michael Bode, Mitglied der Geschäftsführung von der MTU Onsite Energy GmbH, beschrieb das Betriebsverhalten der Hochtemperaturbrennstoffzelle folgendermaßen: „Das, was aus dem HotModule heraus kommt, ist noch nicht einmal Abgas, sondern nur Abluft."

Die Erfahrungen aus dem FellowSHIP-Projekt fließen auch in das gerade gestartete PaXell-Teilprojekt vom e4ships-Vorhaben mit ein (s. S. 32). ||

Thema: Schifffahrt | **Autor:** Sven Geitmann

STARTSCHUSS FÜR MARITIMES LEUCHTTURMPROJEKT

e4ships – Brennstoffzellen in der Schifffahrt

Die AIDAluna in Rostock-Warnemünde

e4ships, SchIBZ, PaXell, HyFerry – diese Wortkonstrukte stehen für eine saubere Zukunft im maritimen Transportsektor. So haben es jedenfalls die 22 Projektpartner geplant, die sich am 1. Juli 2009 in Rostock-Warnemünde zur Auftaktveranstaltung des insgesamt dritten Leuchtturmprojektes im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff und Brennstoffzellen (NIP) auf der AIDAluna versammelten. In insgesamt vier Teilprojekten nimmt das von der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) koordinierte Firmenkonsortium eine effiziente, leise und schadstofffreie Energieversorgung auf Schiffen mittels Brennstoffzellen in Angriff.

Bis vor über zweihundert Jahren war die Schifffahrt völlig emissionsfrei. Bis dahin fuhren nur hölzerne Segelschiffe auf den Weltmeeren. Dann kamen Dampfmotoren in Mode und der Siegeszug der Kohlewirtschaft nahm seinen Lauf. Ähnlich dramatisch wie die Einführung der Dampfmaschine war die Ablösung von Holz als Schiffsbauwerkstoff, woran die Meyer Werft aus Papenburg, die auch jetzt im e4ships-Projekt beteiligt ist, einen wesentlichen Anteil trägt. Seit 1795 werden an der Ems Schiffe gebaut. Zunächst waren dies Holzschiffe. 1872 sattelte jedoch der Urahn von Bernard Meyer, dem heutigen Geschäftsführer der Meyer Werft GmbH, auf Eisenschiffe um, was zunächst auf unverhohlene Skepsis unter den Mitbewerbern stieß. Ein Kritiker ergriff damals eine Eisenstange, warf diese ins Wasser und fragte wütend: „Und daraus willst du Schiffe bauen?“ Die Antwort auf diese provozierende Frage hat Urahn Meyer spätestens heute gegeben, da die Meyer Werft die einzige bis ins 21. Jahrhundert existierende von 20 Werften ist, die es noch im Jahr 1920 in Papenburg gab.

Auf ähnliche Schwierigkeiten und Skepsis stößt mitunter auch heutzutage die Einführung innovativer Technologien in traditionellen Industriebranchen. Dies hält aber die e4ships-Projektpartner nicht davon ab, für die Einführung von Brennstoffzellensystemen im maritimen Transportsektor zu kämpfen. e4ships steht für „energy for ships“ (engl.: Energie für Schiffe). Gemeint ist damit: saubere Energie für die Schiffe von morgen. Der Grundgedanke, der sich hinter diesem Projektnamen verbirgt, ist die Energieversorgung verschiedener Schiffstypen mit Hilfe von Brennstoffzellen und alternativen Kraftstoffen anstelle von Schweröl, um zukünftig einen emissionsärmeren Betrieb als bisher sicherstellen zu können.

STARTSCHUSS AUF DER AIDAluna Rund 100 Vertreter aus Politik und Wirtschaft versammelten sich dafür an Bord der AIDAluna, um kurz vorm Auslaufen dieses nagelneuen Kreuzfahrtschiffes an Ort und Stelle in Augenschein nehmen zu können, wo zukünftig neue innovative Technologie für noch mehr Komfort und Sicherheit erprobt wird. Angesichts der luxuriösen Ausstattung konstatierte Bernard Meyer: „Ich fühle mich hier sauwohl.“

Karin Roth, der Parlamentarischen Staatssekretärin vom Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), oblag es, den Startschuss für das bis 2016 laufende Leuchtturmprojekt „e4ships“ zu geben. Sie sagte: „Neben Autos und Flugzeugen müssen auch Schiffe sauberer werden. Die Brennstoffzelle ist heute schon eine echte Alternative, um insbesondere in unseren Häfen Emissionen und Energie in beachtlicher Größenordnung einzusparen. Deutschland ist bei der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie führend in Europa. Diesen Vorsprung wollen wir ausbauen. Innovative Antriebe und effiziente Energieversorgung bieten für den deutschen Schiffbau die Chance, zukunftsfähige Arbeitsplätze zu sichern. Mit e4ships setzten wir international Standards.“

INSGESAMT VIER TEILPROJEKTE Im Rahmen dreier Teilprojekte, die alle vom Bund mit Millionen-Euro-Beträgen gefördert werden, soll in den nächsten Jahren der Einsatz von PEM- und MCFC-Brennstoffzellen auf dem Wasser unter Alltagsbedingungen getestet werden. Regeln und Standards werden in einem vierten, übergeordneten Projekt mit dem Titel *Toplaterne* bearbeitet. Hierbei geht es zudem um Fragen zur ökologischen, technischen und wirtschaftlichen Bewertung des Einsatzes von Brennstoffzellen auf Schiffen. Für dieses Teilprojekt werden rund 2,1 Mio. Euro veranschlagt. Fast die Hälfte der gesamten e4ships-Investitionen fließt zum HyFerry-Vorhaben (24,9 Mio. Euro), während PaXell rund 13,8 Mio. Euro und SchIBZ 10,5 Mio. Euro zukommen. Die Förderquote vom Bund beläuft sich auf 48 %. Kai Klinder, Geschäftsführer der NOW GmbH, erklärte zu den großen Investitionen in das e4ships-Vorhaben: „Dieses Projekt wird entscheidend dabei helfen, durch Innovation die Wirtschaft im Schiffsbereich voranzubringen.“

NOW-Geschäftsführer Kai Klinder

Die e4ships-Projektpartner mit Staatssekretärin Karin Roth in ihrer Mitte

Bei dem Projekt *HyFerry* (Hy: Kurzform für hydrogen, engl.: Wasserstoff) soll eine Fähre konstruiert werden, die zwischen Neuharlingersiel auf dem ostfriesischen Festland und der Nordseeinsel Spiekeroog verkehrt. Der modular aufgebaute Wasserstoff-Hybridantrieb besteht aus einem Lithium-Ionen-Batteriesystem, das für die Energiezwischenspeicherung verantwortlich ist, sowie einem PEM-Brennstoffzellensystem. Bei den BZ-Stacks wird es sich voraussichtlich um fünf Module der Firma Proton Motors handeln, die zusammen eine Leistung von insgesamt 240 kW hervorbringen. Zusätzlich kommt auch konventionelle Dieselantriebstechnik an Bord, die allerdings für alternative Kraftstoffe ausgelegt wird (Biodiesel, Erdgas). Dr. Brigitte Behrends, Abteilungsleiterin Forschung bei der Beluga Shipping GmbH, erklärte dazu: „Das Dieselaggregat soll nur in Ausnahmefällen zum Einsatz kommen, etwa bei Gegenströmung oder Wind." Direkt an der Anlegestelle soll für die Fähre, die für rund 100 Personen sowie den Fahrradtransport ausgestattet sein wird, eine H_2-Tankstelle aufgebaut werden. Der dafür benötigte Wasserstoff soll mit Hilfe von Windenergie erzeugt werden. Bei erfolgreichem Projektverlauf ist die Ausweitung dieses Konzepts auf andere ostfriesische Inseln angedacht, da ein sauberer Schiffsverkehr im Nationalpark Wattenmeer, der unlängst zum UNESCO-Weltkulturerbe erklärt worden ist, äußerst wichtig ist.

Der Name *SchIBZ* steht für „Schiffe mit Brennstoffzelle" und bezeichnet ein Projekt, bei dem das Potential von Schmelzkarbonatbrennstoffzellen (MCFC) inklusive Dieselreformierung auf hochseetauglichen Mega-Yachten und Spezialschiffen analysiert werden soll. Hintergrund ist das gute Betriebsverhalten von diesen Brennstoffzellen bei der Erzeugung von Wärme und Strom (KWK = Kraft-Wärme-Kopplung), da sie kaum Emissionen verursachen, weder ins Wasser noch an die Luft. Dies betrifft sowohl Schall- und Vibrationsbelästigungen als auch Schmutz- und Geruchsbelästigungen sowie Wärmeverluste ans Wasser. Diese Eigenschaft kommt den Yachtbesitzern entgegen, die nur ungern an idyllischen Ankerplätzen in malerischen Lagunen von Dieselgestank und Motorengetöse gestört werden. Als Energieträger dienen schwefelfreies Dieselöl beziehungsweise GtL- oder BtL-Kraftstoff (= XtL), die zunächst in einem Vorreformer aufbereitet werden, damit anschließend das HotModule daraus Strom und Wärme erzeugen kann. Von elementarem Vorteil ist hierbei, dass diese Kraftstoffe auch für den Primärantrieb verwendet werden können, so dass kein zusätzliches Speichersystem an Bord geholt werden muss. Dr. Christian Eckel, Geschäftsführer der TKMS Blohm + Voss Nordseewerke GmbH, sagte dazu: „Technologietreiber sind hier die Hochtechnologieschiffe, aber profitieren werden auch alle anderen Schiffe von dieser Entwicklung."

EINSATZ IN PASSAGIERSCHIFFEN Das dritte Teilprojekt *PaXell* befasst sich mit Kreuzfahrtschiffen, wie es die AIDAluna eines ist, und steht für „Brennstoffzelle in Passagierschiffen". Die AIDAluna wurde im Frühjahr 2009 in Palma de Mallorca getauft und ist damit das neuste der insgesamt sechs Passagierschiffe umfassenden AIDA Cruises Flotte. Zunächst soll innerhalb dieses e4ships-Moduls ein passendes Hochtemperaturbrennstoffzellenmodul auf Basis des HotModules von MTU Onsite Energy für die AIDAluna entwickelt und an Bord sowohl bei der Strom- als auch bei der Wärme- und Kälteerzeugung erprobt werden (KWKK = Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung). Im Laufe des auf mehrere Jahre angelegten Projekts soll die Systemanzahl zunächst von eins auf drei und später auf über zehn erhöht werden. Das Ziel ist, dass jeweils ein BZ-System eine Sicherheitszelle an Bord des Schiffes dezentral mit Energie versorgt.

Bernard Meyer erklärte zu den Motiven seines Unternehmens sich an diesem Vorhaben zu beteiligen, dass ihm sehr an Umweltschutz und sanftem Tourismus gelegen sei. Er sagte: „Wir fahren an die schönsten Stellen dieser Welt und wollen die sauber hinterlassen." Dies gelte ebenso für ökologisch sensible Gebiete wie für urbane Ballungsräume, wo derzeit noch stetig laufende Schiffsdieselmotoren zu erheblichen Belästigungen durch Schadstoff- und Lärmemissionen führen. Strengere Umweltverordnungen, die Emissionsobergrenzen vorschreiben, setzen hier die Reedereien zunehmend unter Druck, den Schadstoffausstoß zu reduzieren.

Die Umsetzung dieses Teilvorhabens verläuft zunächst in zwei Stufen: die erste Phase läuft bis 2012 und beinhaltet die Entwicklung und Erprobung des 500-kW-Brennstoffzellenmoduls unter Realbedingungen. Anschließend folgt in der zweiten Umsetzungsstufe die Weiterentwicklung zum dezentralen Energiekonzept, die mit einer Leistungssteigerung auf über 1 MW verbunden ist. Zudem geht es in den Jahren 2012 bis 2014 um die Erprobung des BZ-Systems in einem ersten Schiffsabschnitt. Perspektivisch könnten im Anschluss daran zwei weitere Umsetzungsstufen folgen, in denen bis 2020 die Energieversorgung der gesamten Gastronomie und später im vierten Schritt auch die Primärenergieversorgung mit eingebunden wird. ||

Thema: Schiene | **Autor:** Sven Geitmann

PV-H_2-HYBRID-ANTRIEB AUF DER SCHIENE

Deutsche Bahn baut Eco Rail Center

Bisher steht nur das Projektschild auf der grünen Wiese. [Quelle: DB AG]

Im Schienenverkehr brechen neue Zeiten an: Die Deutsche Bahn AG hat am 10. August 2009 mit einer Auftaktveranstaltung die geplante Errichtung ihres *DB Eco Rail Centers*, in dem unter anderem auch die Nutzungsmöglichkeiten von Brennstoffzellen für den Einsatz bei Schienenfahrzeugen untersucht werden sollen, gefeiert. Das neue Kompetenzzentrum, das nach DB-Angaben „eines der modernsten der Welt für Bahntechnologie" sein wird, soll am Traditionsstandort der Bahn in Brandenburg-Kirchmöser entstehen und ist ein Gemeinschaftsprojekt von Industrie und öffentlicher Hand. Eines der ersten Forschungsobjekte soll die *New Energy Train* sein, die auch mit Hilfe von Solarenergie und Wasserstoff betrieben wird.

Den Startschuss für das DB Eco Rail Center gab der zu der Zeit noch amtierende Bundesaußenminister Dr. Frank-Walter Steinmeier, der auch die Schirmherrschaft für dieses Projekt übernommen hatte. Er sagte während der Auftaktveranstaltung: „Das Bahnforschungszentrum in Brandenburg an der Havel ist ein Zukunftsprojekt für die ganze Region. Ich will, dass Deutschland zum Ausrüster der Welt für umweltschonende Produkte wird." Rüdiger Grube, der Vorstandsvorsitzende der Deutschen Bahn AG, fügte hinzu: „Langfristiges Ziel ist es, auf nichtelektrifizierten Bahnstrecken einen emissionsfreien Schienenverkehr zu fahren und insgesamt die umweltfreundlichste Transportkette anbieten zu können. Wir werden energieeffiziente und innovative Technologien hier in Kirchmöser einsatzfähig machen. Hier können die Industriepartner gemeinsam entwickeln, Komponenten aus ihren Labors holen und auf die Schiene setzen."

Der zu diesem Zeitpunkt noch amtierende Verkehrsminister Wolfgang Tiefensee wies darauf hin, dass „die Bahn eines der umweltfreundlichsten Verkehrsmittel ist" und begrüßte die Initiative, „innovative Antriebstechnologien mit minimalen Emissionen auf die Schiene bringen" zu wollen.

NEW ENERGY TRAIN Konkret geht es dabei um das Ziel, „Schienenverkehr mit Null Emissionen" zu realisieren, wie sich Grube ausdrückte. Er sagte weiterhin: „Wir wollen gemeinsam mit unseren Partnern neue innovative Technologien wie zum Beispiel Speichertechnologie, Lithium-Ionen-Technologie etc. entwickeln und alternative Energien – sei es die Solarkraft, die Windkraft oder auch der Wasserstoff – für den Einsatz im System Bahn voranbringen." Einen entscheidenden Teil dazu soll die New Energy Train beitragen. Bei diesem neuen Antriebskonzept geht es um die Kombination unterschiedlicher Technologien. Die großen, konventionellen Dieselaggregate sollen ersetzt werden durch kompakte Einheiten aus Pkw-Motoren und Generatoren. Unterstützt werden sollen diese durch emissionsfreie Brennstoffzellen, die gleichzeitig das Bordnetz mit Strom versorgen. Austauschbare, im Waggonunterboden installierte Kraftstoffkanister sollen eine aufwändige Infrastruktur überflüssig machen. Zusätzliche Energie kommt von der auf dem Dach installierten Photovoltaikanlage. Auch die Bremsenergie wird genutzt, in Strom umgewandelt und in den Lithium-Ionen-Akkus zwischengespeichert, damit sie zum Beispiel zum Anfahren genutzt werden kann.

Beteiligt an dieser neuen Forschungseinrichtung ist ein Firmenkonsortium bestehend aus der Deutschen Bahn, neun Industriekonzernen sowie zwei Forschungseinrichtungen. Unterstützung erhält es sowohl vom Land als auch von der Stadt Brandenburg, die sich eindeutig zum Ausbau der dortigen Infrastruktur bekannten. In den vergangenen Jahren wurden bereits rund 90 Mio. Euro von Seiten der EU sowie des Landes in die Revitalisierung des Stand-

Dr. Rüdiger Grube, der DB-Vorstandsvorsitzende, beim Grußwort [Quelle: DB AG]

orts Kirchmöser investiert. Zurückzuführen ist dieses Vorhaben auf die Initiative des ehemaligen DB-Chefs Hartmut Mehdorn, der im vergangenen Jahr zu Besuch in Brandenburg war, wobei die Idee eines Forschungszentrums geboren wurde.

1-MW-LOK IN DEN USA In den USA geht es im Schienenbereich ebenfalls voran. Im Bundesstaat Kalifornien startete am 29. Juni 2009 auf dem Rangierbahnhof in Topeka, Kansas, ein Praxistest mit einer Elektrolokomotive, deren E-Motoren mit Strom aus einer wasserstoffbetriebenen Brennstoffzelle gespeist werden. Bei der 127 t schweren Rangierlok handelt es sich um eine ausgemusterte dieselelektrische Lokomotive von EMD, die zunächst von der RJ Corman Railroad Group übernommen und anschließend von der amerikanischen Privatbahn Burlington Northern Santa Fe Railway (BNSF) umgerüstet wurde.

Die Lok verfügt über zwei Brennstoffzelleneinheiten von Ballard Power Systems, die ausreichend Strom für den 300-kW-Antrieb liefern. Die Dauerleistung der Brennstoffzelle beträgt 250 kW, was ein Rangieren durchaus ermöglicht. Für kurzfristige höhere Leistungen stehen Bleiakkumulatoren zur Verfügung, die über mehrere Minuten hinweg eine Leistung von bis zu 1,1 MW bringen. Der benötigte Wasserstoff (70 kg) wird in Gastanks gespeichert und reicht für eine Betriebsdauer von acht bis zehn Stunden. Der große Vorteil dieses Schienenfahrzeugs besteht darin, dass keine schadstoffemittierenden Dieselmotoren stundenlang im Leerlauf betrieben werden müssen.

In diesem 4,4-Mio.-US-$-Projekt fließen Erfahrungen aus unterschiedlichen Antriebssystemen zusammen: sowohl von Seiten der Mercedes-Benz Citaro-Hybridbusse als auch von einer Grubenlok, die ebenso wie dieses neue Vorhaben von dem Projektbüro Vehicle Projects aus Denver koordiniert wurde. Mit von der Partie ist auch das Militär, das sich von diesem Projekt Erkenntnisse über mobile Kraftwerke, die auch bei Naturkatastrophen eingesetzt werden könnten, erhofft. ||

Bauen
Sanieren
Wohnen
Leben
aachener
energie spar tage
2009
powered by
STAWAG
13.–15.11.09 Eurogress Aachen
www.aachener-energietage.de
Eintritt frei!

Thema: Luftfahrt | **Autor:** Sven Geitmann

ANTARES HEBT AB

Deutsch-dänisches Dream-Team

Vorne: Zukunftstechnik, hinten: konventionelle Technik

Ministerpräsident Günther H. Oettinger

Der Motorsegler Antares DLR-H2 ist am 7. Juli 2009 erstmals vor Publikum erfolgreich vom Erdboden abgehoben. Der Jungfernflug des pilotengesteuerten Brennstoffzellenflugzeugs fand auf dem Flughafen Hamburger Fuhlsbüttel statt. Zudem sollte die Antares am 30. September 2009 im Anschluss an das Brennstoffzellensymposium f-cell am Stuttgarter Flughafen einen Höhenweltrekord für BZ-Flugzeuge aufstellen, aber tief hängende Wolken machten dem Vorhaben ein Strich durch die Rechnung.

Die Antares ist das weltweit erste bemannte Flugzeug, das allein mit Hilfe einer Brennstoffzelle starten kann und darüber hinaus voll flug- und landefähig ist. Diese Flugtauglichkeit stellte die Antares unter Beweis, als Testpilot Axel Lange zwei Runden über den Köpfen der Zuschauer drehte. Hamburgs Erster Bürgermeister Ole von Beust freute sich angesichts dieses Erfolgs: „Das ist fast so wie beim ersten Flug von Jurij Gagarin ins All."

Prof. Dr.-Ing. Johann-Dietrich Wörner, Vorstandsvorsitzender des DLR, erklärte nach dem ersten Abheben: „Mit diesem Brennstoffzellensystem können wir zeigen, welches Potenzial in dieser Technologie steckt, auch und vielleicht gerade für Anwendungen in der Luftfahrt." Ganz einfach sei diese Entwicklung nicht gewesen. „Uns sind auch mehrere Brennstoffzellen kaputt gegangen", erzählte Prof. Hans Müller-Steinhagen, der Direktor des DLR-Instituts.

DLR-FLUGZEUG MIT DÄNEN-BZ Entwickelt wurde der innovative Flugzeugantrieb im Institut für Technische Thermodynamik des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) gemeinsam mit Lange Aviation, BASF Fuel Cell und Serenergy aus Dänemark (s. HZwei Okt. 2008). Innerhalb von 18 Monaten rüstete das Team für knapp drei Millionen Euro eine Antares 20E um. Die beiden ursprünglich in diesem Elektroflugzeug installierten stabförmigen Lithium-Ionen-Akkus wurden ausgebaut und zwei Außenlastbehälter unter den extra verstärkten Tragflächen (Spannweite: 20 m) angebracht. Im linken Behälter befindet sich das Brennstoffzellensystem, das eine elektrische Maximalleistung von 25 kW hervorbringt. Im rechten ist der Wasserstofftank. Dieser Druckbehälter für den gasförmigen Kraftstoff fasst 2 kg (austauschbar gegen einen 4,9-kg-Behälter) und ermöglicht damit eine Reichweite von 750 km. Die Flugzeit kann bis zu fünf Stunden betragen (Höchstgeschwindigkeit: ca. 170 km/h).

Die Gesamteffizienz des Antriebs vom Tank bis zum Antriebsstrang inklusive Propeller liegt mit bis zu 44 % etwa doppelt so hoch wie bei herkömmlichen auf Verbrennungstechnik basierenden Antriebstechniken. Allein die Brennstoffzelle weist eine Effizienz von etwa 52 % auf. Wesentliche Leistungseinbußen infolge des verminderten Luftdrucks in großen Höhen seien jedoch nicht zu verzeichnen, freute sich der Projektleiter Dr.-Ing. Josef Kallo: „Bei vier Kilometern Flughöhe haben wir lediglich 4 % Leistungsverlust gemessen", und das trotz „großer Höhen, niedriger Temperaturen, niedriger Drücke, großer Beschleunigungen und zeitweiliger Schwerelosigkeit", wie Müller-Steinhagen die Anforderungen an das System auflistete.

TOLLES TEAM Der geplante Höhenflug konnte auf Grund schlechten Wetters in Stuttgart nicht durchgeführt werden. Trotzdem erschien Ministerpräsident Günther H. Oettinger auf dem Flughafengelände und überzeugte sich von der Zuverlässigkeit der Technik und dem Können des Piloten Axel Lange. Projektleiter Kallo stellte voller Respekt fest: „Das, was Axel Lange geliefert hat, ist allererste Klasse." Als der Pilot während einer Demonstrationsrunde über die Gäste hinwegflog, hörte man außer dem dezenten Knattern der Rotorblätter kaum etwas. „Das sind 48 dBA, das ist leise wie Grillen auf der Wiese", erläuterte Kallo und fügte stolz hinzu: „Das sind die niedrigsten Geräuschemissionen, die jemals für ein Flugzeug gemessen wurden."

Auch für den zweiten Projektpartner, den BZ-Lieferanten Serenergy, war der Projektleiter voll des Lobs und zeigte sich erleichtert, dass er das dänische Unternehmen mit einem exklusiven Fünfjahresvertrag für die Weiterführung des Vorhabens gewinnen konnte. Die finanzielle Unterstützung weiterer Arbeiten durch das Land sicherte Oettinger zu: „Sie bekommen bei uns immer Starterlaubnis, denn diese Entwicklung ist gern gesehen im Land der Mobilität und der Innovation."

Für die Zukunft ist eine weitere Optimierung des bestehenden Systems geplant. Kallo zeigte sich zuversichtlich, dass die Leistungsdaten noch signifikant gesteigert werden können, indem die Kühlungskonzepte, die Brennstoffzellenarchitektur und einige Komponenten, wie zum Beispiel die Luftversorgungsanlage, optimiert werden. Direktor Müller-Steinhagen berichtete: „Wir bereiten derzeit ein Folgeprojekt vor, um erstmalig mit Brennstoffzellenantrieb einen Transatlantikflug zu realisieren." Dieser könnte dann in etwa drei Jahren erfolgen. Der zukünftige Standort dieses fliegenden Versuchsträgers wird bei Lufthansa Technik in Hamburg sein, wo er in den nächsten drei Jahren Teil des dortigen Fuel Cell Labs sein wird. ||

BLUEBIRD BAUT BZ-BOOMERANG

Brennstoffzellenpaket Aeropak [Quelle: Horizon]

Brennstoffzellen heben ab. Der asiatische Hersteller von BZ-Systemen Horizon Fuel Cell Technologies hat gemeinsam mit BlueBird Aero Systems ein unbemanntes Flugzeug vorgestellt, das mit Hilfe eines Brennstoffzellenantriebs neun Stunden lang in der Luft bleiben kann. Mitte Juni 2009 präsentierten die beiden Unternehmen die nur neun Kilogramm schwere, wasserstoffbetriebene Drohne *Boomerang*.

Das israelische Unternehmen BlueBird Aero Systems hat sich auf die Entwicklung unbemannter Flugsysteme spezialisiert. Ende vergangenen Jahres hieß es noch, BlueBird versuche sich an einem ähnlichen System für seinen Thunderbird. Jetzt haben sich die Israelis aber für den Boomerang entschieden. Ein erstes Boomerang-Modell konnte bereits die grundsätzliche Praktikabilität unter Beweis stellen. Die Flugdauer mit einer firmeneigenen Brennstoffzelle der ersten Generation lag im Testflug bei fünf Stunden. Für die nächste Modellgeneration entschied sich BlueBird-Geschäftsführer Ronen Nadir zugunsten der Brennstoffzelle des aus Singapur stammenden Anbieters Horizon, mit dem zusammen die Entwicklung eines marktfähigen Systems gelang, das nun unter dem Namen Aeropak erhältlich ist.

Dieses neue von der NASA gesponsorte Aeropak-System verfügt über eine Dauerleistung von 200 Watt (max. 500 W). Es ist ausgelegt für Flughöhen bis 6.500 Meter. Erstmals kommen dabei neue, wiederbefüllbare Kartuschen mit Festkraftstoff zum Einsatz. Diese speichern rund 900 Wattstunden elektrische Energie bei einem Gewicht von zwei Kilogramm. Gegenüber den bisher im Einsatz befindlichen Lithium-Ionen-Akkus ist dies eine Steigerung der Energiedichte um das Vierfache. Erstmals präsentierte Horizon dieses System während der Paris Air Show im Juni 2009.

Die vergleichsweise lange Flugdauer macht den Boomerang besonders für Überwachungsaufgaben attraktiv (z. B. Grenz- und Umweltschutz). Zudem ist er nur schwer auffindbar, da er extrem leise und die thermische Signatur aufgrund des effizienten und sparsamen Brennstoffzellenantriebs äußerst gering ist. Letztere liegt nur zwei Grad Celsius über der Umgebungstemperatur, so dass die Drohne mit Infrarotsensoren kaum auszumachen ist. In Israel ist dieses System bereits zum Flug zugelassen. ||

AEROTEC FUEL CELL TEST CENTER

Auf dem Gelände des Flugzeugherstellers Airbus hat am 28. August 2009 die Einweihung eines neuen Brennstoffzellentestzentrums stattgefunden. Das Aerotec Fuel Cell Test Center, in dem BZ-Systeme unter realen Bedingungen auf ihren Einsatz in Flugzeugen vorbereitet werden sollen, steht am Airbus-Standort in Hamburg-Finkenwerder auf der Rüschhalbinsel und ist ein Gemeinschaftsprojekt von Airbus, der Airbus Operations GmbH sowie Aerotec. Eines der vorrangigen Ziele der dortigen Arbeiten wird eine weitere Gewichtsreduzierung des BZ-Systems sein.

Unabhängig von dieser neuen Testhalle entsteht in unmittelbarer Nähe das Fuel Cell Lab für das in Gründung befindliche Zentrum für Angewandte Luftfahrtforschung (ZAL). Es handelt sich dabei um ein Labor für die Erforschung der Brennstoffzellentechnologie, dessen Bau vom Hamburger Senat im Januar 2008 beschlossen wurde und mit 3,7 Mio. Euro unterstützt wird. ||

FIRMEN-EINTRAG

Bitte nehmen Sie uns in das HZwei-Firmenverzeichnis auf. Dieser Auftrag gilt für 4 Ausgaben und kostet 100 Euro zzgl. MwSt. pro Rubrik. *Eintrag bis zu 150 Zeichen:*

Firma

Adresse

Tel., Fax, Internet

Rubrik:
☐ **Brennstoffzellen** ☐ **Elektrolyseure** ☐ **Forschung & Entwicklung**
☐ **Medien** ☐ **Veranstalter** ☐ **Vereine & Verbände**
☐ **Weiterbildung** ☐ **Zulieferer** ☐ **eigener Vorschlag**

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

TERMINKALENDER

OKTOBER

22.10. Eröffnung Anwenderzentrum H2Herten
Eröffnungsfeier, Herten, Stadt Herten, Tel. 02366-305-284, Fax -100, *www.wasserstoffstadt.de*

29.10. Beiratssitzung h2-netzwerk-ruhr
Sitzung, Herten, Stadt Herten, Tel. 02366-305-284, Fax -100, *www.wasserstoffstadt.de*

30.10.-01.11. EnergieTage Hessen
Kongress & Messe, Wetzlar, Reeco GmbH, Tel. 07121-3016-0, Fax -100, *www.energietage.com*

NOVEMBER

5.-7.11. Energie-Symposium Stralsund
Symposium, Stralsund, FH Stralsund, Tel. 03831-456-713, Fax -687, *www.fh-stralsund.de*

9.11. Brennstoffzellenforum Hessen
Konferenz, Darmstadt, HA Hessen Agentur, Tel. 0611-774-8959, Fax -58959, *www.H2BZ-Hessen.de*

10.-11.11. Wasserstoff im mobilen Einsatz
Workshop, Ostfildern, TAE, Tel. 0711-34008-23, Fax -43, *www.tae.de*

11.11. Brennstoffzellen- & Wasserstoff-Technologie
Basisseminar, Ulm, WBzU, Tel. 0731-17589-0, Fax -10, *www.wbzu.de*

12.11. ZEIT-Konferenz Energie
Konferenz, Stuttgart, ConVent, Tel. 069-794095-65, Fax -44, *www.convent.de*

12.11. Lithium-Batterien
Praxisseminar, Ulm, WBzU, Tel. 0731-17589-0, Fax -10, *www.wbzu.de*

12.-14.11. Aachener Energietage
Messe & Konferenz, Aachen, Eurogress Aachen, Tel. 0241-9131-0, Fax -200, *www.aachener-energietage.de*

16.-19.11. Fuel Cell Seminar and Exposition Messe & Konferenz, Palm Springs/Kalifornien, Fuel Cell Seminar Headquarters, Tel. +1-202-973-8671, Fax -331-0111, *www.fuelcellseminar.com*

17.-18.11. HyFLEET:CUTE Projekt Konferenz
Konferenz, Hamburg, hySolution, Tel. 040-3288-2311, Fax -3538, *www.hyfleet-cute-final-conference.com*

24.-25.11. Ecomobil
Messe & Konferenz, Offenburg, Enerchange & Messe Offenburg, Tel. 0781-9226-91, Fax -77, *www.ecomobil-kongress.de*

25.-27.11. Hydrogen Show
Messe & Konferenz, Mailand/Italien, Artenergy Publishing, Tel. +39-2-6630-6866, Fax -5510, *www.idrogenoexpo.com*

26.-27.11. Mini-BHKW – Planung, Vertrieb Kursus, Ulm, WBzU, Tel. 0731-17589-0, Fax -10, *www.wbzu.de*

30.11.-1.12. Kraftstoffe der Zukunft
Kongress, Berlin, BBE & UFOP, Tel. 0228-81002-22, Fax -58, *www.kraftstoffe-der-zukunft.com*

DEZEMBER

1.-3.12. Sicherheitsaspekte Wasserstoff
Praxisseminar, Ulm, WBzU, Tel. 0731-17589-0, Fax -10, *www.wbzu.de*

3.-4.12. Alternative Antriebe für Automobile Seminar, Essen, Haus der Technik, Tel. 0201-1803-211, Fax -280, *www.hdt-essen.de*

2.-5.12. EuroMold
Messe, Frankfurt/M., Demat, Tel: 069 / 27 40 03 - 0, Fax -40, *www.euromold.com*

10.12. Dutch Hydrogen Conference
Konferenz, Arnhem/Niederlande, Nederlandse Waterstofvereniging, Tel. +31-6-5145-2034, Fax – 55-534-7778, *www.waterstofvereniging.nl*

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*

10.12. Mini-BHKW
Seminar, Ulm, WBzU, Tel. 0731-17589-0, Fax -10, *www.wbzu.de*

15.-18.12. European Fuel Cell
Konferenz, Rom/Italien, CIMIS, Tel. +39-(0)75-585373-7, Fax -6, *www.asmeconferences.org/EFC09*

FEBRUAR 2010

09.-11.02. E-world energy & water
Messe, Essen, E-world energy & water GmbH, Tel. 0201-1022-210, Fax -333, *www.e-world-2010.com*

10.02. Stromversorgung mit Mikrobrennstoffzellen
Seminar, München, Haus der Technik, Tel. 0201-1803-211, Fax -280, *www.hdt-essen.de*

25.-27.02. Clean Energy Power
Messe & Konferenz, Stuttgart, Reeco GmbH, Tel. 07121-3016-0, Fax -100, *www.cep-expo.de*

MÄRZ

03.-05.03. FC Expo
Messe, Tokio/Japan, Reed Exhibitions Japan Ltd., Tel. +81-3-334985-76, Fax -35, *www.fcexpo.jp*

02.-06.03. CeBIT
Messe, Hannover, Deutsche Messe AG, Tel. 0511 89-0, Fax -32626, *www.cebit.de*

09.-13.03. Polymer Electrolyte Fuel Cell Introduction Course
Kursus, Ulm, WBzU, Tel. 0731-17589-0, Fax -10, *www.wbzu.de*

15.-18.03. International Battery Seminar & Exhibit Konferenz & Messe, Fort Lauderdale/USA, Florida Educational Seminars, Tel. +1-561367-0193, Fax -8429, *www.powersources.net*

16.-18.03. Energy Masters
Konferenz, Berlin, econique business masters, Tel. 030-8020804-0, Fax -30, *www.energymasters.de*

APRIL

12.-16.04. Hydrogen Expo US
Messe, Pittsburgh/USA, Freesen & Partner GmbH, Tel. 02802-948484-0, Fax -3, *www.hydrogenexpo.com*

19.-23.04. Gemeinschaftsstand Wasserstoff und Brennstoffzellen
Messe, Hannover, Tobias Renz Fair, Tel. 089-7201-384-0, Fax -20, *www.h2fc-fair.com*

MAI

16.-21.05. Weltwasserstoffenergie-Konferenz Konferenz & Messe, Essen, WHEC 2010 Büro, Tel. 01805-16201-0, Fax -1, *www.whec2010.com*

FIRMENVERZEICHNIS

BRENNSTOFFZELLEN

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

h-tec, Wasserstoff-Energie-Systeme GmbH, Lindenstr. 48 A,
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

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

h-tec, Wasserstoff-Energie-Systeme GmbH, Lindenstr. 48 A,
23558 Lübeck, Tel. 0451-49895-0, Fax -15,
info@h-tec.com, www.h-tec.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, CCMs/MEAs für PEFC, DMFC & PEM-Elektrolyse, DMFC-Membranentwicklung, Prozessentwicklung MEA/CCM-Fertigung, Qualitätssicherung,
www.hiat.de

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. 05251-148961-2, Fax -3, *www.energieportal24.de*

VERANSTALTER

16. Gemeinschaftsstand Wasserstoff + Brennstoffzellen,
Hannover Messe 2010, 19.-23. April. Tobias Renz FAIR,
Megan McCool, *megan@h2fc-fair.com, www.h2fc-fair.com*

E-world energy & water GmbH,
Norbertstr. 5, 45131 Essen, Tel. 0201-1022-210, Fax -333,
www.e-world-2010.com, mail@e-world-essen.com

Hamburg Messe und Congress GmbH, Messeplatz 1,
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,
Wankelstr. 1, 70563 Stuttgart,
Tel. 0711 656960-52, Fax -99, *www.f-cell.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

h-tec, Wasserstoff-Energie-Systeme GmbH, Lindenstr. 48 A,
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

Buschjost Norgren 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

Moehwald GmbH, Michelinstraße 21, 66424 Homburg,
Tel. 06841-7-070, Fax -9108, *www.moehwald.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. 0561-9522-3308, Fax -4896, *www.sma.de*

Hydrogen Energy

18 WHEC 2010

WHEC2010

Current programme: now online under
www.whec2010.com

18th World Hydrogen Energy Conference 2010

May 16–21, 2010
Messe Essen, Germany

Host and organizer
EnergieAgentur.NRW

Under the auspices of
International Association for Hydrogen Energy (IAHE)

In cooperation with
JÜLICH FORSCHUNGSZENTRUM
DWV Deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband
EnergyRegion.NRW Cluster Energy Sector
MESSE ESSEN Place of Events

Supported by
EUROPEAN UNION
Investing in our Future
European Regional Development Fund
ZSW
IPHE International Partnership for the Hydrogen Economy
h2-netzwerk-ruhr
PATH
NOW Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
wiba Koordinationsstelle der Wasserstoff-Initiative Bayern
ESSEN
Brennstoffzellen-Allianz Baden-Württemberg
ZBT
wirtschaftsförderung metropoleruhr
EHA EUROPEAN HYDROGEN ASSOCIATION
HYDROGEN IMPLEMENTING AGREEMENT

First major sponsor
VORWEG GEHEN
The energy to lead