Hydrogeit Verlag / www.hzwei.info / 11. Jahrgang / Juli 2011 / 8 €

# HZwei

DAS MAGAZIN FÜR WASSERSTOFF UND BRENNSTOFFZELLEN

→ DER BÜRGER HAT GESPROCHEN – Hy TRUST

→ VAILLANT IST AB HERBST WIEDER MIT DABEI

7. Teil der Serie über Elektromobilität
Modellregion: Hamburg

07011
9 771862 393005

# INHALTSVERZEICHNIS


## 2 Impressum

## 3 Editorial

## 4 Meldungen
Clean Tech World runderneuert
André Martin im DWV-Vorstand
HyLift: $H_2$-Hubfahrzeuge
Restrukturierung bei Masterflex
HotModule vor dem Aus
Heliocentris übernimmt P21
CFCL verstärkt sich

## 7 Messe
Hannover Messe: Konjunktur-Turbo
Über BZ-Ladegeräte und -Heizgeräte

## 14 Kongresse
8. H2Expo in der Umwelthauptstadt Europas
11. f-cell-Symposium in Stuttgart

## 16 Entwicklung
Wasserstoff als Ökostromspeicher
PEM-Elektrolyseure rücken in Marktnähe
VDMA-Befragung zur BZ-Marktentwicklung

## 21 International
1986 – 2011 The Hydrogen & Fuel Cell Letter

## 22 Weiterbildung
Bürgervotum über den Einsatz von Wasserstoff
Interview mit Teilnehmern der Bürgerkonferenz
HyFacts – Geballtes $H_2$-Wissen

## 27 Sicherheit
$H_2$-Explosionen in Fukushima

## 28 Elektromobilität
NPE übergibt 2. Bericht an Merkel
Serie Teil 7: Modellregion Hamburg
Neuartiger Antriebsumrichter für E-Autos
11. Michelin Challenge Bibendum in Berlin
Daimler zieht Vermarktung vor
Berliner Bewerbung zur E-Hauptstadt
eCarTec 2011 in Paris
Der Kolibri fliegt wieder

## 41 Firmenverzeichnis

## 43 Terminkalender

**07** *Gute Laune auf der Hannover Messe 2011*

**22** *HyTrust – Bürger votieren für grünen Wasserstoff*

**34** *Challenge Bibendum auf der Tempelhofer Freiheit*




**IMPRESSUM HZwei**

**ISSN:** 1862-393X
**Jahrgang:** 11. (2011) / Heft 3, Juli 2011

**Verlag:** Hydrogeit Verlag, Gartenweg 5, D - 16727 Oberkrämer

**Sitz:** Oberkrämer
**UStID.:** 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:** Dipl.-Des. Henrike Hiersig, Weimar
**Anzeigen:** Kirsten Laasner Projektmanagement, Kirchheim

**Lektorat:** Dione Gutzmer, Berlin
**Druck:** Printec Offset – medienhaus, Kassel

**Druckauflage:** 4.500 Stück
**Erscheinungsweise:** 4 x jährlich

**Einzelpreis (Inland):** 8 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 1,50 € Versand)
**Jahrespreis (Inland):** 27,50 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 6,00 € Versand)
**Einzelpreis (Europa):** 8 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 4,50 € Versand)
**Jahrespreis (Europa):** 27,50 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 18,00 € Versand)

**Studenten:** 50 % Ermäßigung
**Kündigung:** jederzeit möglich, 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.

$H_2$YDROGEIT 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: Bürgerinnen und Bürger des HyTrust-Projekts [Fotos: Sven Geitmann, Heidi Scherm (Nr. 1 & 16)]

# IRRITATIONEN

Liebe Leserinnen und Leser!

Wir leben heute in einer äußerst verwirrenden Zeit: Der eine sagt hü, der andere hott, erst heißt es so, dann wieder anders. Dies gilt ganz speziell auch für die Energiebranche, wo wir dieser Tage regelmäßig mit neuen Meldungen konfrontiert werden, die alte, lange geltende Wahrheiten konterkarieren, was schon bei manchem Experten zu Verwirrungen geführt hat.

Hiermit ist zunächst natürlich die Abwende von der Energiewende gemeint, also die Wende der Bundesregierung, die in diesem Frühjahr beim Thema Energie auf die Wende vom Herbst 2010 folgte. Die betrifft ja aber mittlerweile nicht mehr allein die Atompolitik, wie es zunächst den Anschein hatte, sondern auch die Förderpolitik (EEG). Denn Mitte Juni hieß es plötzlich seitens der Koalition, die Kürzung in der Photovoltaikförderung werde wieder zurückgenommen. Die Abwende von der Solarunterstützung wurde somit also noch rechtzeitig abgewendet.

Irritationen gibt es aber auch in der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Branche: So schien es in den vergangenen Monaten, als habe sich das Interesse der Automobilindustrie und auch der Medien ganz der Elektromobilität – insbesondere den Batteriefahrzeugen – zugewandt. Viele Analysten betrachteten diesen Trend als Abwende von der Brennstoffzellentechnik. So hieß es exemplarisch am 16. Juni beim ZDF vom so genannten Autoexperten Frank Schwope von der Norddeutschen Landesbank (NordLB): „Der Brennstoffzelle kommt grundsätzlich keine Bedeutung zu.“ Weiter behauptet Schwope, verschiedene Autobauer hätten sich aus der Entwicklung weitgehend zurückgezogen. Im gleichen Bericht sagte demgegenüber Prof. Dr. Ferdinand Dudenhöffer, ebenfalls Autoexperte, die Batterie und die Brennstoffzelle werden sich ergänzen, „wobei langfristig die Bedeutung der Brennstoffzelle stark steigt.“ Läuft hier nun also gerade eine Hin- oder Abwendung von beziehungsweise zu Brennstoffzellen?

Für weitere Verwirrung sorgt, wenn es einerseits vom Automobilkonzern Daimler heißt, der Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur und auch die Kommerzialisierung der BZ-Autos werde vorgezogen (s. S. 37), während andererseits von der Clean Energy Partnership verkündet wird, die Infrastrukturaktivitäten im Rahmen von H2Mobility könnten sich um ein oder zwei Jahre nach hinten verschieben (s. S. 8).

Auch im nicht-automobilen Sektor häufen sich derart widersprüchliche Meldungen: Einerseits wird die Insolvenz von P21 verkündet, dann überrascht aber Heliocentris mit der Übernahme dieser Münchener Firma (s. S. 6). Oder nehmen wir die H2Expo (s. S. 14): Ist es nun positiv zu bewerten, dass dieses Hamburger Branchentreffen nach langer Pause endlich wieder stattgefunden hat? Oder ist es doch eher negativ, dass man sich als Besucher fragen muss, wie der Veranstalter auf 1.000 Teilnehmer kommt, wenn man selbst nur einen Bruchteil davon vor Ort gesehen hat und vor zweieinhalb Jahren nach Veranstalterangaben noch 1.400 Personen vor Ort waren? Und warum gibt es noch keinen Termin für die nächste H2Expo?

Derartige Signale können verwirren, können aber auch widerspiegeln, dass sich derzeit viel bewegt, dass viel analysiert und viel über neue Wege nachgedacht wird. So wurde beispielsweise noch nie zuvor in der Energiebranche derart offen über innovative Konzepte wie zum Beispiel „Wind-Wasserstoff“ und „Methanisierung“ diskutiert (s. S. 16). Zudem steigen derzeit große Konzerne (wieder) in die Wasserstoff- und Elektromobilitätstechnologie ein (z. B. Bosch & Siemens, s. S. 4, 10, 18) und senden damit deutliche Signale, wohin ihrer Meinung nach die Reise gehen soll.

Fest steht, dass sich trotz derartiger Irritationen bei all diesen Meldungen im Bewusstsein der Akteure und auch der Öffentlichkeit manifestiert, dass Energie in Zukunft eine sehr viel gewichtigere Rolle in der Politik und auch in der Gesellschaft spielen wird. Das hat nicht zuletzt auch der zweite Bericht der Nationalen Plattform Elektromobilität gezeigt (s. S. 28). Etwas Bewegung kann da nur gut tun. ||

Herzlichst

*Sven Geitmann*
*HZwei Herausgeber*




- **Wasserstoff**
- **Infrastruktur**
- **Brennstoffzellen**

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

**Kontakt: www.dwv-info.de / (030) 398 209 946-0**

DWV
Deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband

**NOW-Workshop: Rolle der Elektrolyse wird immer wichtiger ... DWV-Mitgliederversammlung wählt André Martin in den Vorstand ... Hannover Messe: Größtes Schaufenster der Welt für Wasserstoff und Brennstoffzellen ...**

# CLEAN TECH WORLD WIRD RUNDERNEUERT

*Notker Schweikhardt, Organisator der Clean Tech World 2011*

Vieles soll anders, alles soll besser gemacht werden. Die *Clean Tech World* wird auch in diesem Herbst wieder auf dem ehemaligen Berliner Flughafen Tempelhof stattfinden, und zwar vom 30. September bis zum 2. Oktober. Im Vergleich zum Vorjahr soll sich dieses Mal aber einiges ändern. Vielversprechende Ansätze waren bereits 2009 beim *eDay* und auch 2010 bei der Clean Tech World erkennbar, aber in der Umsetzung hatte es doch noch einige Defizite gegeben. Am deutlichsten war dies während der Publikumstage sichtbar geworden, an denen nur relativ wenige Berlinerinnen und Berliner den Weg aufs Rollfeld gefunden hatten.

Notker Schweikhardt, Mitbegründer der Clean Tech World, erklärte gegenüber der HZwei-Redaktion glaubhaft, dass dieses Mal alles sehr viel professioneller ablaufen wird – sei es die Bewerbung im Vorfeld der Veranstaltung über öffentliche Medien, sei es die Betreuung der Aussteller oder sei es die Durchführung der beiden Konferenzen. Als besonderen Anreiz stellte Schweikhardt in Aussicht, dass dieses Mal die Elektromobile, die kurz zuvor auf der *IAA* in Frankfurt nur angeschaut werden können, in Berlin auf dem 220.000 Quadratmeter großen Parcours getestet werden können.

Ergänzend zu dem Geschehen auf dem Rollfeld gab es auch im vergangenen Jahr eine begleitende Konferenz, die *Clean Mobility Insights,* auf der 2010 gemeinsam mit der NOW die acht Modellregionen Elektromobilität vorgestellt wurden. Dieses Mal stehen der Bundesverband eMobilität (BEM) sowie die Berliner Agentur für Elektromobilität (eMO) als Mitveranstalter bereit, um am 29. und 30. September 2011 E-Mobilität zu thematisieren. Bei dieser Konferenz, zu der rund 200 Teilnehmer erwartet werden, geht es um Mobilitätskonzepte, Ladeinfrastruktur sowie Nutzungsmodelle, die bereits weltweit in verschiedenen Regionen eingesetzt werden. Parallel dazu wird die *Clean Energy Insights* stattfinden, bei der über Zukunftstechnologien für die energetisch intelligente Metropole *(Smart Urban Futures)* diskutieren werden wird. Am 30. September wird es zudem einen *CTW Talent Day* geben. Dazu ist der gesamte Nachwuchs, vom Schüler bis zum Hochschulabsolventen, eingeladen, um sich über Bildungswege im naturwissenschaftlich-technischen Bereich zu informieren sowie neue Firmenkontakte zu knüpfen. Die Clean Tech World wird außerdem als „Ausgewählter Ort 2011“ im Rahmen der Kampagne *Deutschland – Land der Ideen* ausgezeichnet.

Der *Clean Tech Media Award* findet fortan unabhängig von der Clean Tech World statt. In diesem Jahr wird der grüne Teppich am 16. September in Hamburg ausgerollt. ||

→ *www.cleantechworld.eu*

# ANDRÉ MARTIN IM DWV-VORSTAND

*Neues Vorstandsmitglied André Martin*

Der Deutsche Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband e.V. (DWV) hat am 19. Mai 2011 seine 16. Mitgliederversammlung in Schwieberdingen nahe Stuttgart abgehalten. Bei dem jährlich stattfindenden Vereinstreffen wählten die Teilnehmer André Martin, den früheren Geschäftsführer von Nucellsys, ohne Gegenstimmen in den Vorstand des Verbandes. Martin, der heute als selbständiger Berater tätig ist, war unter anderem entscheidend für den Aufbau der Joint Technologie Initiative (JTI) in Brüssel aktiv. Mit der Wahl des Diplom-Volkswirts wurde das Ausscheiden der ehemaligen Vorstandsmitglieder Werner Tillmetz und Jochen Garche ausgeglichen. Gleichzeitig, so erläuterte der DWV-Vorsitzende Johannes Töpler, wurde damit die geplante schrittweise Verjüngung des Vorstandes in Angriff genommen. Für 2012 sind im Rahmen der alle zwei Jahre stattfindenden Vorstandswahlen weitere Veränderungen geplant.

Während des Treffens in den Räumen der Bosch GmbH, die am selben Tag mit 2.000 geladenen Gästen ihr 125-jähriges Bestehen feierte, wurden zudem die DWV-Innovationspreise überreicht. Dr. Torsten Schwarz erhielt eine Auszeichnung für die beste Promotionsarbeit. Er hatte bei Volkswagen den Cross-over-Effekt von PEM-Brennstoffzellen analysiert. Tetyana Raksha erhielt einen Preis für die beste Diplomarbeit. Darin ging es um eine weit reichende Analyse sowie die Entwicklung eines Simulationsmodells für ein Wind-Wasserstoff-System im Gigawatt-Leistungsbereich. Mehr Details dazu folgen im Oktober-Heft 2011. Als dritter Preisträger wurde Küngül Engin in der Kategorie Bachelorarbeit geehrt.

Die nächste DWV-Mitgliedersammlung wird im Mai 2012 in Berlin stattfinden. ||

# GROVE-SYMPOSIUM FÄLLT AUS

2011 wird kein Grove Fuel Cell Symposium stattfinden. Wie der Veranstalter Elsevier gegenüber HZwei bestätigte, entfällt es in diesem Jahr. Der Grove-Lenkungsausschuss arbeitet derzeit jedoch an den Plänen für 2012. Bisher stehen dafür aber weder Zeit noch Ort fest. ||

## HYLIFT: $H_2$-HUBFAHRZEUGE

*[Quelle: H2 Logic]*

Auf der CeMAT, die vom 2. bis 6. Mai 2011 in Hannover stattfand, hat das *HyLift*-Konsortium einen Brennstoffzellen-Gabelstapler vorgestellt. Während der Weltleitmesse der Intralogistik präsentierten die insgesamt neun Partnerunternehmen ihr Demonstrationsfahrzeug: den *DanTruck 3000 Power Hydrogen*. Dieser Stapler basiert auf dem *FCS-10-3-DIN, 80V* des dänischen Herstellers Dantruck A/S, in den ein Brennstoffzellenhybridsystem (*H2Drive*™, Niedertemperatur-PEM, 10 kW) von H2 Logic eingebaut wurde. Herausgekommen ist ein Niederflurfahrzeug mit einer Tragfähigkeit von 2,5 t, das mit 1,5 kg Wasserstoff (350 bar) fünf bis sechs Betriebsstunden absolvieren kann und innerhalb von drei bis vier Minuten wieder voll einsatzfähig ist.

Steven Westenholz, Vertriebsleiter von H2 Logic, sagte: „Wir sind so weit, zeigen zu können, dass Brennstoffzellengabelstapler zu wettbewerbsfähigen Alternativen in den Bereichen Leistung, Kosten, Service und Emissionen werden.“ Hubert Landinger, Projektmanager von der Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH, ergänzte: „In den Vereinigten Staaten sind bereits mehr als 1.000 Brennstoffzellenstapler im täglichen kommerziellen Betrieb, und Europa kommt als nächstes dran.“ Insgesamt sollen im Rahmen des von der Europäischen Union geförderten Programms innerhalb von zwei Jahren 30 dieser $H_2$-Stapler aufgebaut werden. Projektstart war im Januar 2011, die Markteinführung soll 2013 erfolgen. ||

## RESTRUKTURIERUNG BEI MASTERFLEX

Die Masterflex AG konzentriert sich mehr und mehr auf ihr Kerngeschäft. Ende 2008 gliederte das auf Schlauchsysteme spezialisierte Unternehmen bereits die Brennstoffzellentechnik aus dem Hauptgeschäftsfeld aus. Ende April 2011 wurde der Verkauf der Fahrrad- und E-Bike-Aktivitäten nahezu abgeschlossen. Masterflex hielt zuvor 51 % an der Clean Air Bike GmbH, Berlin, und 100 % an der Velo Drive GmbH, Herten. Mit dem Verkauf dieser Beteiligungen ist die Mobility-Sparte zum Großteil veräußert. Für die noch verbleibende Brennstoffzellentechnik plant Masterflex ebenfalls einen Verkauf oder die Einbringung in eine Partnerschaft mit einem dritten starken Partner. Dr. Andreas Bastin, Vorstandsvorsitzender der Masterflex AG, erklärte: „Unsere Brennstoffzellentechnik verfügt über interessante Eigenentwicklungen und ein gutes Markt-Standing. Dass wir auch diese Aktivitäten zum Verkauf stellen beziehungsweise nach einem starken Partner suchen, ist allein darin begründet, dass wir uns nach unserer erfolgreichen Restrukturierung nicht wieder verzetteln dürfen, unsere Investitionsplanungen sehr konzentriert voranzutreiben. Deshalb ziehen wir die Sicherheit unseres margenstarken Kerngeschäfts den Chancen der noch entwicklungs- und investitionsintensiven Brennstoffzellentechnologie vor.“ ||

## HOTMODULE VOR DEM AUS

Rolls-Royce hat sich gegen die Weiterführung von Tognums Brennstoffzellengeschäft entschieden. Am 10. Juni 2011 gab der britische Turbinen- und Motorenhersteller bekannt, dass er die Arbeiten an der Hochtemperaturbrennstoffzelle nicht weiterführen werde. Daimler und Rolls-Royce hatten den Motorenbauer Tognum übernommen und hielten nach Ablauf der Annahmefrist des öffentlichen Übernahmeangebots rund 60 % der Tognum-Aktien über ihr gemeinsames Joint Venture, die Engine Holding GmbH. Nach eingehender Prüfung umfasst diese Übernahme aber nicht den BZ-Geschäftsbereich, da er sich aus Sicht von Rolls-Royce nicht wirtschaftlich betreiben lasse. Dies dürfte das Aus für die zuletzt 70 Beschäftigten sein. Der Südkurier meldete, der Standort in Ottobrunn bei München werde in der zweiten Jahreshälfte geschlossen. ||

## HELIOCENTRIS ÜBERNIMMT P21

Die Heliocentris Energy Solutions AG hat am 13. Mai 2011 die P21 GmbH übernommen. Das bayerische Unternehmen, das 2001 von ehemaligen Mitarbeitern der Mannesmann AG gegründet worden war, hatte am 3. März 2011 Insolvenz angemeldet, woraufhin sämtliche Vermögenswerte an eine neue Heliocentris-Tochtergesellschaft verkauft wurden. Am 16. Juni stimmte die Gläubigerversammlung der Münchener Firma, die effiziente Energielösungen auf Hybridbasis (Batterie, Diesel, Sonne, Wind) im Telekommunikationssektor anbietet, dieser Übernahme zu. Der Heliocentris-Geschäftsführer Dr. Henrik Colell erklärte: „Über die innovativen Produkte von P21 erwarten wir einen zusätzlichen Wachstumsschub für Heliocentris." Zur weiteren Planung des Berliner Unternehmens erklärte Colell: „Wir sehen Unternehmensakquisitionen schon lange als Wachstumsoption. Mit unserer ersten realisierten Übernahme festigen wir nun unsere Positionierung als Anbieter von dezentralen, effizienten und sauberen Energielösungen und stärken unsere Kernkompetenz im Bereich Energiemanagement. Dieser Schritt beschleunigt zudem unseren Eintritt in das Industriegeschäft. Über den bestehenden Zugang zum globalen Telekommunikationsmarkt und die innovativen Produkte von P21 erwarten wir einen zusätzlichen Wachstumsschub für Heliocentris." Die rund 20 Arbeitsplätze in München will Heliocentris, die Anfang Mai 2011 bei einer Kapitalerhöhung einen Bruttoerlös über 1,6 Mio. Euro erzielt hatte, wenn möglich erhalten. ||



**Erprobte Systeme für SOFC und MCFC.**

Vollautomatische Testsysteme für MEAs, Stacks und Hot-Boxes.

Evaluator-HT

- Durchführung von Lebensdauer- und Zuverlässigkeitsuntersuchungen
- Qualitätssicherung bei der Serienproduktion von MEAs
- Sinterstationen für die reproduzierbare Fertigung von Stacks
- Integrierte elektrochemische Analysesysteme für Impedanz und Zyklovoltammetrie

Tomorrow's energy. We make it work.

www.fuelcon.com \\ T +49 39203 514400

FuelCon
Tomorrow's energy. We make it work.

## CFCL VERSTÄRKT SICH

*Dr. Roman Dudenhausen [Quelle: CFCL]*

Ceramic Fuel Cells Limited (CFCL) hat Dr. Roman Dudenhausen in den Aufsichtsrat berufen. Das australisch-deutsche Unternehmen holte sich damit einen ausgewiesenen Experten für Strategieberatung und Marketing ins Boot. Dudenhausen, der an den Universitäten Essen und Toronto, Kanada, studierte, ist gleichzeitig Vorstand der Conenergy AG, die er selbst 1996 mit gründete und die mittlerweile zu den führenden Dienstleistern in der deutschen Energiebranche gehört. Conenergy ist unter anderem Mitveranstalter der E-world energy & water und Mitgründer der mia electric GmbH, einem Hersteller von Elektrofahrzeugen. Roman Dudenhausen erklärte: „Ich freue mich, dem Aufsichtsrat von Ceramic Fuel Cells während dieser sehr spannenden und weichenstellenden Phase in der weltweiten Energiebranche beizutreten. Es besteht aus meiner Sicht kein Zweifel daran, dass die dezentrale Stromerzeugung […] einen wichtigen Beitrag für die Zukunft der weltweiten Energiewirtschaft liefern wird. Deutschland ist bekanntlich einer der Leitmärkte für umweltfreundliche, dezentrale Energietechnologien. Das von Ceramic Fuel Cells entwickelte Mikrokraftwerk *BlueGen* bietet den höchsten elektrischen Wirkungsgrad in dieser Klasse – ein wichtiger Wettbewerbsvorteil, den es nun zu nutzen gilt." ||

## JOBWUNDER ERNEUERBARE ENERGIEN

Der Bereich der erneuerbaren Energien ist seit einigen Jahren der Jobmotor im Wirtschaftssektor. Im vergangenen Jahr arbeiteten in Deutschland über 367.000 Menschen in dieser Branche. Dies ergab eine aktuelle Studie, die im Auftrag des Bundesumweltministeriums erstellt wurde und im März 2011 herausgebracht wurde. Ziemlich genau ein Drittel der Beschäftigten war im Bereich der Biomasse (122.000) aktiv, 6.000 weniger als im Vorjahr. Ein weiteres Drittel in der Solarenergie (120.900, Zuwachs: 50 %). Während die Zahl der Mitarbeiter insbesondere in der Photovoltaik-Branche anstieg, sank sie in der Solarthermie sowie der Windkraft (96.100). Im Bereich der Erdwärme (Geothermie, 13.300) arbeiten fast doppelt so viele Personen wie in der Wasserkraft (7.600). ||

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

# KONJUNKTUR-TURBO

## *Hannover Messe wächst um zehn Prozent*

*Abb. 1: Rundgang des französischen Premierministers Francois Fillon (Mitte) mit Kanzleramtsminister Ronald Pofalla (Mitte rechts), der die wegen einer Knie-Operation verhinderte Kanzlerin vertrat.*

*Abb. 2: Das Public Forum auf dem Gemeinschaftsstand von Tobias Renz; rechts vorne: Ulrich Felger mit Oliver Frese, Leiter des Geschäftsbereichs Hannover Messe (re.)*

**Alle zwei Jahre findet die „große" Hannover Messe statt. So wie in diesem Jahr vom 4. bis 8. April sind dann insgesamt 13 Leitmessen auf dem Messegelände vereint. Dieses Mal präsentierten über 6.500 Unternehmen aus 65 Ländern ihre Produkte auf der weltweit wichtigsten Industrieschau. Innerhalb von fünf Tagen kamen mehr als 230.000 Besucher auf das Messegelände. Gegenüber 2009 war dies ein Zuwachs von etwa zehn Prozent. Knapp ein Viertel davon kamen aus dem Ausland.**

Bundeskanzlerin Angela Merkel sagte in ihrer Eröffnungsrede einen Tag vor der Messe: „Wenn wir das Zeitalter der erneuerbaren Energien erreichen wollen, dann werden wir Mut brauchen zu neuem Denken, auch zu neuen Wegen. Ich lade alle ein, gerade auch die deutsche Industrie, auf diesem Weg mitzumachen." Im Hinblick auf die Problematik des Stromtransports von Nord nach Süd ergänzte sie: „Wer Ja sagt zu erneuerbaren Energien, der muss auch Ja zum Ausbau der notwendigen Infrastruktur sagen. Das eine geht nicht ohne das andere. Wir müssen dann auch wirklich bereit sein, umzusteuern, und zwar alle, und das in beschleunigtem Maße." Auch der Premierminister des diesjährigen Partnerlandes Frankreich, Francois Fillon, betonte die zunehmende Bedeutung erneuerbarer Energien, indem er sagte, sein Land bemühe sich, den Rückstand gegenüber Deutschland in diesem Bereich aufholen zu wollen. Fillon erklärte: „Frankreich hat sich der grünen Wende verschrieben."

Dr. Wolfram von Fritsch, Vorstandsvorsitzender der Deutschen Messe AG, erklärte, dies sei die „beste Bilanz seit zehn Jahren." Er sagte weiter: „Die Industrie hat in Hannover eine Extraportion Kraft getankt und den Konjunktur-Turbo zugeschaltet." Insbesondere das Thema Energie manifestierte sich als neuer Schwerpunkt im Industriesektor. Dazu stellte von Fritsch fest: „Es ging in Hannover um den ‚Lösungsmix', das heißt um den Energiemix der Zukunft, aber auch um Energieeffizienz. Die Botschaft, die von Hannover ausgeht, lautet: Wir können schneller Energie sparen als neue Anlagen bauen. Die Hannover Messe hat gezeigt, dass die Industrie bereits heute effiziente Technologien anbietet – sie müssen nur eingesetzt werden. Experten schätzen die Einsparpotenziale auf etwa 30 Prozent." ||

f-cell

**Die Brennstoffzelle** | 11. Forum für Produzenten und Anwender

**Das internationale Forum für die Branche**

**26.–27.9.2011**
**Stuttgart**

**Haus der Wirtschaft**

**Fokus 2011:**
**Mobile Anwendungen**
Brennstoffzellen und Batterien bewegen die Zukunft

Symposium
Messe
f-cell *award*

**www.f-cell.de**

DAIMLER
Baden-Württemberg
Wirtschaftsförderung Region Stuttgart
PETER SAUBER AGENTUR

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

# BZ-LADEGERÄTE ALS TÜRÖFFNER

## *Tobias Renz verstärkt Online-Angebot*

*Abb. 1: Der GEOS hybridcharger C250*



**Die Stimmung in der Wasserstoff- und Brennstofzellen-Community schwankte während der diesjährigen Hannover Messe zwischen Zuversicht und Ungeduld. Während an der Elektrolyseur-Front scheinbar Morgenluft geschnuppert wird, mehren sich im Brennstoffzellenbereich die Fragezeichen, wann denn endlich die Marktreife in greifbare Nähe rückt. Der Kfz-Sektor sorgte bei etlichen Testfahrern auf dem Freigelände zwar für strahlende Gesichter, und auch im Hausenergiebereich weckte Vaillant mit der Vorstellung des neuen SOFC-Heizgerätes (s. S. 12) neue Hoffnungen, aber für beide Anwendungsgebiete gilt noch nach wie vor: Eine Kommerzialisierung erfolgt in Europa voraussichtlich erst in fünf Jahren.**

Am interessantesten dürfte derzeit mit Sicherheit die Entwicklung im Bereich der $H_2$-Produktion sein. Wasserstoff als Energiespeicher erfährt nicht zuletzt aufgrund der aktuell in Deutschland sehr vehement geführten Atomenergiediskussion ein reges Interesse. Vor dem Hintergrund eines vorgezogenen Ausstiegs aus der Kernenergie und nicht ausreichender Stromleitungskapazitäten von Nord nach Süd gewinnen derzeit sowohl Elektrolyseure als auch komplette Solar- oder Wind-Wasserstoff-Systeme dramatisch an Bedeutung. Außerdem haben etliche Elektrolyseur-Hersteller mit ihren Geräten mittlerweile ein Entwicklungsstadium erreicht, das der Marktreife relativ nahe kommt. Aufgrund der Fülle an Neuigkeiten widmet die HZwei diesem Thema einen eigenen Beitrag auf Seite 18.

**„SPEZIELLE MÄRKTE" ERREICHEN MARKTNÄHE** Ein weiteres Topthema mit Tendenzen in Richtung Markt repräsentierte die Fraktion der BZ-betriebenen Batterieladegeräte unter den insgesamt 123 Ausstellern aus 20 Ländern auf dem Gemeinschaftsstand Wasserstoff und Brennstoffzellen. Dieser bisher recht kleine Sektor der so genannten „speziellen Märkte" bietet etlichen Anwendern durchaus vielversprechende Optionen. So können beispielsweise Messgeräte zur Umweltdatenerfassung personal- und kostensparend dauerhaft mit Strom versorgt werden. Gleichzeitig könnte dieser Sektor eine Türöffnerfunktion übernehmen, um Firmenkunden und auch Endverbraucher an die Brennstoffzellentechnik heranzuführen.

So ließ dann auch die EPH Elektronik Produktions- und Handelsgesellschaft mbH ihren Roboter-Pappkameraden freundlich den Messebesuchern in Halle 27 zuwinken (s. Abb. 1), um auf ihren neuen *G-E-O-S hybridcharger C250* aufmerksam zu machen. Hierbei handelt es sich um ein 250-W-Ladegerät, das 12-V-Batterien sowohl mit Netzstrom als auch mit elektrischer Energie aus der integrierten NT-PEM-Brennstoffzelle vom BZ-Hersteller Schunk versorgen kann (max. 20 A, 6.000 Wh/Tag). Ulrich Ziegler, der Geschäftsführer des Ottmarsheimer Unternehmens, erklärte gegenüber der HZwei: „Wir bringen die Zelle zum Laufen. Die TÜV-Abnahme ist fast fertig. Ende 2011 soll das Gerät marktreif sein."

Demgegenüber setzte die Hüttenberger Produktionstechnik GmbH (HP) auf Minimalismus. Auf dem Gemeinschaftsstand des Bundeslandes Hessen beschränkte sich das Familienunternehmen auf die bescheidene Ausstellung eines einzelnen Mock-ups, das ihr neues BZ-Batterieladegerät *PP150W* darstellte (s. Abb. 2). Es verfügt über eine Dauerladeleistung von 150 W (3.600 Wh/Tag) und steht ab sofort neben der Indoor-Version auch in einer Variante für den Outdoor-Einsatz im Temperaturbereich von -20 bis +40 Grad Celsius zur Verfügung. Beide Versionen verfügen über die von Hüttenberger selbst entwickelten Bipolarplatten, die in einem patentierten Verfahren in Metall-Kunststoff-Verbundtechnik hergestellt werden und bei denen der Metallanteil gleichzeitig als Wärme- und Stromleiter fungiert. Auf Nachfrage nach dem Entwicklungsstand hieß es: „Marktreif ist das richtige Wort", auch wenn die weitere Feinabstimmung noch laufe. Hinsichtlich der Fertigung sieht der geschäftsführende Gesellschafter Michael Martin keine limitierenden Faktoren: „Produktion ist nicht das Problem", schließlich komme sein Unternehmen aus der Produktionstechnik.

Das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS) aus Dresden zeigte ebenfalls ein Ladegerät für portable Elektrogeräte. Die Fraunhofer-Entwickler erklärten, derzeit bestünde ein besonderer Bedarf an solch autark funktionierenden BZ-Brennstoffzellen-Modulen. Auch enymotion ist in dieser Kategorie aktiv und präsentierte *enyware,* ein 200 Watt leistendes Brennstoffzellensystem, das mit Propan/Butan oder Bioethanol betrieben wird.

**„DAS DAUERT WOHL NOCH"** Besonders publikumswirksam gestaltete sich das Angebot der Clean Energy Partnership (CEP), die mehrere Fahrzeuge ihrer Partner für Probefahrten auf dem Freigelände zur Verfügung gestellt hatte. Zudem waren neben den Brennstoffzellenautos von Daimler, General Motors, Toyota und Volkswagen zahlreiche rein batterieelektrisch betriebene Pkw vor Ort, so dass interessierte Messebesucher die neue Technik selber erfahren konnten. Angesichts dieses Angebots war es naheliegend, dass auch

*Abb. 2: Minimalistisch – das Batterieladegerät PP150W von HP*

das Thema der ersten Pressekonferenz am Montag „Elektromobilität: Welche Rolle spielt Wasserstoff?“ lautete. Zu Gast auf dem Public Forum war unter anderem Patrick Schnell, Vorsitzender der Clean Energy Partnership (CEP), der ankündigte: „2015 soll damit angefangen werden, 1.000 Wasserstofftankstellen aufzubauen.“ Gleich darauf relativierte er jedoch: „Ob es tatsächlich 2015 sein wird oder ein, zwei Jahre später, wird die Zeit bringen, je nachdem, ob die Technik weit genug ist.“ Auch Dr. Veit Steinle, Abteilungsleiter beim Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, zeigte sich eher zurückhaltend: „Das sind ja erst Vorserienfahrzeuge.“

Derartige Ausführungen belegen, dass es bei der Frage des Markteintritts nach wie vor noch viele Fragezeichen gibt. So erklären insbesondere die Unternehmensvertreter großer Automobilkonzerne gerne, ihre Brennstoffzellenautos seien schon längst auf dem Markt, wenn auch – zugegebenermaßen – nur in begrenzter Stückzahl und nur bei ausgewählten Firmenkunden beziehungsweise Politikvertretern. Bei weiterer Nachfrage heißt es dann häufig, die technische Reife sei zwar bereits erreicht, aber die Kosten- und die Infrastrukturfrage seien noch zu klären, so dass keine Marktoffensive gestartet werden könnte.

Im Hausenergiesektor ist es ähnlich: Einerseits sehen die BZ-Heizgeräte heute schon aus wie ausgereifte Aggregate, andererseits sind aber noch Langzeittests notwendig, um die Degradations- und Garantiefragen zu klären. Hinzu kommen zum Teil widersprüchliche Statements unterschiedlicher Interessenvertreter. So gab Andreas Ballhausen, Sprecher der Initiative Brennstoffzelle (IBZ), in Hannover während eines Interviews zu Protokoll: „Wir brauchen keine fünf Jahre mehr.“ Demgegenüber erklärte Dr. Carsten Voigtländer, Vorsitzender von Vaillant (ebenfalls IBZ-Mitglied), bei der Pressekonferenz mit um Verständnis heischender Miene: „Das dauert wohl noch weitere fünf Jahre.“ Angesprochen auf ein Anschlussprogramm, das nach der derzeitig laufenden Marktvorbereitung den Markteintritt unterstützen könnte, erklärte NOW-Geschäftsführer Dr. Klaus Bonhoff: „Wenn wir 2014 oder 2015 Brennstoffzellen-Heizgeräte kommerziell anbieten wollen, müssen wir darüber mit Politikern und Industrievertretern reden.“ Er verwies auf noch bestehende offene Fragen, „die wir in den nächsten zwei, drei Jahren konkretisieren müssen.“

**TOBIAS RENZ WEITET ONLINE-ANGEBOT AUS** In Zeiten, in denen Messeveranstalter aufgrund der zunehmenden medialen Vernetzung neue Anreize für Aussteller und Besucher schaffen müssen, beschritt der Organisator des Gemeinschaftsstandes Wasserstoff und Brennstoffzellen, Tobias Renz, bewusst neue Wege und probierte sich in diesem Jahr das erste Mal an neuen Online-Angeboten aus. Besonders stolz war Renz auf seinen Twitter-Service: Da die Pressekonferenzen auf Deutsch waren, saß am Dienstag der zum Organisationsteam gehörende kanadische Moderator Brian Poole im Forum, übersetzte die zentralen Aussagen und twitterte diese live und auf Englisch. Ab dem dritten Messetag gab es zudem einen Live-Stream, in dem alle Vorträge und Diskussionen vom Public Forum in Ton und Bild über das Internet verbreitet wurden. IT-Manager Ulrich Felger (s. S. 7) räumte ein, dass es anfänglich noch einige Probleme gab, zeigte sich aber davon überzeugt, dass die Technik im nächsten Jahr einsatzfähig ist. Felger sagte: „Das war dieses Mal zunächst einmal ein erster Test, ob solch ein Service für Nicht-Messebesucher aus dem Ausland angeboten werden kann und auch angenommen wird. Zur Hannover Messe 2012 planen wir dieses Angebot auszuweiten.“ Die nächste Messe findet vom 23. bis 27. April 2012 statt. ||

### NEUE $H_2$-DRUCKGASFLASCHE

Wie kompliziert es mitunter auf Messen sein kann, die richtigen und wichtigen Produkte zu finden, zeigt ein Beispiel der Firma Linde. Das Gaseunternehmen war auf der Hannover Messe unter anderem als Unteraussteller auf dem Gemeinschaftsstand von Nordrhein-Westfalen vertreten. Leider waren dort jedoch keinerlei Informationen über die neue Speicherlösung für Wasserstoff zu bekommen. So wusste der verantwortliche Linde-Mitarbeiter auch nichts davon, dass eine neue Gasflasche existiert. Dafür gab es darüber aber Informationen bei EPH Elektronik. An deren Stand war auch einer dieser neuen Druckbehälter vom Typ *54ZH* zu sehen (s. Foto). Es handelte sich dabei um eine 10 kg schwere Verbundflasche, die 2 $Nm^3$ Wasserstoff bei 300 bar speichern kann. Sie verfügt über ein neuartiges Ventil mit integriertem Druckminderer (Ausgangsdruck: 4 bar). Geplant ist, den Druckbehälter zur besseren Handhabung auch mit einer Schnellkupplung auszustatten. Insgesamt soll eine kleine Anzahl dieser Exemplare (500 bis 1.000 Stück) für die britische Linde-Tochter BOC produziert worden sein. Reiner Mannsperger, der Entwicklungsleiter von EPH, teilte mit, dass diese Flaschen zum Jahresende auch in Deutschland erhältlich sein sollen. Dies wurde später von einem Linde-Sprecher bestätigt. Weiterhin hieß es aus Unterschleißheim, dass zunächst noch eine genaue Marktanalyse zur Feststellung der Anwenderbedürfnisse durchgeführt werden müsse, die „bis Ende des dritten Quartals fertig sein wird.“ Gleichzeitig hieß es aber auch, dass grundlegende Änderungen am Flaschendesign jetzt nicht mehr vorgenommen würden („Für die Markteinführung wird genau diese Flasche genommen.“). Stattdessen werde in der Zwischenzeit geprüft, „wie viele und wann.“

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

# STÜCK FÜR STÜCK, KELLER FÜR KELLER

## *BZ-Heizgeräte kommen in zwei bis fünf Jahren*

*Abb. 1: Guido Gummert von Baxi Innotech (r.) erläutert Dr. Klaus Bonhoff, NOW (l.), und Dr. Veit Steinle vom Bundesverkehrsministerium die Bedienung eines BZ-Heizgerätes*

**Die Verschiebung im Brennstoffzellen-Heizgerätesegment hin zu höheren Temperaturen ist deutlich zu erkennen. Mit Hexis, Bruns Heiztechnik und jetzt auch Vaillant sowie Bosch Thermotechnik (Buderus) forschen mittlerweile vier Unternehmen, die im deutschsprachigen Raum angesiedelt sind, an Festoxidbrennstoffzellen, während Hochtemperatur-PEM ganz abgeschrieben sind. Baxi Innotech und Inhouse Engineering sind inzwischen die beiden letzten Akteure, die noch an Niedertemperatur-PEM festhalten.**



Der Heizgerätehersteller Vaillant hat sich während der Hannover Messe erfolgreich im Brennstoffzellensektor zurückgemeldet (s. S. 12). Allerdings muss das Unternehmen aus Remscheid zunächst noch unter Beweis stellen, dass es sich dieses Mal für die richtige Technik entschieden hat. Außerdem bleibt abzuwarten, ob den jetzigen Ankündigungen auch Taten folgen. Grund genug für die Verantwortlichen, derzeit eher konservativ zu planen und eine Kommerzialisierung erst für Mitte des Jahrzehnts anzupeilen.

**HEXIS PLANT FÜR 2013** Deutlich forscher gehen die Schweizer vor. Die Hexis AG hatte in der Vergangenheit zwar auch mit großen Herausforderungen zu kämpfen, diese konzentrierten sich jedoch vornehmlich auf die Unternehmensführung. Technisch blieben die Winterthurer stets ihrem Hochtemperaturkonzept treu. Insofern kann das Team von Geschäftsführer Dr. Alexander Schuler mittlerweile umfangreiche Erfahrungswerte vorweisen, die innerhalb der vergangenen Jahre sowohl im Labor als auch im Praxistest Callux gesammelt worden sind. Dieser Entwicklungsverlauf hat dazu geführt, dass Hexis mittlerweile die Markteinführung in absehbarer Nähe sieht. Volker Nerlich, Business Development Hexis, äußerte sich nach der Hannover Messe gegenüber der HZwei-Redaktion relativ genau über den geplanten Werdegang. Er erklärte: „Wir gehen heute davon aus, dass wir Galileo 1000 N ab den Frühjahrsmessen ISH 2013 und Hannover Messe 2013 vermarkten werden, das heißt, ab dann wollen wir die Geräte zum Verkauf anbieten. Wir planen, dass wir ab Spätsommer 2013 ausliefern können und werden. Dazu werden wir die geplanten Vertriebskanäle nutzen. Der eine wäre über Energieversorgungsunternehmen, die Brennstoffzellenheizgeräte im Contracting für Privat-Haushalte einsetzen. Der andere führt über unsere Vertriebs- und Service-Partner Stiebel Eltron und Hoval, die diese Geräte an das Handwerk verkaufen werden. Der Handwerker verkauft es dann letztlich an den Endkunden."

Gleichzeitig schränkte Nerlich jedoch ein: „Leider ist der Blick in die Zukunft immer mit Unsicherheiten behaftet. […] Alle bei Hexis – Entwickler, Servicetechniker, Geschäftsleitung, Verwaltungsrat, Eigentümer, etc. – würden lieber heute als morgen Galileo 1000 N als Produkt verkaufen können. Da wir aber eine recht genaue Vorstellung von dem haben, was der Kunde und der Endkunde von einem Produkt Brennstoffzellen-Heizgerät zu Recht erwarten, werden wir das Thema Markteinführung sehr gewissenhaft angehen."

Buderus von der Bosch Thermotechnik GmbH hat sich mittlerweile ebenfalls auf die SOFC-Technik festgelegt. Nach Angaben eines Bosch-Sprechers arbeiten dort derzeit 80 Mitarbeiter im Bereich der Brennstoffzellentechnik.

**BAXI INNOTECH: „NAHEZU SERIENREIF"** Die Baxi Innotech GmbH hatte bereits während der ISH 2011 in Frankfurt verkündet, ihr BZ-Heizgerät Gamma sei nahezu serienreif. Geschäftsführer Guido Gummert (s. Abb. 1) sagte: „Wir sind beim technischen Feinschliff und befinden uns gerade in der Marktvorbereitungsphase." Weiterhin hieß es bei dem Hamburger Unternehmen, einer größeren Distribution im Markt stünde von technischer Seite bald nichts mehr im Weg. Auf Nachfrage der HZwei-Redaktion, was genau dies bedeute, erklärte Vertriebs-Chefin Dörte Borchers (s. Foto auf S. 3), die Zeitplanung sei so angelegt, „Ende 2013 mit der Kommerzialisierung starten" zu können. Weiter sagte sie: „Dies heißt, dass wir unsere Brennstoffzellen-Heizgeräte über die kommerziellen Vertriebswege, wie zum Beispiel Brötje und Senertec, anbieten werden."

Um dies umsetzen und damit dazu beitragen zu können, das für Deutschland geltende Ziel, mindestens 25 Prozent des benötigten Stroms mit der KWK zu erzeugen, erreichen zu können, sei jedoch eine Förderung notwendig. Borchers betonte deswegen: „Nach einem Markteinführungsprogramm (d.h. nach einem Förderprogramm) wird der Preis des BZH bei entsprechenden Serien-Stückzahlen auf einem Niveau liegen, auf dem heute ein System aus Brennwertgerät mit Solarthermie (Warmwasser + Raumwärme) angesiedelt ist, also bei circa 17.000 bis 20.000 Euro." […] „Wir werden nicht müde, immer wieder auf das benötigte Marktanreizprogramm der Bundesregierung hinzuweisen, das für die Markteinführung benötigt wird." […] „Die Anlagen haben absolut das Potential, sich nach entsprechender Kick-off-Unterstützung mittels einer Markteinführungs-Förderung durch höhere Stückzahlen in einigen Jahren auch ohne Förderung am Markt zu etablieren." In Hannover sagte Kai Klinder, einer der Geschäftsführer der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Technologie (NOW), dazu: „Wir bauen die Förderung weiter aus – Stück für Stück, Keller für Keller." Rainer Bomba, Staatssekretär

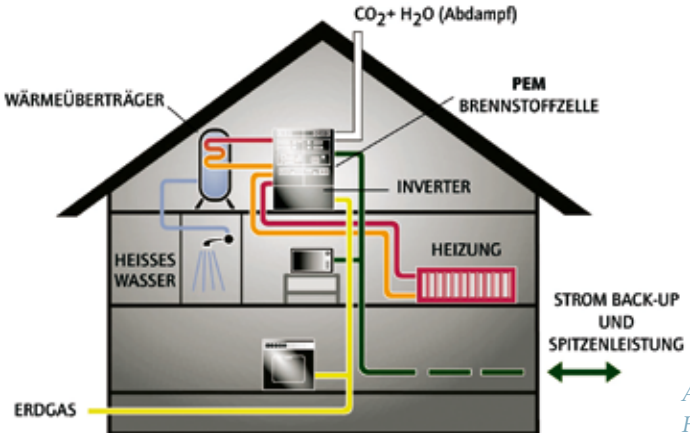



*Abb. 2: Energiekreislauf in einem Einfamilienhaus mit BZ-Heizgerät [Quelle: Baxi Innotech]*

des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, der im Rahmen seines Messerundgangs auch zum Stand von Baxi Innotech kam, erklärte: „Die Bundesregierung steht voll hinter dieser Technologie."

Das zur BDR Thermea gehörende Unternehmen greift auf NT-PEM-Brennstoffzellen des kanadischen Stack-Herstellers Ballard zurück. Mit diesen 1-$kW_{el}$-Systemen, die bei 70 °C arbeiten, erreichen die Hanseaten einen Gesamtwirkungsgrad von 96 Prozent. Beim Thema Alterung sehen die Ingenieure keinerlei Probleme. 25.000 Betriebsstunden wurden im Feldtest in Einfamilienhäusern nachgewiesen, ohne dass eine Degradation erkennbar gewesen sei, heißt es.

Etwas leistungsstärker und damit eher für Mehrfamilienhäuser konzipiert ist die *inhouse5000*, die von vornehmlich aus Ost-Deutschland stammenden Klein- und mittelständischen Firmen konzipiert wurde. Christoph Hildebrandt, Geschäftsführer von Inhouse Engineering, geht davon aus, dass dieses NT-PEM-System bis 2014 marktreif sein kann. Es soll dann um die 80.000 Arbeitsstunden leisten können und etwa 25.000 Euro kosten.

**GROSSE STÜCKZAHLEN IN JAPAN** Im direkten Vergleich zu Europa verfügt Japan über sehr viel mehr Erfahrungen mit PEM-Brennstoffzellen im Hausenergiesektor. So hat beispielsweise Panasonic seit dem Verkaufsstart seines Ene-Farm-Systems im Mai 2009 rund 5.000 Einheiten verkauft.

**KWK-FÖRDERUNG**

„Um das geltende gesetzliche Ziel eines KWK-Stromerzeugungsbeitrags von 25 Prozent bis 2020 zu erreichen, muss im Vergleich zum heutigen Ausbauniveau ein Zubau von KWK-Anlagen in einer Größenordnung von 10.000 bis 12.000 Megawatt realisiert werden." So heißt es in der Studie Wirtschaftlichkeit von *Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen*, die Mitte Februar 2011 vom Verband kommunaler Unternehmen e.V. (VKU) herausgebracht wurde. Weiter steht dort, „dass Modernisierungen und Neubauten von KWK-Anlagen ohne Fördermaßnahmen meistens nicht möglich sind." Der VKU schlussfolgert: „Der Ausbau von Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) bedarf weiterhin der klaren politischen Unterstützung."

Dass hiervon auch Brennstoffzellenheizgeräte betroffen sind, belegt ein Blick auf das gültige KWK-Gesetz mit Stand vom 21. August 2009: Betreiber von Brennstoffzellenanlagen, die bis zum 31.12.2016 in Dauerbetrieb genommen werden, erhalten einen Zuschlag in Höhe von 5,11 Cent pro Kilowattstunde für die Dauer von zehn Jahren ab Aufnahme des Dauerbetriebs.

Mitte Februar 2011 hatte das Unternehmen außerdem den Verkauf einer neuen Gerätegeneration, die kleiner und effizienter sein sollte, angekündigt. Bisher kamen die Ene-Farm-Modelle, die nicht im Keller, sondern an der Hausaußenseite installiert werden, auf einen elektrischen Wirkungsgrad von 37 Prozent bei maximal 1 kW. Das neue Gerät soll 40 Prozent erreichen (0,25 bis 0,75 kW). Ursprünglich war für das neue Geschäftsjahr mit einer Produktionskapazität von mehr als 6.000 Stück, die ausschließlich für den japanischen Markt vorgesehen sind, geplant worden. Ob dieses Ziel jedoch nach der Erdbebenkatastrophe aufrecht gehalten werden kann, ist fraglich.

Unabhängig von der Entwicklung in Asien darf hier in Deutschland mit Interesse verfolgt werden, bei welcher Technik der derzeit noch pausierende Heizgerätehersteller Viessmann zu gegebener Zeit einsteigen wird. ||



RENEXPO®

12. internationale Energiefachmesse

...for a powerful future

» 14.000 Besucher, 69 % Fachbesucher
» 350 Aussteller, über 800 Kongressteilnehmer
» 1. Fachkongress „Zukunftsfähige Stromnetze"
» 5. Fachtagung Dezentrale Mini- und Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung

22. – 25.09.2011, Messe Augsburg
www.renexpo.de

REECO

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

# DIE EINZIGE WANDHÄNGENDE BRENNSTOFFZELLE

## *Vaillant präsentiert 4. SOFC-Generation*

*Abb. 1: „Die Frage ist nicht ob, sondern wann die Brennstoffzellen-Technologie im Hausenergiebereich wettbewerbsfähig wird." (Zitat Vaillant-Präsentation)*

**Vaillant hatte gelinde gesagt etwas Pech bei der Wahl der geeigneten Technik für ihr Brennstoffzellenheizgerät: Weder die zunächst favorisierte Niedertemperatur-PEM noch die Hochtemperatur-PEM konnte die in sie gesteckten Erwartungen erfüllen. 2008 entschied sich der Heizgerätehersteller daher für die Festoxid-Brennstoffzelle (SOFC) und hoffte, damit nun die richtige Technologie gefunden zu haben. Während der Hannover Messe präsentierte das Remscheider Unternehmen das erste Mal die neuste Version dieses Hochtemperaturkonzepts. Es handelt sich dabei um die mittlerweile vierte Gerätegeneration, ein wandhängendes System, das ab Herbst 2011 im Callux-Projekt getestet werden soll.**

Es war das erste Mal, dass Vaillant auf der Hannover Messe eine Pressekonferenz veranstaltete. Entsprechend groß war die Resonanz, zumindest wenn man diesen Termin mit anderen Pressekonferenzen im Brennstoffzellensektor vergleicht. Dr. Carsten Voigtländer, Vorsitzender der Geschäftsführung der Vaillant Group (s. Abb. 2, re.), war gleich am ersten Messetag höchstpersönlich im Convention Center erschienen, um den versammelten Pressevertretern und Partnern über die bisherigen Entwicklungsarbeiten sowie die weitere Planung zu berichten. Gemäß seinen Ausführungen bildet die Brennstoffzellentechnik einen wesentlichen Baustein im Portfolio des Unternehmens. Voigtländer betonte zudem, dass Vaillant bereits seit vielen Jahren engagiert an der Verknüpfung konventioneller und alternativer Energietechniken arbeite, so wie beispielsweise an der Kombination von effizienten Gasbrennwertheizgeräten oder Wärmepumpen mit Solarthermieanlagen.

Aktuell, berichtete Voigtländer, werde intensiv an verbrennungsmotorisch betriebenen Heizgeräten gearbeitet. So stellte Vaillant Mitte März 2011 während der ISH in Frankfurt zusammen mit Honda das erdgasbetriebene Mikro-KWK-System ecoPOWER 1.0 vor (KWK: Kraft-Wärme-Kopplung). Voigtländer sagte: „Wir erwarten KWK-Lösungen mit Verbrennungsmotor mit über 140 Prozent Wirkungsgrad." Diese Systeme seien jedoch wegen der Geräuschentwicklung infolge der Vibrationen und der vielen bewegten Massen nicht für Etagenwohnungen oder Wohnrauminstallationen geeignet. Hier verfügten Brennstoffzellen mit ihren niedrigen Geräuschemissionen sowie ihrer nochmals höheren Effizienz über Pluspunkte.

**PLATZSPAREND AN DER WAND** Der Vaillant-Vorsitzende zeigte sich ebenso erfreut, die mittlerweile 4. Gerätegeneration (G4) zeigen zu können, wie der Leiter der Entwicklung Kraft-Wärme-Kopplung, Joachim Berg. Besonders stolz war Berg, dass es den Ingenieuren bereits im Vorgängermodell G3 gelungen war, alle Komponenten inklusive des Erdgasreformers in ein wandhängendes Gerät zu integrieren, was ein deutliches Unterscheidungskriterium zu allen Mitbewerbern darstellt. Derzeit ist die Mikro-KWK-Anlage (98 cm x 62 cm x 60 cm) mit 150 Kilogramm noch sehr schwer, Berg sagte jedoch: „Hier besteht noch Entwicklungspotential."

Die SOFC-Anlage, die für Einfamilienhäuser konzipiert wurde, wird mit Erdgas betrieben, da in Europa bereits eine bestens ausgebaute Erdgas-Infrastruktur vorhanden ist, was bei Wasserstoff nicht der Fall ist. Der Nachteil bei der Wahl dieses Energieträgers ist jedoch, dass allein die Gasaufbereitung knapp die Hälfte des Systemgewichts und -volumens ausmacht. Das Herzstück stellt der Festoxid-Brennstoffzellenstapel dar, der bei vergleichsweise hohen Temperaturen von 800 °C arbeitet und vom Entwicklungspartner Staxera kommt.

Das moderne Heizungsgerät liefert 1 $kW_{el}$ und 2 $kW_{therm}$, erzeugt bei gleichem Energieeinsatz deutlich mehr Strom als konventionelle Systeme und weist zudem sehr niedrige $CO_2$- und Stickoxid-Emissionen auf. Der Gesamtwirkungsgrad liegt mit 80 bis 85 % zwar etwas niedriger als bei den Mitbewerbern, aber dafür ist die Anlage start-und-stopp-fähig. Voigtländer sagte dazu: „Hausbesitzer wollen sich nicht von der Heizung vorschreiben lassen, wann sie diese ein- oder ausschalten dürfen. Deswegen haben wir uns zu Lasten eines noch höheren Wirkungsgrades für die Schnellstartfähigkeit entschieden." Innerhalb von zwei bis drei Stunden ist die Anlage auf voller Betriebsleistung. Der Degradationsgrad beträgt nach 1.000 Stunden etwa 0,8 %.

*Abb. 2: Joachim Berg, G4 und Dr. Carsten Voigtländer (v.l.)*

**VAILLANT STARTET IM HERBST** Befragt nach den Lehren, die aus den letzten 15 Jahren gezogen werden könnten, stellte der Vaillant-Chef rückblickend fest: „Wir sind sehr früh in die Öffentlichkeit gegangen, was im Nachhinein sicherlich ein Fehler war." Auch hinsichtlich der bisherigen Schwerpunktsetzung bei der BZ-Systementwicklung räumte Entwicklungsleiter Berg ein: „Wir haben zu Anfang vielleicht zu viel Wert auf den Wirkungsgrad gelegt und darüber übersehen, dass der Service-Aufwand beherrschbar bleiben muss."

Mit der Festlegung auf die SOFC-Technik gehe man nun einen Kompromiss ein: „Wir verzichten auf Dampfreformierung und nehmen einen etwas moderateren Wirkungsgrad in Kauf". Dafür seien im Vergleich zur PEM-Brennstoffzelle jedoch „die Herstellungskosten niedriger", da kein Platin benötigt wird. Weiterhin sagte der Entwicklungsleiter: „Wir sind noch etwas hinter der PEM-Technik hinterher, aber die hätten wir nicht in dieses Bauvolumen bekommen." Noch ist die G4 allerdings nicht einsatzbereit. Erst ab Herbst 2011 sollen zehn Systeme im deutschlandweiten Praxistest Callux, der im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramms (NIP) von der Bundesregierung gefördert wird, erprobt werden.

Vaillant visiert derzeit zwei bis drei Jahre Testbetrieb in der Praxis an, bevor ein serienfähiges System angeboten werden könne. Damit dieser Übergang von der Marktvorbereitung zum Markteintritt funktioniert, forderte Andreas Ballhausen, Sprecher der Initiative Brennstoffzelle (IBZ): „Wir benötigen ein Marktanreizprogramm für die BZH." ||

PRAXISTEST CALLUX

Ursprünglich war geplant, im Rahmen der ersten Phase von Callux 800 Brennstoffzellenheizgeräte in ganz Deutschland im Feld zu installieren. Aufgrund der Verzögerungen bei Vaillant und des Ausstiegs des Mitbewerbers Viessmann wird sich jedoch aller Voraussicht nach die Gesamtzahl reduzieren. 2008, beim Start dieses auf insgesamt acht Jahre angelegten Projekts, hieß es bewusst diplomatisch: „Die Partner des Konsortiums sind optimistisch, dass in der ersten Phase des Projektes bis zum Jahr 2012 bereits so viele Brennstoffzellen-Heizgeräte bundesweit installiert sind, dass anschließend in der zweiten Phase die Marktvorbereitungen anlaufen können." Aktuell plant Baxi-Innotech mit rund 300 Geräten, Hexis steuert etwa 200 Anlagen bei und Vaillant visiert circa 150 Module an. Bisher befinden sich rund 120 Geräte im Feld.

Im Nationalen Entwicklungsplan von 2007 hatte es noch geheißen, bis 2012 sollten 2.250 Module installiert sein, 2020 sollten jährlich 72.000 zu Marktpreisen absetzbar sein. Im März 2010 hieß es dann auf der NOW-Vollversammlung in einem Statusbericht von der IBZ, bis 2010 sollten zumindest 200 Geräte im Feld sein, 2012 die angepeilten 800 und 2013 rund 2.000. Das NEP-Ziel für 2020 galt zu der Zeit noch weiterhin als erreichbar. Aus heutiger Sicht kann jedoch festgestellt werden, dass diese Ziele klar verfehlt werden, da bisher auch die geforderten „wirksamen Markteinführungsinstrumente" nicht in Sicht sind.


ECO MOBIL
MOBILITÄT NEU DENKEN

Kongress & Fachmesse
für Elektromobilität

16. + 17. Nov. 2011
Messe Offenburg

Messe Offenburg-Ortenau

Messe Offenburg-Ortenau GmbH
Schutterwälder Str. 3 · 77656 Offenburg
Fon +49 (0) 781 - 9226 - 54
Fax +49 (0) 781 - 9226 - 77
ecomobil@messeoffenburg.de
www.ecomobil-offenburg.de

**Thema:** Kongress | **Autor:** Sven Geitmann

# NETWORKING IN NORDDEUTSCHLAND

## *8. H2Expo in der Umwelthauptstadt Europas 2011*

*Abb.: Podiumsdiskussion mit R. Grasman (Daimler), G. Menzen (BMWi), S. Satyapal(DOE), K. Bonhoff (NOW), J. Schiel (VDMA), U. Bünger (LBST), B. Law (Airbus)*

**Nach langer Pause ist sie wieder da: die H2Expo. Damit die 8. internationale Konferenz für Wasserstoff, Brennstoffzellen und elektrische Antriebe vom Status Hamburgs als Umwelthauptstadt Europas *(Green Capital 2011)* profitieren konnte, hatte die Hamburg Messe und Congress GmbH den Termin von 2010 auf 2011 verschoben. Nun fand sie am 8. und 9. Juni in den neuen Konferenzräumen direkt unter dem Funkturm statt, nachdem sie von Frank Horch, dem Senator für Wirtschaft, Verkehr und Innovation der Freien und Hansestadt Hamburg und Schirmherrn der Veranstaltung, eröffnet worden war.**



Rund 70 Referenten aus elf Ländern stellten während der Konferenz ihre Entwicklungsfortschritte und aktuelle Projekte vor. Den Anfang bildete eine Begrüßungsrede von Andreas Jung, Geschäftsführer der Deutschen Energie-Agentur dena, der unter anderem auf die von seiner Agentur neu eingerichtete Strategieplattform zum Thema Methanisierung hinwies. Diese soll sich um notwendige Schritte zur Integration von Strom aus erneuerbaren Energien ins Erdgasnetz kümmern. Jung erklärte: „Wasserstoff ist eine wichtige Option." Wirtschaftssenator Horch (parteilos) hob in der anschließenden Eröffnungsrede besonders das Engagement der Hansestadt hervor: „Hamburg hat das Ziel, Innovationshauptstadt für Europa zu werden." NOW-Geschäftsführer Dr. Klaus Bonhoff NOW stellte fest: „Hamburg ist im Hinblick auf Brennstoffzellen und E-Mobilität die proaktivste Stadt in Deutschland."

Im maritimen Sektor, einem der Kernthemen der H2Expo, stellte der Germanische Lloyd eine Marktstudie über „Brennstoffzellensysteme in der Seefahrt" vor. Darin heißt es, dass sich insbesondere Hochtemperatur-BZ für eine effiziente und emissionsarme Grundlastversorgung auf Schiffen eignen. Dies belegt das im November 2010 ausgelaufene *Methapu*-Projekt, bei dem ein mit Methanol betriebenes SOFC-Modul zur Bordstromversorgung des Autotransporters *MV Undine* eingesetzt wurde. Ed Fort von Lloyd's Register erklärte, Methapu sei ein „Türöffner für die Verwendung alternativer nachhaltiger Brennstoffe in der Seefahrt." Zu einem ähnlichen Ergebnis kam Keno Leites, Projektmanager des *e4ships*-Teilprojekts *SchIBZ,* bei dem es um die Entwicklung eines mit Dieselkraftstoff betriebenen BZ-Bordenergieversorgungssystems für maritime Anwendungen geht. Der Aufwand bei PEM-Systemen sei „unakzeptabel groß", so Leites. „Deshalb haben wir uns für eine Konfiguration mit SOFC entschieden, bei der der Dieselreformer gleichzeitig als Sicherheitsschwefelfalle dient."
Für den Elektromobilitätsbereich waren insbesondere die Ausführungen der US-amerikanischen Referenten von besonderer Bedeutung. So berichtete Dr. Jack Brouwer von der University of California über die jüngste Branchenumfrage, gemäß der über 50.000 Automobile bis 2017 mit BZ-Antrieb auf den Straßen von Kalifornien erwartet werden, was aus hiesiger und heutiger Sicht jedoch als kaum realisierbar gilt. Erste eigene Erfahrungen konnten die Teilnehmer nach diesen Vorträgen auf dem Vorhof des Messegeländes mit verschiedenen E-Autos sammeln, die für Probefahrten bereit standen.

Die begleitende Ausstellung war übersichtlich, bot aber ausreichend Gelegenheiten zum Networking. Ronald Grasman von Daimler sagte: „Hier zählt Klasse mehr als Masse." Insgesamt waren im Ausstellungsbereich rund 15 Messestände aufgebaut, wobei allein der Gemeinschaftsstand der Landesinitiative Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologie Hamburg insgesamt 16 Unteraussteller umfasste. Die Anwesenheit der ausländischen Elektrolyseurhersteller ITM Power und CETH unterstrich die herausragende Bedeutung Deutschlands in der internationalen $H_2$- und BZ-Branche und belegte das aufkommende Interesse an $H_2$-Generatoren. Auch das Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Zentrum für Material- und Küstenforschung, bediente diesen Bereich, indem es den Workshop *H2 for Newcomers* anbot, wo es die $H_2$-Herstellung per Elektrolyse erläuterte. ||

### VERZÖGERUNGEN BEIM NIP

Während der Podiumsdiskussion wurde unter anderem der aktuelle Stand im Nationalen Innovationsprogramm (NIP) hinterfragt. In den vergangenen Wochen und Monaten waren verschiedene Unternehmen mit ihren Projektanträgen vertröstet worden, da für dieses Jahr anscheinend schon die finanziellen Mittel ausgeschöpft sind. Von offizieller Seite hieß es dazu, 2010 seien rund 50 Mio. Euro an Fördermitteln ausgeschüttet worden, 2011 knapp 70 Mio. Euro. Auch für 2012 seien bereits alle Mittel verplant. Wer heute einen Antrag bei der NOW einreicht, kann somit erst 2013 mit einer Bewilligung rechnen. Dr. Klaus Bonhoff, Geschäftsführer der NOW, bestätigte auf Frage der HZwei-Redaktion: „Die Industrie möchte derzeit gerne mehr machen."

### ALSTERWASSER FÄHRT WIEDER

Rechtzeitig vor der H2Expo ging in Hamburg die *Alsterwasser* wieder in Betrieb. Das Passagierschiff, das mit einem Hybrid-Antrieb ausgestattet ist, wurde am 9. Mai 2011 zu Wasser gelassen, ziemlich genau ein Jahr, nachdem ein Brand an Bord das Batteriesystem zerstört hatte. Im Mai 2010 war während einer Probefahrt ein Feuer ausgebrochen, als es nach einem Batterieaustausch an einer fehlerhaften Verschraubung zur Funkenbildung mit anschließender Entzündung gekommen war. Da zudem das Batteriefach während der Probefahrt nicht geschlossen worden war, hatte der installierte $CO_2$-Löscher die Flammenbildung nicht unterbinden können. Das BZ-System blieb von den Folgen dieses Vorfalls verschont.

**Thema:** Kongress | **Autor:** Sven Geitmann

# PETER SAUBER FEIERT FIRMENJUBILÄUM

## *11. f-cell-Symposium in Stuttgart*

*Dr. Wolfram Münch bei der f-cell-award-Verleihung 2010*

**Der diesjährigen f-cell geht ein besonderes Jubiläum voraus: Im Jahr Juli 2011 feiert der Organisator Peter Sauber sein 25-jähriges Firmenbestehen. Seit einem Viertel Jahrhundert ist der Schwabe mittlerweile selbständig, und es steht gut um sein Unternehmen: Vor fünf Jahren gründete er eine GmbH, vor zweieinhalb Jahren bezog er neue Geschäftsräume in Stuttgart-Vaihingen nahe der Universität. Während der diesjährigen f-cell, die am 26. und 27. September in Stuttgart stattfindet, stehen dann für Peter Sauber wieder in bewährter Manier die Aussteller, Referenten und Besucher im Mittelpunkt des Interesses.**

In diesem Jahr erwartet die Peter Sauber Agentur Messen und Kongresse GmbH, die das 11. Brennstoffzellen-Symposium wieder gemeinsam mit der Wirtschaftsförderung Region Stuttgart GmbH (WRS) veranstaltet, wieder 800 Teilnehmer. Im Haus der Wirtschaft werden etwa 50 Aussteller ihre Produkte und Dienstleistungen präsentieren. Rund 70 Referenten berichten dann in zwölf Foren über neuste Entwicklungen aus den Bereichen Wasserstoff, Brennstoffzellen und Elektromobilität. Von besonderem Interesse dürfte auf dem Kongress der Vortrag von Prof. Bernd Höhlein von der EnergieAgentur.NRW sein. Er wird auf Kosten, die in Verbindung mit der Nutzung von Wasserstoff in Brennstoffzellenfahrzeugen anfallen, eingehen. Außerdem will Dr. Manfred Waidhas die Pläne von Siemens zur großtechnischen Erzeugung von Wasserstoff mittels Elektrolyse vorstellen: „Wasserstoff ist das einzige Energiespeichermedium, das auch bei Energie mit einer Leistung von über zehn Gigawattstunden noch funktioniert.“ (s. S. 18) Der Deutsche Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband e.V. (DWV) und die Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH (LBST) werden in ihren Vorträgen das DWV-Wasserstoff-Sicherheits-Kompendium vorstellen und Dr. René Zimmer die Ergebnisse der HyTrust-Bürgerkonferenz (s. S. 22).

Aus dem Ausland wird unter anderem Dr. Alan Lloyd, Präsident des International Council on Clean Transportation, aus San Francisco ins Haus der Wirtschaft kommen und über dortige Mobilitätskonzepte berichten. Aus Japan wird Prof. Masahiro Watanabe von der Universität Yamanashi, Kofu, mit dabei sein. Auch aus China, Kanada, Skandinavien sowie Südafrika werden Referenten berichten. Über die neue Ausrichtung der Landespolitik wird Franz Untersteller, Baden Württembergs Minister für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, Bericht erstatten. Es ist das erste Mal, dass ein Grünen-Politiker dieses Ressort leitet und auf der f-cell vorstellig wird.

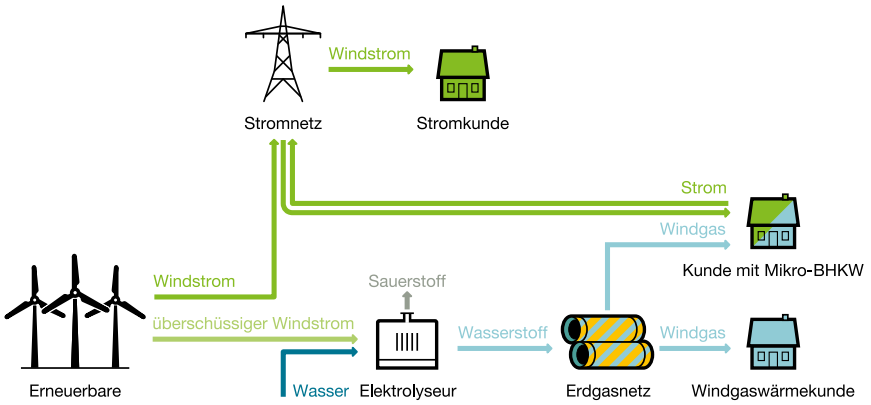
**STUTTGART WILL MITSPIELEN** Das diesjährige Motto lautet: „Mobile Anwendungen – Brennstoffzellen und Batterien bewegen die Zukunft.“ Dazu erklärte WRS-Geschäftsführer Dr. Walter Rogg: „Autohersteller setzen heute gleichermaßen auf batterie-elektrische Antriebe, Brennstoffzellen und Hybride. In Fortsetzung der Modellregion Elektromobilität des Bundes will die Region Stuttgart auch künftig eine wichtige Rolle bei den neuen Antrieben spielen.“ Neben Berlin und Ulm will somit auch Stuttgart ein NPE-Schaufenster werden (s. S. 28 & 38). Peter Sauber ergänzte: „Schon bald sollen Wasserstoffautos auf unseren Straßen fahren, das geht nur, wenn es bis dahin auch die entsprechenden Tankstellen gibt. Der Wasserstoffherstellung und -infrastruktur ist daher ein eigenes Themenforum auf der f-cell gewidmet.“ Es kann also damit gerechnet werden, dass einer der Mitverantwortlichen über erste Details bezüglich des von Daimler und Linde kürzlich angekündigten Aufbaus von 20 neuen $H_2$-Stationen berichten wird (s. S. 37).

Darüber hinaus wird es natürlich auch in diesem Jahr wieder am ersten Veranstaltungstag eine Abendveranstaltung geben, während der die *f-cell awards* verliehen werden, sowie Exkursionen und Ride&Drive-Möglichkeiten. ||

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

# ALLE REDEN ÜBER „GRÜNEN WASSERSTOFF“

## *Wasserstoff als Ökostromspeicher*




*So funktioniert Windgas [Quelle: Greenpeace Energy]*

**Man könnte mutmaßen, es gäbe geheime Absprachen, aber vielleicht ist mittlerweile auch einfach nur die Zeit dafür gekommen. Gemeint sind die plötzlich aufflammenden Diskussionen sowie die vielen schlagartig aus dem Boden schießenden Projekte rund ums Thema „grüner Wasserstoff“. Die Idee der Speicherung von Wind- und Solarenergie in Form von Wasserstoff ist wahrlich nicht neu. Und genau deswegen ist das derzeit von verschiedensten Seiten aufkommende Interesse daran umso überraschender. Ungelegen kommt diese Debatte allerdings nicht.**



Während der Hannover Messe konnten Besucher zahlreiche Belege für das momentan aufkommende Interesse an grünem Wasserstoff vorfinden. So zeigte beispielsweise das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) ein Modell im Maßstab 1:50, wie eine Anlage zur Umwandlung von Ökostrom in Wasserstoff inklusive Verteilung über das Erdgasnetz aussehen könnte. Vor Jahren beschränkte sich die Diskussion über Solar- und Wind-Wasserstoff noch auf den engen Kreis der Wasserstoffexperten, so wie sie beim ZSW zu finden sind. In den vergangenen Wochen sind aber auch ehemals branchenfremde Unternehmen mit eigenen Ausführungen desselben Grundgedankens an die Öffentlichkeit gegangen.

So verkündete der Energieanbieter Greenpeace Energy Mitte März 2011, ab Oktober dieses Jahres *proWindgas* in ganz Deutschland anbieten zu wollen. ProWindgas ist ein Gastarif, bei dem ein Aufschlag berechnet wird, um den Ausbau dieser Technologie zu fördern und demnächst eine $H_2$-Produktion aufbauen zu können. Dabei soll überschüssige Windkraft genutzt werden, um mit Hilfe von Elektrolyse Wasserstoff zu erzeugen, der dann ins Erdgasnetz eingespeist und darüber verteilt wird. Auf der Greenpeace-Homepage heißt es dazu: „Da es derzeit noch keinen Wasserstoff aus Windgas am Markt gibt, beziehen Sie als unser Gaskunde zunächst reines Erdgas. Ab 2012 wird nach und nach immer mehr Windgas beigemischt.“ Als zweiter Schritt ist die Methanisierung vorgesehen, also die Erzeugung von synthetischem Erdgas mit Hilfe von Wasserstoff, um beliebig viel Windstrom über das Erdgasnetz verteilen zu können. Robert Werner, Vorstand von Greenpeace Energy, erklärte: „Auf diese Weise macht die Windgas-Technologie konventionelle Großkraftwerke dauerhaft überflüssig. Eine vollständige Versorgung aus erneuerbaren Energien wird so praktisch umsetzbar.“

**AUDI MACHT IN E-GAS** Auch der Autoproduzent Audi, der in der Vergangenheit nicht unbedingt durch übergroße Wasserstoffaktivitäten Aufmerksamkeit auf sich gezogen hatte, vermeldete den Start des Projekts *Balanced Mobility.* Hierbei handelt es sich um das Vorhaben, mit Hilfe eigener Windräder Strom für Elektrofahrzeuge erzeugen und gleichzeitig Treibstoff für Wasserstoff- und Gasantriebe produzieren zu wollen. Zunächst sollen dafür in der Nordsee rund fünfzehn Kilometer nordwestlich der Insel Borkum Windkrafträder mit einer Leistung von jeweils 3,6 Megawatt installiert werden. Der Projektleiter Reiner Mangold erklärte: „Unsere vier Windkraftanlagen produzieren pro Jahr rund 53 Gigawattstunden, was in etwa dem Strombedarf einer Stadt wie Schaffhausen mit ihren 35.000 Einwohnern entspricht.“ Ein Teil dieses grünen Stroms soll ab 2013 ins Stromnetz fließen. Ein weiterer Teil soll für die Autoproduktion Verwendung finden und ein dritter Teil soll im Rahmen des neuen *E-Gas project* für die Wasserstoff- und Methanherstellung herangezogen werden. Ein Elektrolyseur soll dafür zunächst Wasserstoff erzeugen, der chemisch mit Kohlendioxid in synthetisches Methan umgewandelt wird, das von Audi als *E-Gas* bezeichnet wird und im Erdgasnetz gespeichert werden kann. Die Anlage mit einer Tagesproduktion von durchschnittlich 3.900 Kubikmeter Methan soll in Werlte im Emsland entstehen.

Michael Dick, Audi-Vorstandsmitglied für technische Entwicklung, erklärte: „Die Pilotphase der beiden Projekte ist abgeschlossen. Jetzt gehen wir einen Schritt weiter und bauen eine Anlage, um das Methan oder synthetische Erdgas aus Windkraftstrom im industriellen Maßstab herzustellen.“ Auf diesem Wege beabsichtigen die Ingolstädter, ihrem langfristigen Ziel, einer $CO_2$-neutralen Mobilität, näher zu kommen. Anwendung finden soll das E-Gas in den künftigen TCNG-Modellen von Audi, die Ende 2012 erhältlich sein sollen. Bei diesem Wiedereinstieg in die Erdgastechnik hoffen die Bayern auf mehr Erfolg als mit dem rein fossilen Erdgas.

Wie es heißt, könnten mit dem Strom der Windkraftanlagen 1.000 dieser Elektroautos jeweils rund 10.000 Kilometer im Jahr gefahren werden. Außerdem könne laut Audi das E-Gas wie normales Erdgas in Hausheizungen eingesetzt werden.

Seit Ende 2006 arbeitet Audi zusammen mit dem Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES), der Solar Fuel GmbH und dem Wissenschaftler Ernst Ulrich von Weizsäcker an dieser Idee, die sich am Sabatier-Prozess orientiert. Die Umsetzung soll im Juli 2011 in Angriff genommen werden, wenn der erste Spatenstich einer von Solar Fuel konzipierten Pilotanlage in Niedersachsen erfolgt. Deren

SIEMENS BAUT PEM-ELEKTROLYSEUR-DEMONSTRATOR
Auf dem Elektrolyse-Workshop des NOW (s. S. 19) war insbesondere der Vortrag von Manfred Waidhas aus dem Hause Siemens mit Spannung erwartet worden. Das Unternehmen aus Erlangen arbeitet nach eigenen Aussagen seit 1998 an PEM-Elektrolyseuren und gründete im Oktober 2010 eine eigene $H_2$-Elektrolyseur-Abeilung. Waidhas erklärte in seinem Referat zunächst die von Siemens favorisierte Technik und erläuterte, dass sein Unternehmen gezielt höhere Drücke anpeile, weil dadurch Kompressionsaufwand und Wartung reduziert würden. Weiterhin stellte er das im September 2010 gestartete Projekt *CO2RRECT* ($CO_2$-Reaction using Regenerative Energies and Catalytic Technologies) vor, für das Siemens derzeit einen 100-kW-Demonstrator entwickelt. Bei dem *CO2RRECT*-Vorhaben, das vom Bundesforschungsministerium mit insgesamt elf Millionen Euro gefördert wird, sind unter anderem Bayer Technology Services (BTS), Bayer MaterialScience, RWE sowie Hochschulen und Institute beteiligt. BTS gibt mit über drei Millionen Euro den größten Anteil zu diesem dreijährigen Vorhaben und hat dafür die Projektkoordinierung übernommen. Der Energieversorger RWE steuert das Kohlendioxid aus seinem Braunkohlekraftwerk Niederaußem bei. Mehr Details gibt es in einem weiteren Vortrag von Waidhas während der f-cell (s. S. 15).

Inbetriebnahme ist dann für 2013 geplant, wenn auch der erste Audi A3 TCNG herauskommen soll.

Werbung macht der Autohersteller allerdings schon heute damit – beispielsweise während der Michelin Challenge Bibendum (s. S. 34). Der Prototyp des A3 TCNG ging dort bei der Intercity Rallye an den Start und belegte bei den Verbrennungsmotoren prompt den ersten Platz.

Obwohl die Greenpeace Energie eG ein ganz ähnlichen Grundgedanken verfolgt und ebenfalls mit dem Fraunhofer IWES zusammenarbeitet, kritisierte Wolfgang Lohbeck von der Umweltorganisation Greenpeace den Autohersteller: „Es ist ein gefährlicher Fehler, zu glauben, wir bräuchten unsere Autos bloß mit Windstrom zu betreiben, und das ganze Klimaproblem der Mobilität hätte sich in Luft aufgelöst.“ Prof. Jürgen Schmid vom IWES hatte Mitte April 2011 mit der Meldung „Energieversorgung mit 100 % Erneuerbaren ist möglich“ explizit auf Wasserstoff als Energiespeicher für Ökostrom hingewiesen.

SUNFIRE KAUFT STAXERA Ein weiterer Akteur in diesem Bereich ist die SunFire GmbH, die erst im Juni 2010 in Bremen gegründet wurde. Deren SunFire-Verfahren basiert ebenfalls darauf, mit Hilfe von Wasserstoff, Kohlendioxid und erneuerbaren Energien synthetisch speicherbare Kraftstoffe herzustellen. Vorsitzender der Geschäftsführung des Start-Ups ist Carl Berninghausen, der auch Geschäftsführer der bw-energiesysteme GmbH ist. Deren Gründer und Aufsichtsratvorsitzender, Dr. Bodo Wolf, ist gleichzeitig auch Initiator und Mitgründer von SunFire. Wolf ist zudem Gründer der Firmengruppe Choren Industries, die bereits seit mehreren Jahren an synthetischen Kraftstoffen arbeiten. Zur Erweiterung der Kompetenzen insbesondere auf dem Gebiet der Elektrolyse hat SunFire jetzt den Brennstoffzellenhersteller Staxera von Webasto übernommen. Die Staxera GmbH, die 25 Mitarbeiter in Dresden beschäftigt, war bisher im Bereich der Entwicklung und Produktion von SOFC-Stacks tätig. Diese Technologie soll jetzt auch bei SOEC-Aktivitäten (Solid Oxid Electrolyzer Cell) Anwendung finden, so dass Synergieeffekte genutzt werden können. Berninghausen erklärte: „Durch die langjährige Erfahrung im Bereich der Brennstoffzellentechnologie verfügt Staxera über hervorragende Bedingungen zur Entwicklung effizienter Elektrolyseure. Mit der Übernahme ist uns ein wesentlicher Meilenstein seit der Gründung von SunFire gelungen.“ Geplant ist, zunächst eine Testanlage aufzubauen, bevor 2016 erste vorindustrielle Prototypen erbaut werden.

MINI-HYBRIDKRAFTWERK IN COTTBUS Die Brandenburgische Technische Universität (BTU) in Cottbus verfügt seit der Cottbuser Umweltwoche Anfang Mai 2011 über ein reales Mini-Hybridkraftwerk. Die Heliocentris Energy Solutions AG installierte auf dem Dach des ehemaligen Ärztehauses in der Juri-Gagarin-Straße Windrotoren sowie Photovoltaik- und Solarthermie-Module. Mit einem zusätzlichen Elektrolyseur sowie einer Brennstoffzelle kann im Haus überschüssiger Strom gespeichert und bei Bedarf genutzt werden. Das Wissenschaftsministerium stellte für dieses Projekt von Prof. Dr.-Ing. Hans Joachim Krautz 450.000 Euro im Rahmen des Konjunkturpaketes II bereit. Der Heliocentris-Geschäftsführer Dr. Henrik Colell sagte: „Autonome, dezentrale Stromversorgungen auf Basis regenerativer Energien und entsprechende Energiespeicherlösungen stehen vor einem massiven Wachstum. Daher ist es entscheidend, dass gerade die Generation, die jetzt Universitäten besucht, mit der entsprechenden Technologie vertraut gemacht und Interesse an der Optimierung dieser Technologien geweckt wird. Nur so kann Deutschland langfristig aus der Atomenergie aussteigen und den Wissensvorsprung in diesem Bereich weiter ausbauen.“

Prof. Wolfgang Arlt vom Lehrstuhl für Thermische Verfahrenstechnik der Universität Erlangen-Nürnberg sieht noch einen anderen Ansatz: Er setzt auf Carbazol. Dies ist eine energiearme, chemische Verbindung, die mit Hilfe von elektrolytisch erzeugtem Wasserstoff in energiereiches Perhydro-Carbazol umgewandelt werden kann. Das könnte dann problemlos wie Dieselkraftstoff transportiert und genutzt werden. Bei der Rückwandlung wird der Wasserstoff unter Wärmeentwicklung wieder freigesetzt und könnte dann in einer Brennstoffzelle eingesetzt werden. Der Direktor des erst im Mai 2011 gegründeten Energie Campus Nürnberg (EnCN) stellt sich vor, dass an jeder Erneuerbare-Energien-Anlage ein Container stehen könnte, in dem zunächst Wasserstoff und dann Perhydro-Carbazol hergestellt wird. ||

MODERNE FARBENLEHRE
Je mehr erneuerbare Energien zur Verfügung stehen, desto enger wird die Auslegung der Begrifflichkeiten. So wird derzeit laut darüber nachgedacht, welche Farbe Industriewasserstoff hat: grün, grau oder doch eher braun? Während die Anbieter von Wasserstoff, der in der chemischen Industrie anfällt, diesen gerne als sauber und somit grün hinstellen, hinterfragen Kritiker die genauen Abläufe in den betroffenen Werken: Handelt es sich bei diesem Wasserstoff tatsächlich um das Abfallprodukt eines vorausgegangenen chemischen Prozesses, das bisher weitestgehend ungenutzt blieb? Dann wäre es zumindest hell-grün oder gar weiß. Oder ist es ein Nebenprodukt, das bisher eine thermische Weiterverwertung (sprich: Verbrennung) erfuhr? Dann wäre es eher grau oder braun, da es im Falle der Abzweigung für die Wasserstoffwirtschaft, wenn es also für die thermische Nutzung in der Chemieanlage wegfällt, üblicherweise durch fossiles Erdgas ersetzt wird.

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

# WASSERSTOFFERZEUGUNG WIRD BEZAHLBAR

## *PEM-Elektrolyseure rücken in Marktnähe*

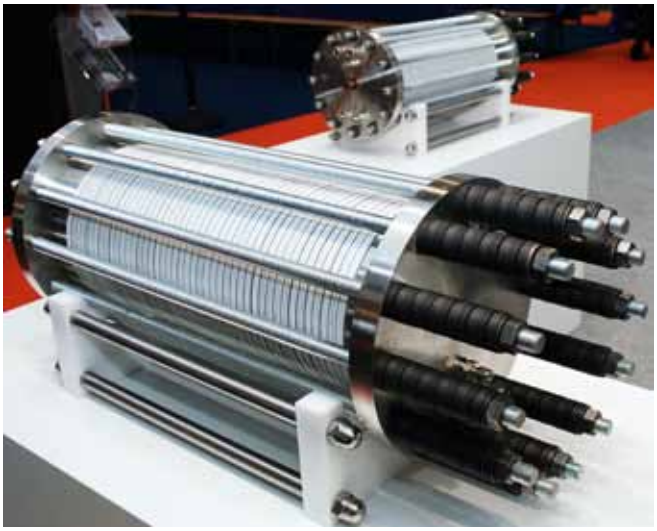


*Abb. 1: HFuel-Elektrolyse-Stack von ITM Power*



**Jahrelang musste man vergeblich nach marktreifen Klein-Elektrolyseuren suchen. Obwohl die Technik im Industriesektor seit zig Jahren funktioniert, waren Wasserstoffgeneratoren in der Leistungsklasse von wenigen Kilowatt bisher Mangelware. Doch plötzlich präsentierten in diesem Jahr auf der Hannover Messe gleich mehrere Anbieter neue Geräte. Bei den vorgestellten $H_2$-Erzeugungssystemen handelte es sich überwiegend um PEM-Elektrolyseure, die bislang als zu teuer galten.**

ITM Power aus Großbritannien, die bereits im vergangenen Jahr auf dem Gemeinschaftsstand Wasserstoff und Brennstoffzellen ihre Produkte angepriesen hatten, vermittelten mit ihren Elektrolysesystemen den Eindruck einer bereits weit vorangeschrittenen Marktreife. Diese gilt es allerdings zunächst noch unter Beweis zu stellen,. Das Unternehmen aus Sheffield arbeitet derzeit an vier Modellen unterschiedlicher Größe (0,04 bis 0,6 $Nm^3/h$). Dazu zählen die Modelle *HPac, HBox, HLap* und *HFlame,* die auf eigens entwickelte und patentierte Membranen zurückgreifen. Die Festelektrolytfolie, bestehend aus Kohlenwasserstoffverbindungen, soll nach Herstellerangaben günstiger als vergleichbare Polymermembranen sein. Zudem arbeitet ITM an einem neuen Design, bei dem das aus Aluminium bestehende Elektrolyseurgehäuse komplett mit Wasser gefüllt ist und bei dem Pumpen, Ventilatoren und Wärmetauscher überflüssig sind. Weil dadurch der Eigenenergieverbrauch auf ein Minimum reduziert wird, kann das Gerät sofort Wasserstoff erzeugen, sobald beispielsweise die Sonne aufgegangen ist und die ersten Strahlen auf die für die Energieversorgung verantwortliche Photovoltaikanlage fallen. Als Wirkungsgrad geben die Briten 75 % an. Der *HPac*-Elektrolyseur besitzt bereits ebenso wie *HBox* und *HFlame* eine CE-Zertifizierung und darf somit in der EU verkauft werden. Ein erstes *HPac*-Exemplar wurde Mitte April 2011 an die Universität von Glamorgan verkauft. Außerdem kündigte ITM an, sein *HOST*-System (Hydrogen On Site Trials), bei dem das in einen Container integrierte ebenfalls zum Sortiment zählende *HFuel*-Modul zur Betankung von $H_2$-Autos eingesetzt wird, nicht nur in England, sondern auch in Deutschland testen zu wollen.

Die h-tec Wasserstoff-Energie-Systeme GmbH zeigte auf der Industrieschau ihren PEM-Elektrolyse-Stack, der das Herzstück des ebenfalls ausgestellten anschlussfertigen Gesamtsystems *EL30* bildet. Die komplette Einheit erzeugt bis zu 3,6 $Nm^3$ Wasserstoff pro Stunde mit 30 bar (Nennleistung: 18 kW) und verfügt über eine Wasseraufbereitung, eine Wasserrückführung, ein Kühlsystem sowie einen Spannungswandler und das Systemmanagement. Das Gerät kann direkt mit Gleichstrom aus einer Photovoltaikanlage versorgt werden, läuft aber auch mit Wechselstrom und ist für die Notstromversorgung sowie Telekommunikationsanwendungen geeignet. Die ersten Bestellungen konnte h-tec in Hannover bereits entgegennehmen.

**BILATERALES ENERSTA-PROJEKT** Interessant ist auch das bilaterale *EnerSta*-Projekt, das seit September 2010 läuft. Hierbei geht es um den Aufbau einer kompakten und autonomen Energiestation für die unterbrechungsfreie Stromversorgung. Der elektrolytisch erzeugte Wasserstoff soll bei Bedarf wieder rückverstromt werden. Um diese Rückverstromung kümmert sich die Proton Motor Fuel Cell GmbH, die sich inzwischen ergänzend zu ihren mobilen Anwendungen auch den stationären Brennstoffzellenlösungen (*PM Cube* für Notstrom, Netzersatz, USV) widmet. Weitere EnerSta-Partner sind unter anderem die AEG Power Solutions GmbH, die die Energiewandler beisteuern, sowie EADS DS, die auf der Anwenderseite die Systemintegration vornehmen und als Projektkoordinator fungieren. Eine Förderzusage von französischer Seite besteht bereits seit Ende 2010 für dieses 6-Mio.-Euro-Vorhaben. Die deutschen Partner rechnen mit einer Rückmeldung über die Freigabe von Fördermitteln im Sommer 2011.

Die zur SPTI-Gruppe gehörende Firma CETH verfügt in ihrem Unternehmen nahe Paris bereits über einen mehr als drei Meter langen Elektrolyseur-Prototypen, in dessen Aufbau auch Erfahrungswerte aus dem französischen *GenHyPEM*-Projekt eingeflossen sind. Das autonome $H_2$-

*Abb. 2: h-tecs EL30 von vorne und hinten [Foto: h-tec]*

Erzeugungssystem (Preis rund 330.000 Euro) besteht aus vier Elektrolyse-Stacks inklusive Osmose-Reinigungseinheit. Auf der Eingangsseite wird die Anlage mit Trinkwasser und Solarstrom versorgt. Auf der Ausgangsseite kommen pro Stunde 20 $Nm^3$ Wasserstoff heraus (Reinheit: 99,9 %, auf 14 bar vorverdichtet, Leistungsaufnahme: 100 kW). Bei Bedarf kann überschüssiger Solarstrom auch in einer Batterie zwischengespeichert werden.

**ALKALISCHER $H_2$-$O_2$-GENERATOR** Anstelle des sauren Milieus in den PEM-Systemen favorisieren „alt eingesessene" Unternehmen wie zum Beispiel Hydrogen Technologies (Norsk Hydro, Statoil) und Hydrogenics die alkalische Variante. Auch Hydrogen Solutions aus Rödermark bei Frankfurt am Main präsentierte in Hannover einen alkalischen Niederdruckelektrolyseur, der nach sechs Jahren Entwicklungszeit rechtzeitig zwei Monate vor der Messe fertig gestellt wurde. Im dem Wasserstoff-Sauerstoff-Generator vom Typ *1000S* kommt Kaliumlauge zum Einsatz. Dies ist eine starke, ätzende Base, die aber nicht verbraucht wird. Einem unerwünschten Flüssigkeitsverlust wird nach Angaben von Entwicklungsleiter Robert Baumgartner mit mehreren Sicherheitsvorkehrungen (z. B. Auffangwannen) vorgebeugt. Baumgartner erklärte gegenüber der Redaktion: „Alkalische Elektrolyseure sind ökologisch, recyclebar und sicher. Der Stack ist aus nicht toxischen Monomaterialien hergestellt." Hydrogen Solutions verwendet eine asbestfreie Membran.

Darüber hinaus erleichtere der niedrige Ausgangsdruck von 2 bar die Handhabung, so Baumgartner. Forschungsleiter Michael Lange erläuterte den Vorteil: „Dieses Gerät kann auch von technisch nicht so versierten Personen eingesetzt werden, beispielsweise als wesentliche Komponente zur autarken Energieversorgung in netzfernen Regionen wie zum Beispiel Afrika, wobei die Primärenergie aus Wind, Sonne und anderem genutzt wird." PEM-Modelle sind zwar etwas kleiner als alkalische Elektrolyseure, aber dafür erreicht dieser 1000S mit bis zu 84 % einen um etwa zehn Prozent höheren Wirkungsgrad (0,3 $Nm^3$/h bei 1,1 kW). Wahlweise kann dieses Gerät auch für eine größere $H_2$-Produktionsmenge ausgelegt werden. Der Wirkungsgrad sinkt dadurch zwar auf 50 %, dafür kann dann aber ein Kubikmeter Wasserstoff pro Stunde bei 3 kW erzeugt werden. Hydrogen Solutions bezifferte den Kaufpreis für dieses Gerät auf unter 10.000 Euro.

**SOEC ALS OPTION** Eine weitere Option für die $H_2$-Erzeugung ist die Reanimierung der SOEC-Branche (solid oxide electrolyser cell = Festoxid-Elektroysezellen). Vor über zwanzig Jahren gab es bereits die so genannte *Hot Elly* (Hochtemperatur Dampfelektrolyse) von Dornier, die bei sehr hohen Temperaturen arbeitete (800 bis 1.000 °C). Analog zum SOFC-Sektor gibt es auch hier tubulare und planare Bauarten, allerdings befinden sich diese im Entwicklungsstadium. Sollte es in diesem Bereich in nächster Zeit zu neuen Aktivitäten kommen, könnten Synergien mit der SOFC-Technik genutzt werden, um dadurch die Stückzahlen einzelner Komponenten zu erhöhen und damit die Stückkosten zu reduzieren. ||

ELEKTROLYSE-WORKSHOP

Das neu aufkeimende Interesse an Elektrolysesystemen zeigte sich auch auf dem Elektrolyse-Workshop, den die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) am 9. Mai 2011 in Berlin abhielt. Anlass war die Vorstellung der Ergebnisse einer Auftragsstudie („Stand und Entwicklungspotenzial der Wasserelektrolyse zur Herstellung von Wasserstoff aus regenerativen Energien"), die das Fraunhofer ISE im letzten Jahr in Zusammenarbeit mit FCBAT für das NOW erstellt hat. In ihr wurden der Stand der Technik, die Erfahrung bei der Kopplung der Wasserelektrolyse mit erneuerbaren Energien und die aktuellen Akteure in diesem Bereich beschrieben und bewertet. Außerdem wagt die Studie eine Prognose der Elektrolyseentwicklung bis ins Jahr 2030.

Das überaus rege Interesse an der Veranstaltung und dem Bericht belegt, dass ein enormer Bedarf an mehr Informationsaustausch besteht. Die Studie machte deutlich, dass in der konventionellen Elektrolyseurtechnik innerhalb der letzten Jahrzehnte kaum eine Weiterentwicklung stattgefunden hat. Dr. Tom Smolinka vom Fraunhofer ISE erklärte: „In Deutschland ist die Elektrolyseurentwicklung nahezu zum Erliegen gekommen." Nach seinen Schätzungen gibt es bei den Entwicklern weltweit nur 500 Arbeitsplätze im Bereich alkalischer und 200 bei PEM-Elektrolyseuren. Aufgrund der hohen Kosten verglichen mit anderen Wasserstoffherstellungsverfahren war kaum in diese Technik investiert worden. Die Europäische Union habe jedoch mittlerweile erkannt, dass hier dringender Handlungsbedarf besteht, und über das JTI neue Ausschreibungen – auch für Hochtemperatursysteme – aufgesetzt. Smolinka empfahl daher eine „Reaktivierung der Forschungslandschaft."

Über diesen Workshop wurde auch im Rahmen der DWV-Mitgliederversammlung (s. S. 4) lebhaft diskutiert. Verbandsvertreter signalisierten daher, sich diesem Thema zukünftig noch stärker widmen zu wollen.

*Download der Workshop-Vorträge: www.now-gmbh.de*



HTK® HAMBURG
Wölckenstrasse 11 - 22393 Hamburg
Tel. +49 - 40 - 600 35 53 - Fax +49 - 40 - 600 35 83
htk@htk-hamburg.com - www.htk-hamburg.com
it's flowtime.
Sie geben uns Ihre Vision - wir realisieren sie!
Engineering in der
- Gasmessung
- Gasdosierung
- Druckregelung
- Flüssigkeitsmessung
- Gasregelung
- Gasmischung
- Touch Screen Steuerung PCU 10
- Flüssigkeitsdosierung
PCU 10 - Kompatibel mit allen gängigen Durchflussmessern und Reglern (Modbus)

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

# MILLIARDENSCHWERER MARKT

## *VDMA-Befragung zur BZ-Marktentwicklung*

**Mit Prognosen ist das immer so eine Sache. Allzu oft kommt die Zukunft anders als erwartet. Trotzdem wagt die Arbeitsgemeinschaft Brennstoffzellen des Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA) einen Ausblick für die nächsten Jahre. Anhand einer Befragung hat der Industrieverband mit Unterstützung der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) versucht, den Entwicklungsstand von 2010 sowie den erwarteten Werdegang für die Zeit bis 2020 zu ermitteln. Demnach „lagen die Umsätze der Brennstoffzellenindustrie in Deutschland in den Bereichen Industrieanwendung, Hausenergieversorgung, Bord- oder Notstromversorgung 2010 noch im zweistelligen Millionenbereich –Tendenz stark steigend. Ab 2011 generieren Hersteller aus Deutschland hohe zweistellige Wachstumsraten."**

Die AG Brennstoffzellen hatte bereits in den Jahren 2008 und 2009 erste Umfragen zur Marktentwicklung vorgenommen. Jetzt bei der dritten Erhebung wurden Anfang 2011 insgesamt 200 ausgewählte Akteure hinsichtlich der Marktreife ihrer Produkte sowie der erwarteten Marktentwicklung befragt. Die mäßige Resonanz erlaubt zwar keine detaillierte Analyse über den gesamten Brennstoffzellensektor, gibt aber dennoch einen groben Überblick über die stationären und speziellen Märkte für Brennstoffzellen. Erstmals vorgestellt wurden die Ergebnisse während der Hannover Messe am 6. April 2011.



**VERLOCKEND HOHE MARKTSCHÖPFUNG** Wie die Industriebefragung ergab, sind die Beschäftigungszahlen im deutschen Brennstoffzellensektor bei stationären Anwendungen und speziellen Märkten in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen, derzeit aber „noch überschaubar" (Zitat). Aktuell existieren nach Schätzung der VDMA-Arbeitsgruppe rund 2.000 Arbeitsplätze in diesen Bereichen. Johannes Schiel, Geschäftsführer der AG Brennstoffzellen, geht davon aus, dass die Personaldecke weiter ausgebaut wird. Gleichzeitig erwartet er einen deutlichen Umsatzanstieg: „Bis zum Jahr 2020 können allein mit Brennstoffzellen für stationäre Anwendungen und frühe Märkte in Deutschland mehr als eine Milliarde Euro erwirtschaftet und über 5.000 Menschen beschäftigt werden." Guido Gummert, stellvertretender Vorsitzender der VDMA-Brennstoffzellen, sagte: „Die für das frühe Stadium der Industrie bereits sehr hohe Exportquote von 56 Prozent und der extrem hohe Wertschöpfungsanteil von über 80 Prozent machen die deutsche Brennstoffzellenindustrie zukunftsfähig."

Gummert, der gleichzeitig auch Geschäftsführer von BAXI Innotech ist, resümierte im Hinblick auf den stationären Sektor: „Wir rechnen mit mindestens 70.000 Brennstoffzellenheizgeräten in 2020." Weiterhin geht er davon aus, dass Brennstoffzellen mit einigen Hundert Megawatt installierter Leistung pro Jahr auch in Industrieanwendungen eine wesentliche Bedeutung erlangen werden. Im Bereich der speziellen Märkte wird erwartet, dass sich deren Anzahl aus dem Jahr 2010 von etwa 4.000 Systemen innerhalb von fünf Jahren verzehnfachen und innerhalb von zehn Jahren verzwanzigfachen wird.

Damit eine derart positive Prognose Realität wird, forderte Gummert „stabile energiepolitische Rahmenbedingungen und industriepolitische Maßnahmen zur Markteinführung in Deutschland." Gummert und Schiel waren sich darin einig, dass „neben dem Abbau von Markthemmnissen der Einsatz von zeitlich befristet und stark degressiv ausgerichteten Markteinführungsinstrumenten den Ausbau der Brennstoffzellenindustrie in Deutschland beschleunigt." Gegenüber der HZwei-Redaktion gab Schiel darüber hinaus zu Protokoll: „Wir fordern nicht ausdrücklich, wir sagen aber, was notwendig ist: Wenn die Politik diese Technologie fördern möchte, dann empfehlen die zwei Gutachten des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie sowie des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung bis zu zehn Jahre laufende Programme zur Markteinführung von Brennstoffzellen in stationäre Anwendungen und frühe Märkte in Höhe von zusammen bis zu 1 Mrd. Euro oder bis zu 100 Millionen Euro pro Jahr, denn es reicht am verzerrten Energiemarkt nicht aus, nur Grundlagenforschung zu betreiben." ||

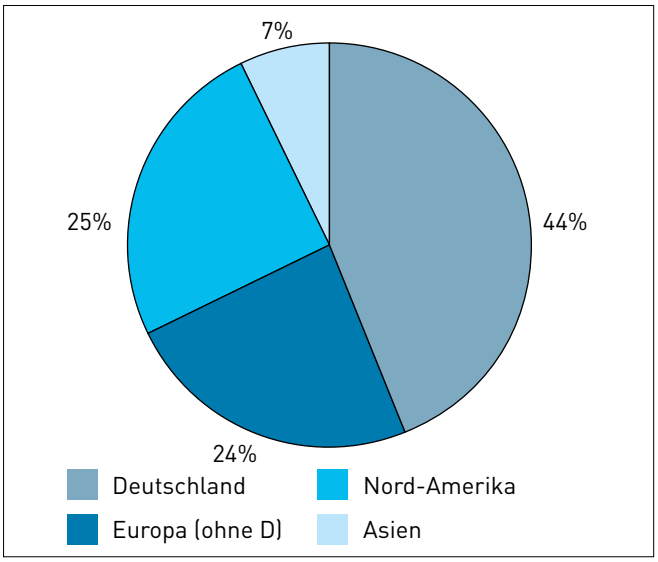



*Abb.: Marktanteile (umsatzgewichtet) nach Absatzmärkten [Quelle: VDMA]*

**AG BRENNSTOFFZELLEN**

In der Arbeitsgruppe Brennstoffzellen des VDMA sind insgesamt 60 Institutionen aktiv. Stack- und System-Hersteller, Komponentenzulieferer sowie Forschungsinstitute sitzen hier gemeinsam an einem Tisch, um – auch mit der Politik – über Einführungsstrategien für Brennstoffzellen auf den verschiedenen Märkten zu diskutieren. Das selbst erklärte Ziel dieses Industrienetzwerks ist die Koordinierung der Brennstoffzellenindustrie zum Ausbau von Wertschöpfung und Beschäftigung in Deutschland sowie für eine zügige Markteinführung der Brennstoffzellentechnologie.

**Thema:** International | **Autor:** Peter Hoffmann

# 25 JAHRE VON UND MIT PETER HOFFMANN

## *1986 – 2011 The Hydrogen & Fuel Cell Letter*

**Der *Hydrogen & Fuel Cell Letter,* das Partnermedium der *HZwei* aus den USA, feiert in diesem Jahr seinen 25. Geburtstag. Wir gratulieren an dieser Stelle dem Gründer und Herausgeber Peter Hoffmann und seiner Frau Sarah ausdrücklich zu diesem Jubiläum und danken für ein ganzes Vierteljahrhundert mühevoller Öffentlichkeitsarbeit über Wasserstoff und Brennstoffzellen, indem wir hier Auszüge der aktuellen H&FC-Letter aus dem Frühjahr 2011 abdrucken:**

The Hydrogen Letter

Peter Hoffmann, Editor and Publisher

May 1986 vol 1/No. 1

Canada Looks For Hydrogen Pact With U.S. Mar
Desoop H-Powered Locomotive, Conference Told

MONTREAL, CANADA -- Tantalizing hints about converting diesel railroad locomotives to liquid hydrogen and a strong pitch for a Canadian-U.S. hydrogen pact, noted by some hard-nosed assessments of continuing slight chances for more hydrogen penetration into the world's energy and chemical markets, were the highlights of a two-day hydrogen meeting March 24-25 in Montreal.

"The Hydrogen Link", a review of what's new in hydrogen in North America but also overseas, drew some 130 participants. The conference was the second of a series that began ten years ago in New York hosted then by the American hydrogen industry to discuss hydrogen prospects and examine the future role of hydrogen in the North American economy.

Part of the meeting's purpose, sponsored by Canada's Hydrogen Industry Council (HIC) and Canada's Departments of External Affairs and of Regional Industrial Expansion, was a pitch for a government agreement for a joint hydrogen program.

The American participants, tuned to official U.S. administration apathy, were pleasantly surprised by the expressions of official enthusiasm that engulfed them. Pierre MacDonald, the newly elected Minister of Exterior Commerce and Technology for the province of Quebec, sounded the theme during a luncheon address, hoping that Canada was making an $800 million contribution to the U.S. space station program -- a big outlay for a nation with one-tenth the population of the U.S. -- said his country had a strong interest in exporting its natural resources and skills to the U.S. but would also like to see American participation in a joint program.

Quebec minister urges agreement

"We'd like to see similar agreement on hydrogen," he said. "Let's do it together...we are

INSIDE

Editor's Note.....p.2
Message from Sen. Pryor (D-Wash).....p.3
House committee holds hydrogen hearings....p.3
Billings designs new electrolyzer.....p.3
Quantum gets NSF grant.....p.4
Transitions.....p.4

have and super to make a big deal. Let's make to both of us offers we can't refuse." His colleague John Ciaccia, (Quebec Minister of Energy and Resources, added his government has "good reasons to be interested in hydrogen."

And a federal official with a long record of hydrogen interest, while stressing a more modest note, indicated renewed federal support might be forthcoming again. Gary Guthie, Parliamentary Secretary to the Federal Minister of the Environment, Patricia Carney, said while the new conservative government had been forced to put hydrogen work on hold as part of an initial government-wide austerity drive, a new report, expected to be presented any day now to the Federal Minister of Science and Technology, "will speak very well for hydrogen."

MacDonald cited a list of specifics where collaboration seemed possible. Among them: Supply of Canadian-produced liquid hydrogen to the American space program "on a demonstration basis", both for ongoing work but also for future Space Station and Aerospace Plane needs; development of

(continued on p.3)

BMW Signs 10Year, DM 100 Million H-Engine R&D Contract With DFVLR

MONTREAL/STUTTGART, W. GERMANY -- The perhaps hottest news filtering out of the Montreal conference was that West German carmaker BMW was about to sign a 10-year, DM 100 million ($40 million) contract with DFVLR to develop an optimized liquid hydrogen-powered automobile engine. Carl-Jochen Winter, executive board member of the German aerospace agency, says his group would build 10 such vehicles. The first two cars are expected to be at the 8th World Hydrogen Conference in July in Vienna.

Engine development will include a new cylinder head with new types of injection jets and a newly designed cylinder interior shape.

The hoped-for effort will be a further drastic reduction of emissions. At present, BMWs equipped with LH engines produce only 0.27 grams of nitric oxides under the so-called ECE test cycle established by the European Community which permits 1.96 grams per mile; under next year's tougher standards, due to the introduction of catalytic mufflers, the limit drops to 1.7 grams.

Winter expects the cars will retain full power and will gain perhaps 10% in fuel savings. Walter Maschke, in charge of DFVLR's liquid hydrogen-car

(continued on p.3)

*Der historische „The Hydrogen Letter" vom Mai 1986 [Quelle: H&FCL]*

**EIN VIERTEL JAHRHUNDERT – 25 JAHRE H&FCL** Mai 2011 – Hier sind wir am Geburtstag unserer aller ersten vierseitigen Ausgabe, die im Mai 1986 mit Hilfe eines überhitzten, mit einem Kühlakku gekühlten IBM-Nadeldruckers herauskam. Auf der Titelseite stand damals noch *The Hydrogen Letter.* Name und logo wurden erst neun Jahre später zur Februar-Ausgabe 1995 in *The Hydrogen & Fuel Cell Letter* geändert. Die Überschriften der zwei Titelstories spiegeln den frühen – in später Einsicht – ungerechtfertigt optimistischen Ausblick auf große Ereignisse wieder, die passieren sollten, aber so nie eintraten. So hieß es: „Kanada plant Wasserstoffvertrag mit den USA – will wasserstoffbetriebene Lokomotive entwickeln" und „BMW unterzeichnet Zehnjahresvertrag über 100 Mio. DM für R&D am $H_2$-Motor mit DFVLR." Ha! Der Euro ersetzte die Deutsche Mark, DFVLR heißt heute DLR, dieser Vertrag kam nie zustande („Ich war falsch unterrichtet", um Humphrey Bogart in Casablanca zu zitieren) und Kanada baute nie eine Wasserstofflokomotive. Übrigens, die Auflage dieses blassen ersten Vierseiters betrug 50 Kopien.

**BLOOM ENERGY VERVIERFACHT PRODUKTIONSFLÄCHE** Mai 2011 – Das kalifornische Unternehmen hat angekündigt, es werde seine Fertigungsfläche um das Vierfache auf rund 20.000 Quadratmeter vergrößern und mehr als 1.000 neue Arbeitsplätze schaffen. Bloom Energy meldete, es sei in den vergangenen vier Jahren um 525 % gewachsen und habe rund 120 Bloom Boxes innerhalb Kaliforniens ausgeliefert. Dadurch habe die Firma dazu beigetragen, sowohl den Kohlendioxidfußabdruck als auch die Betriebskosten seiner Kunden (z. B. Google, Walmart, Caltech, eBay, Coca Cola usw.) zu reduzieren. Bis heute erzeugte die Bloom-Energy-Flotte von SOFC-Kraftwerken für ihre Kunden mehr als 55 Mio. Kilowattstunden unter Vermeidung von 27 Mio. Kilogramm an Treibhausgasemissionen, teilte das Unternehmen in einer Meldung im April 2011 mit.

**NEUER NAME FÜR PROTON ENERGY SYSTEMS** Mai 2011 – Der aus Connecticut stammende Hersteller von Wasserstoffgeneratorsystemen heißt jetzt *Proton OnSite.* Der Name wurde geändert, um die Ausweitung der Bandbreite auf die Onsite-Erzeugung von Stickstoff und Sauerstoff widerzuspiegeln. Der Gründer und Vorsitzende des Unternehmens, Tom Sullivan, sagte: „Unser Name hat gewechselt, aber die Firma hinter dem Namen bleibt dieselbe." Geschäftsführer Robert Friedland ergänzte: „Wir produzieren keine Energie, wir produzieren Gas."

**USC ERRICHTET WASSERSTOFF-EXZELLENZ-ZENTRUM** April 2011 – Die Universität von South Carolina (USC) hat eine Spende über 1,5 Mio. US-$ zur Errichtung eines neuen Exzellenzzentrums für Wasserstoffwirtschaft erhalten. Das Zentrum soll der Eckpfeiler für eine Hochschul-Industrie-Partnerschaft zwischen USC, der Fluor Corp. und Savannah River Nuclear Solutions LLC (SRNS) zur Förderung von sauberer, sicherer und erneuerbarer Energie und einer entsprechenden Infrastruktur werden.

**UTC POWER BAUT 400-KW-PURECELL-KRAFTWERKE** März 2011 – Die neue Gerätegeneration stationärer Brennstoffzellen von UTC Power, die PureCell® Model 400, hat 100.000 Betriebsstunden im Feldtest erreicht. Das Unternehmen bezeichnete diesen Schritt als „wichtigen Meilenstein." Das Phosphorsäure-Kraftwerkssystem erreichte damit nach Herstellerangaben eine Stack-Lebensdauer von zehn Jahren – doppelt so lange wie die Haltbarkeit der Vorläufergeneration und drei- bis viermal so viel wie kommerzielle Geräte der Mitbewerber. Seit den frühen 1990er Jahren hat UTC Power mehr als 300 stationäre BZ-Kraftwerke gebaut und in 19 Ländern auf sechs Kontinenten installiert. Die vorherige Anlage, die PureCell® Model 200, hat es mittlerweile auf über 9,4 Mio. Betriebsstunden gebracht. ||

*Autor:*
*Peter Hoffmann, The Hydrogen & Fuel Cell Letter*
*aus dem Englischen übersetzt von Sven Geitmann*

**Thema:** Weiterbildung | **Autor:** Sven Geitmann

# DIE BÜRGER HABEN DAS WORT

## *Votum zum Einsatz von grünem Wasserstoff*

*Abb.: Die Studentin Verena Zeffler übergab das Votum an Dirk Inger, BMVBS*



**Am Vormittag des 16. Mai 2011, zeitgleich zum Auftritt der NPE im Bundeskanzleramt, haben 16 Bürgerinnen und Bürger in Berlin ein Votum abgegeben, das ihre Haltung zum Thema Wasserstoff widerspiegelt und darüber hinaus Empfehlungen ausspricht, wie mit der Wasserstofftechnik im Rahmen der Energiewende umgegangen werden sollte. Die Teilnehmer der so genannten Bürgerkonferenz überreichten das 22-seitige Gutachten, in dem die Ergebnisse eines mehrwöchigen sozialwissenschaftlichen Projektes zusammengefasst sind, im Bundespresseamt an Dirk Inger vom Bundesverkehrsministerium.**

Deutschland ist eine Demokratie. Alle Macht geht vom Volke aus. So sollte es nicht nur theoretisch, sondern auch praktisch sein. In der Realität ist es jedoch etwas komplizierter, so dass spätestens seit dem verstärkten Auftreten der Lobbyisten immer wieder Zweifel aufkommen, ob Politik tatsächlich im Interesse der Bürgerinnen und Bürger gemacht wird. Um herauszubekommen, was wirklich im Sinne des Volkes ist, gibt es Wahlen. Weitere Instrumente, um die Stimmung in der Bevölkerung zu erfahren, sind Meinungsumfragen. Und es gibt Bürgerkonferenzen.

WAS IST EINE BÜRGERKONFERENZ? Das im Rahmen dieses Projektes angewandte Prinzip der Bürgerkonferenz orientiert sich an den Konsensus-Konferenzen aus Dänemark. Hierbei werden zufällig ausgewählte Personen eingeladen, sich umfassend mit einer bestimmten Thematik auseinanderzusetzen und sich dazu eine eigene Meinung zu bilden. In Deutschland wurden bereits vier derartige meinungsbildende Maßnahmen über neue Technologiethemen durchgeführt: zu Gendiagnostik, Nanotechnologie, Stammzellen- und Hirnforschung. Dieses Mal organisierte die Bürgerkonferenz das Unabhängige Institut für Umweltfragen (UfU), dessen Motto lautet: *Umweltfragen bürgernah.* Das ergebnisoffen organisierte Vorhaben trug den Titel „Mobil mit Wasserstoff“ und wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) durchgeführt. Das Ziel ist, herauszubekommen, welche Forderungen Bürgerinnen und Bürger an eine sozialverträgliche Realisierung einer $H_2$-Wirtschaft im Mobilitätssektor haben.

Im Rahmen dieses Projektes, das Teil des übergeordneten *HyTrust*-Vorhabens (*hy* für hydrogen, *trust:* engl. Vertrauen) ist, trafen sich an drei Wochenenden im April und Mai dieses Jahres zufällig ausgewählte Bürgerinnen und Bürger in der Bundeshauptstadt. Das UfU hatte zuvor insgesamt 10.000 Personen aus Berlin-Brandenburg angeschrieben. Aus den 79 Rückmeldungen wählten die Organisatoren anschließend eine repräsentative Mischung aus jeweils neun Männer und Frauen unterschiedlicher Herkunft (Stadt und Land), unterschiedlichen Alters (21 bis 79 Jahre) und aus verschiedenen Tätigkeitsfeldern, die ehrenamtlich an diesem Vorhaben teilnahmen, aus. Die Gruppengröße reduzierte sich dann im Laufe des Projekts auf 16 Mitwirkende.

Teile des Meinungsbildungsprogramms waren ausgiebige Expertenbefragungen, eigene Praxisversuche sowie zahlreiche Diskussionsrunden. Es kamen Fachleute aus der Industrie, aus Forschung, Politik und Verwaltung. Unter anderem war auch HZwei-Herausgeber Sven Geitmann zu Gast, um die Thematik aus möglichst neutraler Sicht zu beleuchten und über Chancen sowie Risiken der Wasserstofftechnologie zu diskutieren. Erste praktische Erfahrungen sammelten die Volksvertreter gleich am ersten Wochenende an Lehr- und Demonstrationsobjekten, mit deren Hilfe sie beispielsweise selber Wasserstoff herstellen konnten. Am zweiten Wochenende ging es dann weiter mit eigenen Versuchsfahrten in Brennstoffzellenautos.

**KONKRETE FORDERUNGEN** Parallel zur Wissensvermittlung dokumentierte die Gruppe alle Erkenntnisse. Herausgekommen bei dieser so genannten „Methode der partizipativen Technologiefolgenabschätzung“ ist letztlich ein Gutachten, in dem die 16 Bürgerinnen und Bürger aus Sicht des informierten Laien ein Votum zum Thema „Wasserstoff im Mobilitätsbereich“ abgegeben haben.

So wurde beispielsweise als Kernaussage festgehalten, dass Wasserstoff aus erneuerbaren Energien erzeugt werden müsse. Dies sei eine „Grundbedingung für die Einführung des Wasserstoffautos.“ Weitere Grundbedingungen sind, „dass das Wasserstoffauto für die Mehrheit der Bevölkerung bezahlbar sein wird“ und „dem Autofahrer hinsichtlich Haltung, Wartung und Benutzung keine zusätzlichen Kosten erwachsen.“ Darüber hinaus müssten „weitere neue Antriebskonzepte sowie bestehende Antriebe besser genutzt, weiter optimiert und insgesamt eine nachhaltige Produktion von Autos angestrebt werden.“ Zudem „muss eine flächendeckende Tankstelleninfrastruktur neu aufgebaut werden“, wobei geringe Anteile auch direkt ins bereits bestehende Gasnetz eingespeist werden können. Zudem stellte die Gruppe fest, dass „Wasserstoff für die Langzeitspeicherung der saisonal produzierten Energieüberschüsse notwendig ist.“ Daraus resultiert die Forderung, unterschiedliche Nutzungsmöglichkeiten von Wasserstoff von unabhängiger Seite prüfen und bewerten zu lassen. Als weitere Möglichkeit wird auch die Methanisierung (Beimengung von $CO_2$ zu $H_2$ zur $CH_4$-Erzeugung) in Erwägung gezogen. „So stünde ein großes Speichervolumen zur Verfügung, aus dem die Energie unterschiedlichen Nutzungen zugeführt werden kann.“

**INFORMIEREN UND SENSIBILISIEREN** Ganz wesentlich sei außerdem, mehr Akzeptanz zu schaffen, damit „die Technologieeinführung nicht durch eine Ablehnung (wie z. B. durch Verbraucher bei E10) behindert wird.“ Deswegen müsse „die Bevölkerung über Umweltverträglichkeit, Sicherheit, Handhabung und Kosten informiert und für die Veränderung sensibilisiert“ werden. Politik und Medien dürften diese Informationsvermittlung allerdings „nicht nur der Automobilindustrie und den Energieversorgern überlassen“. Stattdessen müssten „alle Beteiligten in die Entscheidungsprozesse einbezogen“ werden. Konkret heißt es: „Bürger und Verbraucher haben ein Recht auf Information nach dem Prinzip ‚Klarheit und Wahrheit.‘“ In Teilen der Bürgergruppe bestand zudem die Befürchtung, dass es (ähnlich wie bei der Energieversorgung) zu einer Aufteilung der Rohstoff- und Absatzmärkte kommen könnte zu Lasten einer freien Preisbildung. Aus diesem Grund wurde gefordert, „den Einfluss vorhandener staatlicher Regulierungsbehörden zu stärken.“

Das abschließende Votum thematisiert allerdings nicht nur Wasserstoff. Es bezieht auch die aktuelle Energiewende sowie künftige Verkehrskonzepte und die Energieversorgung mit ein, da die Bürgerinnen und Bürger die Begrenzung ihrer Arbeit auf das Wasserstoffauto als „zu eng“ empfunden hatten. Die Gruppe hält „eine schnelle Energiewende für unerlässlich“, damit „der $CO_2$-Ausstoß drastisch verringert werden“ kann. Atomenergie wird von der Bürgergruppe nicht als Option gesehen. Sie erwartet vielmehr Effizienzsteigerungen und Einsparungen im Energiesektor. Im Mobilitätssektor sollen neue politische Rahmenbedingungen für mehr Umweltfreundlichkeit und Sozialverträglichkeit sorgen. Darüber hinaus müsste der öffentliche Verkehr gefördert, gleichzeitig aber der Individualverkehr auf dem Land beibehalten und beides intelligent miteinander vernetzt werden.

**BÜRGERGUTACHTEN AN ÖFFENTLICHKEIT ÜBERGEBEN** Das Bürgergutachten wurde offiziell Mitte Mai im Rahmen einer Pressekonferenz „der Öffentlichkeit“ übergeben (s. Foto). Als Vertreter der Öffentlichkeit fungierten Dirk Inger vom BMVBS, Henning Heidemanns vom Brandenburgischen Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten, Dr. Werner Reh vom Bund für Umwelt und Naturschutz in Deutschland (BUND) und Peter Froeschle von Daimler als Vertreter der Automobilindustrie. Alle Beteiligten lobten ausdrücklich den basisdemokratischen Ansatz dieses Vorhabens und stimmten der Feststellung aus dem Votum zu, in der es heißt: „Bürger haben ein Recht auf Informationen.“ Inger sagte voller Respekt: „Sie haben den Nagel auf den Kopf getroffen. Das sind Fragen, die wir in der Bundesregierung fast in gleicher Weise auch diskutieren. Wir werden das sehr sorgfältig prüfen und in unsere Arbeit mit einfließen lassen.“ Heidemanns zeigte sich insbesondere von dem Engagement der Teilnehmer beeindruckt: „Sie haben nicht nur über Wasserstoff diskutiert, Sie haben – viel wichtiger – auch noch die Systemfrage gestellt.“

Der Projektleiter vom UfU, Dr. René Zimmer, bezeichnete das Votum als „ein fundiertes Urteil aus Laiensicht.“ Er erhoffte sich von dem gesamten Projekt, dass dem Bürgervotum angesichts der aktuell diskutierten Energiewende eine besondere Bedeutung beigemessen wird und dass in dem derzeitigen Entscheidungsprozess nicht nur die Stimmen der Politik und der Experten gehört werden. Wichtig sei, so Zimmer, dass sich auf diesem Weg Bürger direkt an der öffentlichen Diskussion beteiligen konnten und hoffentlich auch weiter beteiligen werden. ||

**Thema:** Weiterbildung | **Interviewpartner:** Teilnehmer der Bürgerkonferenz

# „ICH HÄTTE GERNE EINE $H_2$-CAR-SHARING-FLOTTE“

## *Interview mit Teilnehmern der HyTrust-Bürgerkonferenz*

**16 Bürgerinnen und Bürger haben sich über sechs Wochen hinweg intensiv mit „Wasserstoff als Kraftstoff für eine zukünftige Mobilität“ beschäftigt. Ohne wesentliche Vorkenntnisse haben sie sich mit einer Thematik auseinandergesetzt, die zwar schon seit etlichen Jahren diskutiert wird, die für den Normalbürger aber bislang noch keine Relevanz hat. Dass in der Öffentlichkeit eine gewisse Offenheit und durchaus auch ein Interesse an dieser Technologie bestehen, wurde bereits in anderen vorausgegangenen Akzeptanzstudien gezeigt. Aber was weiß Otto-Normal-Verbraucher eigentlich über Wasserstoff? Wie beurteilen die Frau und der Mann von der Straße die neue Technik? Und – das dürfte das wichtigste sein – was erwarten sie von der weiteren Entwicklung? HZwei befragte dazu direkt nach der Übergabe des Votums die Teilnehmer der Bürgerkonferenz. Lesen Sie hier einige Auszüge.**

*HZwei: Eigentlich haben Sie Ihre „Bürgerpflicht“ schon mehr als erfüllt. Umso freundlicher ist es von Ihnen, dass Sie jetzt noch für ein paar Fragen zur Verfügung stehen. Dafür vorab schon mal herzlichen Dank. Fangen wir zunächst mal damit an, wie Sie hierher gekommen sind. Sie hatten ein Anschreiben bekommen, auf das Sie antworten konnten, aber nicht mussten. Warum haben Sie geantwortet?*

SVEN BABA: Ich habe es zwar gelesen, hab es aber erst einmal zwei Tage auf dem Fensterbrett liegen lassen und mir dann am dritten Tag noch mal vorgenommen. Dann hab ich überlegt: Was ist es? Wollen die mir da was verkaufen? Dann hab ich gesagt, du machst es. Dann hab ich gewartet. Eine bestimmte Spannung blieb, was kommt da?

TORSTEN BLOBELT-DISCHER: Ja, die blieb bis heute früh. Ich habe das Schreiben auch zunächst lange liegen lassen und die Antwort dann auf den letzten Drücker per Fax weggeschickt.

CAROLINE SCHLEIER: Ich hatte allgemeines Interesse, weil ich mich auch schon mit Biomasse beschäftigt habe.

UTE KLAUSNITZER: Was mich inspiriert hatte, war das Logo vom Ministerium. Da hab ich mich gefragt: Was wollen die denn? Als Begründung habe ich dann geschrieben, dass die deutsche Industrie endlich den anderen hinterher hinken und nicht den Kfz-Markt den Japanern überlassen soll.

*Frauke Kraft und Caroline Schleier [Foto: Heidi Scherm]*

*HZwei: Sie mussten Ihre Antwort also begründen?*

UTE KLAUSNITZER: Ja, das war für mich die Herausforderung. Ich hab dann zunächst mal gegoogelt, das hat mich interessiert, so dass ich mich beworben habe. Dann hab ich abgewartet.

PETER REINHARDT: Ich hab’s als Suchspiel begriffen, wo die Katze im Sack ist. Da fand ich aber nichts. Dann habe ich es meiner Tochter gezeigt, die an der Schule gerade ein wissenschaftliches Projekt macht. Als sie das sah, gab es dann kein Halten mehr, dann war das ein gemeinsames Projekt. Außerdem hat mir das Thema Bürgerkonferenz gefallen.

*Sandra Elena Brauckmann [Foto: Heidi Scherm]*

*HZwei: Haben Sie sich denn schon vorher mit dem Thema „Wasserstoff“ beschäftigt?*

DORIS HEGENBARTH: Nein, überhaupt nicht.

SVEN BABA: Nein, ich war ganz unbeleckt.

TORSTEN BLOBELT-DISCHER: Nur was man so manchmal liest in populärwissenschaftlichen Zeitschriften.

*HZwei: Wie war denn anfangs die Stimmung? Eher skeptisch oder gar euphorisch?*

CAROLINE SCHLEIER: Ich war sehr skeptisch.

DORIS HEGENBARTH: Zu Anfang waren wir sehr ängstlich. Aber gleich am ersten Wochenende wurde uns alles so gut erklärt, dass die Angst weg war. Dann habe ich gesucht und gegoogelt, ob sonst irgendetwas gegen diese Technik spricht, ob vielleicht die Umweltverbände dagegen sind oder so, hab’ aber nichts gefunden.

PETER REINHARDT: Das Thema Wasserstoffauto war für mich schnell geklärt. Die Dinger fahren doch. Das habe ich gar nicht mehr in Frage gestellt, da hatte ich keine technischen Bedenken. Es geht doch nur noch darum, die Tankstellen zu bauen. Ungeklärt war für mich zunächst das Umfeld. Den großen Zusammenhang, wo der Wasserstoff und die Energie dafür herkommen, den mussten wir uns erst einfordern. Die Planung war wohl eigentlich, uns drei Tage lang nur über Technik zu erzählen, aber das war gar nicht notwendig und wurde dann auch geändert.

*HZwei: Und wie hat sich die Stimmung im Laufe der Konferenz verändert?*

*Ute Klausnitzer und Peter Reinhardt [Foto: Heidi Scherm]*

PETER REINHARDT: Am zweiten Wochenende wäre die Stimmung fast gekippt. Es schien, als sei alles – die Infrastruktur und so weiter – viel zu teuer.
CAROLINE SCHLEIER: Im Nachgespräch kam dann aber quasi in einem Nebensatz raus, dass es auch noch andere Wege zur Energieverteilung gibt, zum Beispiels über Methanisierung. Da haben wir heiß drüber diskutiert. Das traf außerdem zusammen mit der Feststellung, dass 700 bar zur Speicherung von Wasserstoff in Autos doch ziemlich viel ist. Da muss man gucken, was sind die besten Optionen.
TORSTEN BLOBELT-DISCHER: Der Kritikpunkt an der Methanisierung war, dass dies keine 100%ig „grüne Lösung" war. Hier bestand große Unsicherheit.
CAROLINE SCHLEIER: Mich hätten die Verluste bei den Umwandlungsschritten interessiert. Hier wollen wir es überprüft sehen, dass dies auch tatsächlich nachhaltig ist.
DORIS HEGENBARTH: Ich habe mich hier nicht genügend informiert gefühlt. Die Krux ist doch, wo denn die Energie herkommt.
JÖRG LANGROCK: Von drei Arbeitsgruppen waren auf einmal zwei dagegen.
VERENA ZEFFLER: Ich hab dann auch gegrübelt wegen der Verluste bei der Umwandlung, Nachteile wegen der Kohlendioxidbilanz und so weiter. Die Wasserstoffinfrastruktur lohnt sich eben nur dann, wenn möglichst viele partizipieren.

*HZwei: Was hat Sie am meisten überrascht? Welche Information? Welche Aussage?*
CAROLINE SCHLEIER: Es gab manchmal so ganz nebenbei Überraschungsmomente, dass zum Beispiel die Temperatur, die Abführung der Wärme, noch ein Problem darstellt. Da wurde es im Nachgang dann kompliziert.
TORSTEN BLOBELT-DISCHER: Genau, dann hieß es: Es gibt hier noch ein Modul für dieses und dort noch eins für jenes. Es ist halt noch relativ viel Regelungstechnik notwendig, obwohl die eigentliche Brennstoffzelle gar nicht so groß ist.
DORIS HEGENBARTH: Ja, das war dann wieder so ein Querschläger.

*HZwei: Woran liegt es Ihrer Meinung nach, dass es immer wieder Verzögerungen gibt?*
VERENA ZEFFLER: Herr Thießen von General Motors hat uns schlüssig erklärt, dass damals die Marktreife zu früh verkündet wurde. Als Ingenieure haben sie den Aufwand einfach unterschätzt. Letztendlich gibt es immer mehr Probleme als zunächst erwartet.
DORIS HEGENBARTH: Der Wettbewerb hat aber jetzt begonnen. Daimler scheint hier weiter als General Motors zu sein. Die werden es jetzt weiter durchziehen, dann läuft es ähnlich wie bei Flüssiggas.

PETER REINHARDT: Wir hatten auch Verschwörungstheorien.
TORSTEN BLOBELT-DISCHER: Wir haben uns darauf „verständigt", dass es jetzt noch drei bis neun Jahre dauern wird bis zur Markteinführung.

*HZwei: Hatte diese Veranstaltung auch Einflüsse auf Ihr Privatleben? Haben Sie in der Familie, mit Freunden, Bekannten darüber gesprochen?*
TORSTEN BLOBELT-DISCHER: Ich musste viel erklären: Warum kann ich Wasserstoffautos noch nicht kaufen? Als ich das dann erklärt hatte, waren die Bedenken weg.
VERENA ZEFFLER: An der Uni bestand bei meinen Kommilitonen durchaus Interesse an der Technik.

*HZwei: Denken Sie, dass diese Bürgerkonferenz Ihr Leben nachhaltig beeinflussen wird?*
DORIS HEGENBARTH: Ja, wir sind jetzt für dieses Thema sensibilisiert.
PETER REINHARDT: Ja. Ich habe die Erkenntnis, dass ich kein Auto brauche.

*Torsten Blobelt-Discher [Foto: Heidi Scherm]*

*HZwei: Was werden Sie voraussichtlich als nächstes für ein Auto kaufen?*
DORIS HEGENBARTH: Wir fahren schon ein Gasauto. Wenn es Wasserstoffautos gäbe, wäre ich nicht abgeneigt, allerdings wäre das abhängig vom Preis.
TORSTEN BLOBELT-DISCHER: Autogas scheint momentan die beste Alternative zu sein. Wasserstoff käme dann im übernächsten Fahrzeugzyklus dran.
VERENA ZEFFLER: Ich hätte gerne eine Wasserstoff-Car-Sharing-Flotte.

*HZwei: Herzlichen Dank Ihnen allen für diese informative Runde.*

*Verena Zeffler [Foto: Heidi Scherm]*

**Thema:** Weiterbildung | **Autor:** Christian Machens

# HYFACTS – GEBALLTES $H_2$-WISSEN

## *Wissensvermittlung für Genehmigungsbehörden*

**Die Zukunft des Automobils wird elektrischer und dazu gehört ganz klar auch der Einsatz von Brennstoffzellen. Diese benötigen gasförmigen Wasserstoff, der an Tankstellen verfügbar gemacht werden soll. Für einen reibungslosen Aufbau der benötigten Infrastruktur ist eine Vielzahl von Mitspielern nötig, die aber nicht immer ausreichend mit den Eigenschaften von Wasserstoff und den Zulassungsverfahren zur Installation von Wasserstofftankstellen vertraut sind. Insbesondere die Behörden wie beispielsweise Bauordnungsämter, Ministerien und auch die Feuerwehren sind in den Genehmigungsprozess involviert. In einigen Projekten wurde bereits beobachtet, dass diese Institutionen auf Grund von mangelndem Verständnis für die Wasserstofftechnologie entweder besonders harte Auflagen erteilen, oder der Genehmigungsprozess unnötig lange dauert, da die zuständigen Personen „auf Nummer Sicher" gehen wollen.**

*Abb.: Kick-off-meeting beim TÜV Süd in München (von links): Vladimir Molkov (UU), Sidonie Ruban (AL), Marieke Reijalt (FAST/EHA), Kai Probst (TÜV Süd Akademie), Frédéric Barth (AL), Randy Dey (CCS), Christian Machens (TÜV Süd Akademie), Alberto Pieri (FAST/EHA), Dmitriy Marakov (UU), Brigitte Hanemann (TÜV Süd Akademie), Stefan Ledin (HSL) [Quelle: TÜV Süd Akademie]*



Quer durch Europa sind die Genehmigungsverfahren sehr verschieden und die Personenkreise, die vor der Genehmigung befragt werden müssen, sind recht unterschiedlich. In einigen Ländern spielt die Feuerwehr mit die wichtigste Rolle (Italien) und in anderen Ländern muss sie gar nicht befragt werden. Um dieses Durcheinander etwas zu entwirren und den involvierten Stellen ein ganz konkretes Verständnis bezüglich der Sicherheit von Wasserstoffinstallationen zu geben, wurde das Projekt *HyFacts* ins Leben gerufen.

Bei diesem Vorhaben ist die TÜV Süd Akademie Konsortialführer, und auch die TÜV Süd Industrie Service bringt ihr Know-how aus einer Vielzahl von bereits erfolgten Zulassungsverfahren von Wasserstofftankstellen und Komponenten mit ein. Das Projekt ist als „coordination and support action" zu 100 % von der Europäischen Union gefördert und wird zweieinhalb Jahre laufen. Der Start erfolgte im Februar 2011, und die ersten Schritte sind schon getan. Das Projektziel ist, bis Ende 2013 ansprechendes Schulungsmaterial auszuarbeiten, welches dann in modularen Kursen den jeweiligen Behördenmitarbeitern in ganz Europa angeboten werden kann. Man erhofft sich dadurch eine Vereinfachung bei der Einführung von Wasserstoff als Treibstoff für Fahrzeuge, aber auch bei Anwendungen im stationären Bereich wie Brennstoffzellen für USV- und Elektrolyseanlagen (z. B. Wind-Wasserstoff) oder beim Betrieb von Wasserstofffahrzeugflotten.

Im HyFacts-Projekt kommt geballtes Fachwissen zusammen. Die Projektpartner sind Air Liquide Hydrogen Energy, CCS, FAST/EHA, Health and Safety Laboratory HSL, TÜV SÜD Akademie und die University of Ulster. Insgesamt sind 92 Mannmonate veranschlagt und das Projektvolumen liegt bei etwas über 1 Mio. Euro.

In den einzelnen Arbeitspaketen sollen zuerst die verschiedenen Ansprechpartner in den einzelnen EU-Ländern ermittelt und ein Online-Fragebogen erstellt werden, den die Behördenvertreter ausfüllen können, um eine ganz gezielte Ausbildung zu ermöglichen. Schon während der Projektlaufzeit werden in Deutschland, Irland und Italien Testveranstaltungen stattfinden, die wichtiges Feedback von den Teilnehmern in das Projekt rückkoppeln sollen.

Die Inhalte der Schulungen beinhalten unter anderem die physikalisch-chemischen Eigenschaften von Wasserstoff, der grundsätzliche Aufbau und die Wirkungsweise von Brennstoffzellen, verschiedene Produktionsverfahren für Wasserstoff, Normen und technische Regeln in Bezug auf Wasserstoffproduktion, -speicherung und -anwendung sowie die Vermittlung des Grundverständnisses für sicherheitsrelevante Strategien bei der Zulassung von Wasserstoffinstallationen. Die werkstofflichen Eignungen von Komponenten und die Risikobegrenzung durch Einsatz von wasserstoffspezifischen und allgemeinen Sicherheitsgrundsätzen komplettieren zusammen mit der Vermittlung des Ablaufs von Zulassungsverfahren in der EU den Inhalt der Schulungsmaterialien.

Das HyFacts Projekt kooperiert auch mit anderen Projekten wie zum Beispiel HySafe, HyProfessional und TrainHy. Ebenso werden Projekterfahrungen aus bereits abgeschlossenen Projekten wie zum Beispiel HyFleet:CUTE, ZeroRegio, HyApproval, EIHP und HyChain gesammelt und die relevanten Informationen so aufbereitet, dass die Teilnehmer dadurch erfahren können, welche Fehler bereits gemacht wurden, wie man es besser machen kann und welche Sicherheitskonzepte wirklich sinnvoll sind. ||

*Autor:*

*Christian Machens*
*→ Christian.Machens@tuev-sued.de*
*TÜV SÜD Akademie GmbH, Leipzig*

**Thema:** Sicherheit | **Autor:** Sven Geitmann

# $H_2$-EXPLOSIONEN IN FUKUSHIMA

## *Erklärungsversuch der Abläufe im AKW*

**In dem japanischen Atomkraftwerk Fukushima I ist es wiederholt zu Wasserstoffexplosionen gekommen: am 12. März 2011 in Block 1, am 14. März in Block 3 und am 15. März in Block 2. Wie konnte es zur Freisetzung von Wasserstoff kommen? Welche Vorgänge liefen dort ab? Anfang Juni hieß es, es sei mehr Wasserstoff entwichen, als zunächst angenommen, so dass der Schaden auch höher als erwartet sei. Normalerweise ist in Siedewasserreaktoren kein Wasserstoff vorhanden – weder gasförmig noch flüssig.**

Der Deutsche Verband für Wasserstoff- und Brennstoffzellen (DWV) geht davon aus, dass die Hüllen der Brennstäbe der Ursprungsort des Wasserstoffs sind. Diese Hüllen, die den Kernbrennstoff zusammenhalten, bestehen hauptsächlich aus Zirkonium, einem Metall, das bei etwa 1.000 °C beginnt zu oxidieren. *„Da es aber rund um den Reaktorkern keinen freien Sauerstoff gibt, reagiert das Metall mit dem Wasserdampf und entzieht diesem den Sauerstoff. Nimmt man dem Wasser den Sauerstoff weg, bleibt Wasserstoff übrig.“* (Zitat: DWV-Meldung vom 16.03.2011)

Diesen Erklärungsansatz verfolgt auch das Karlsruher Institut für Technologie (KIT), das am gleichen Tag gemeinsam mit dem Forschungszentrum Jülich sowie dem Fraunhofer IAM und dem Fraunhofer IKET eine Stellungnahme herausgab. Darin hieß es: *„Beim Ausfall der Kühlung erhitzt sich der Kern allmählich und es kommt zunehmend zur chemischen Reaktion zwischen Materialien im Reaktor und dem noch vorhandenen Wasserdampf. Am wichtigsten sind dabei die Umhüllungen des Brennstoffs (Hüllrohre), die aus Legierungen des Metalls Zirkonium bestehen. Zirkonium reagiert mit dem noch vorhandenen Wasserdampf entsprechend folgender Gleichung:*

$$Zr + 2\,H_2O \rightarrow ZrO_2 + 2\,H_2 + Wärme$$

*Diese Reaktion ist die Hauptquelle für die Produktion von Wasserstoff. Die Oxidation von 1 kg Zirkonium führt zur Bildung von ca. 50 g Wasserstoff (500 l bei Normaldruck).“*

In einem Siedewasserreaktor können sich rund 50 t Zirkonium befinden. Demzufolge kann sich eine große Menge Wasserstoff bilden.

Eine andere Möglichkeit, wie sich Wasserstoff bilden könnte, wäre die Thermolyse von Wasser (Spaltung/Dissoziation durch hohe Temperaturen). Die thermische Dissoziation bezeichnet den Zerfall von Molekülen – in diesem Fall des $H_2O$-Moleküls – durch Wärmeeinwirkung in seine einzelnen Bestandteile ($H_2$ & $O_2$). Oberhalb einer Temperatur von etwa 2.700 °C vollzieht sich eine direkte Spaltung von Wasserdampf in Wasserstoff und Sauerstoff. Bei der Anwesenheit spezieller Reaktionspartner (z.B. Jod, Schwefeldioxid) könnte die Mindesttemperatur zwar auf 1.000 bis 1.700 °C gedrückt werden, aber trotzdem gilt diese Variante eher als unwahrscheinlich.

Wie sich mittlerweile herausstellte, gilt es als sicher, dass in drei Blöcken des Kernkraftwerks eine Kernschmelze erfolgte – und zwar höchstwahrscheinlich bereits innerhalb der ersten Stunden oder Tage nach dem Erdbeben. Ausgelegt sind die Druckbehälter für 280 °C. Zudem spricht gegen die Thermolyse, dass bei einem derartigen Prozess auch Sauerstoff freigesetzt würde, so dass direkt am heißesten Punkt ein zündfähiges Wasserstoff-Sauerstoff-Gemisch vorgelegen hätte.

Unabhängig davon, auf welchen chemischen Pfaden der Wasserstoff bei diesem Unglück erzeugt wurde, steht fest, dass sich das freigesetzte Wasserstoffgas mit dem Luftsauerstoff vermengte, so dass ein zündfähiges Gemisch entstand. Dieses Gemisch entzündet sich, wodurch die Gebäudehüllen der Gebäude 1 und 3 absprengt wurden. Zur Entzündung von Wasserstoff kommt es nur, wenn Sauerstoff vorhanden ist, sich ein zündfähiges Wasserstoff-Sauerstoff-Gemisch gebildet hat und zudem ausreichend Zündenergie zugeführt wird. ||

FUKUSHIMA I
Das gesamte Kernkraftwerk Fukushima I verfügt in seinen insgesamt sechs Blöcken über eine elektrische Bruttoleistung von 4.696 MW, deutlich mehr als deutsche Kraftwerke. Ähnliche Reaktortypen (Siedewasserreaktor) stehen in Brunsbüttel (Bruttostromleistung: 806 MW), Isar 1 (912 MW) und Philippsburg 1 (926 MW). Die Anlage in Krümmel bei Hamburg ist vom gleichen Typ, aber leicht modifiziert und größer (1.402 MW).



h2herten
Wasserstoff-Kompetenz-Zentrum

ANWENDERZENTRUM H2HERTEN

- Erstes Technologiezentrum für Firmen der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik
- Büroräume und Technika
- Integrierte Wasserstoffversorgung (Windstromelektrolyse)
- H2-basiertes Energiekomplementärsystem
- Meetingräume inkl. Präsentationstechnik

Ansprechpartner:
Dieter Kwapis | Frank Nosczyk | info@h2herten.de | www.wasserstoffstadt.de

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

# NPE ÜBERGIBT 2. BERICHT AN MERKEL

## *Kabinett legt Regierungsprogramm vor*

**Der zweite Bericht der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) ist am 16. Mai 2011 vom Vorsitzenden des Lenkungskreises, Prof. Dr. Henning Kagermann, an Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel übergeben worden. Das Expertengremium empfiehlt in seinem 116-seitigen Bericht eine verstärkte Förderung im Bereich der Forschung und Entwicklung. Zwei Tage später, am 18. Mai, verabschiedete das Kabinett quasi als Antwort auf diesen Bericht ein Regierungsprogramm Elektromobilität.**



Prof. Henning Kagermann sprach bei der Übergabe des NPE-Berichts von einer „kalkulierbaren Erfolgsstory." Er erklärte: „Es ist glaube ich für alle klar: Elektromobilität wird sich durchsetzen, denn das ist einfach eine logische Konsequenz." Dabei schien Kagermann davon auszugehen, dass die Ergebnisse des aus sieben Leitgruppen bestehenden Expertengremiums eins zu eins umgesetzt werden. Dies würde bedeuten, dass es mit einer umfassenden staatlichen Förderung bis zum Jahr 2014 rund 100.000 elektrische Fahrzeuge in Deutschland gäbe, bis 2017 rund 500.000 und 2020 eine Million. Es bestünde dann das Potential, über 30.000 zusätzliche Arbeitsplätzen bis zum Jahr 2020 zu schaffen. Diese Entwicklung setzt allerdings voraus, dass tatsächlich die von der NPE errechneten rund vier Mrd. Euro für die Marktvorbereitungsphase in Form von Staatsgeldern zur Verfügung gestellt werden, was aus heutiger Sicht eher unwahrscheinlich ist.

Die Bundesregierung ließ indessen erkennen, dass – zusätzlich zu den bereits bewilligten eine Milliarde Euro – bis zum Ende der Legislaturperiode eine weitere Milliarde Euro investiert werden soll. Dies wären dann also 2 Milliarden Euro bis zum Jahr 2013 anstelle der von der NPE geforderten 4 Mrd. Euro bis 2014. Bundesforschungsministerin Prof. Dr. Annette Schavan, aus deren Haushalt etwa die Hälfte der vom Bund zugesagten Mittel stammen, begründete diese Maßnahme mit den Worten: „Über den Markterfolg der Elektromobilität entscheidet […] die größte technologische Kompetenz. Darum verstärken wir jetzt unsere Forschungsförderung in diesem Bereich. Einen besonderen Schwerpunkt werden wir dabei auf die Batterieforschung legen." Die Bundeskanzlerin sagte dazu: „Ich bin sehr optimistisch, dass wir hier einmal schon verlorenes Terrain sehr schnell wieder aufholen können." Sie verschwieg jedoch, dass es deutsche Unternehmen waren, die hiesiges Batterie-Know-how vor Jahren zur Gewinnmaximierung an ausländische Firmen verkauft hatten und dass dieses Know-how nun mit Steuergeldern wieder zurückerlangt werden soll.

**DREI ENTWICKLUNGSPHASEN** Die NPE empfiehlt neben der Intensivierung der Grundlagenforschung auch die Schaffung regionaler Schaufenster. Anstelle wie bisher deutschlandweit mehrere Modellregionen zu fördern, soll umgesattelt werden, damit sich die Bemühungen und Wirkungen auf wenige groß angelegte Regionen konzentrieren können. Auf diese Weise ließe sich das Thema national und auch international besser sichtbar machen und auch besser vermarkten, heißt es. Insbesondere Berlin rechnet sich gute Chancen aus, als regionaler Leitmarkt Berücksichtigung zu finden (s. S. 38), da in der Bundeshauptstand bereits vergleichsweise viele Ladesäulen installiert und E-Fahrzeuge auf der Straße sind.

Weiterhin schlagen die Autoren des Berichts vor, den Massenmarkt bis 2020 in drei Schritten zu erschließen: Zunächst solle die Marktvorbereitung bis 2014 mit den benannten Schwerpunkten auf Forschungsförderung und Schaufensterprojekten weitergeführt werden. Anschließend folgt bis 2017 der Markthochlauf mit dem Fokus auf Marktaufbau bei Fahrzeugen sowie Infrastruktur, bevor in neun Jahren von einem tragfähigen Markt gesprochen werden kann. Nach NPE-Berechnungen würden E-Autos in den Jahren 2013 bis 2017 etwa 4.000 bis 9.000 Euro mehr als herkömmliche Autos mit Verbrennungsmotor kosten.

**EINBINDUNG VON ERNEUERBAREN ENERGIEN** Damit sich Deutschland tatsächlich als Leitmarkt etablieren könne, sei die Errichtung eines landesweiten, intelligenten Energiesystems sowie die Integration von Strom aus erneuerbaren Energien unabdingbar, weil nur dadurch ein wesentlicher Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden könne. Dafür müssten „die infrastrukturellen und fahrzeugseitigen Voraussetzungen frühzeitig geschaffen werden", heißt es im Bericht. Ähnlich ist es mit dem Aufbau einer öffentlichen Ladeinfrastruktur, der „bedarfsgerecht und mit Augenmaß" erfolgen soll. Darüber hinaus gelte es, geeignete Geschäftsmodelle für die Stromabrechnung zu entwickeln. Kagermann hob bei der Berichtsübergabe zudem das hohe Potential hervor, das in der Speicherung erneuerbarer Energien in Fahrzeugbatterien liege. Außerdem forderte er, dass entsprechende Bildungs- und Qualifizierungsmaßnahmen (350 Mio. Euro bis 2015) aufgebaut sowie die Normung und Standardisierung vorangetrieben werden müssten.

**MASSNAHMENKATALOG** Zur Umsetzung dieser Schritte und zur Einhaltung des Zeitplans ist nach Ansicht der Autoren ein Anreizsystem erforderlich, da andernfalls bis 2020 nur 450.000 Elektroautos auf die Straße kämen. Demnach sollten ab 2013 so genannte jährliche Steuer-Incentives (Anreize) zur Anwendung kommen, bei denen ein Förderbetrag in Höhe bis zu 150 Euro je Kilowattstunde bezogen auf die Batterieleistung gezahlt würde. Diese Zahlungen könnten

bei Erstnutzern die hohen Anschaffungskosten kompensieren. Vorausgehen könnte dieser Maßnahme ab 2012 ein zinsgünstiges Darlehen für private Nutzer.

Für die private Nutzung von elektrischen Dienstfahrzeugen wird zudem ein Nachteilsausgleich bei der Versteuerung ab 2012 vorgeschlagen. Der gewerbliche Erwerb von Elektrofahrzeugen müsste ab 2012 durch eine Sonderabschreibung in Höhe von 50 % der Kaufsumme im ersten Jahr der Nutzung sowie ab 2013 ebenfalls durch Steuer-Incentives gefördert werden. Diese Maßnahmen würden sich in den Jahren 2012 bis 2014 nach Berechnung der NPE auf rund 220 Mio. Euro belaufen. Weitere nicht-monetäre Maßnahmen können spezielle Parkflächen, Wechselkennzeichen sowie die Mitnutzung von Busfahrspuren für Elektrofahrzeuge sein.

**REAKTION DER POLITIK** Über das Regierungsprogramm Elektromobilität, das kurz darauf vom Kabinett vorgelegt worden war, sagte Guido Zielke vom NPE-Sekretariat GGEMO (Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität): „Es weicht im Detail vom NPE ab, entspricht ihm im allgemeinen aber ganz gut." So soll zunächst bis 2014 eine Marktvorbereitung erfolgen, bevor zwischen 2018 und 2020 der Massenmarkt in Angriff genommen wird. Die Bundesregierung beabsichtigt zudem, eine eigene Lotsenstelle für die Koordinierung sämtlicher Forschungsaktivitäten einzurichten. Rösler sagte dazu: „Sie soll insbesondere Mittelständler bei der Suche nach geeigneten Förderprogrammen unterstützen. Wichtig ist uns außerdem, internationale Kooperationen zu unterstützen. Das betrifft strategische Partnerschaften mit anderen Ländern ebenso wie die internationale Zusammenarbeit im Bereich Normung und Standardisierung." Neben der Forschungsförderung und den nicht-monetären Maßnahmen sollen Steuererleichterungen in Höhe von 220 Mio. Euro den Einstieg in den Markt erleichtern: Alle Neuwagen, die bis zum 31. Dezember 2015 zugelassen und rein elektrisch angetrieben werden oder weniger als 50 Gramm Kohlendoxid pro Kilometer emittieren, sollen für zehn Jahren von der Steuer befreit werden. Momentan gilt eine fünfjährige Steuerbefreiung nur für reine E-Autos. Merkel ergänzte explizit: „Wir wollen, dass auch Brennstoffzellen mit eingebunden werden."

Die Regierung will zudem mit gutem Beispiel vorangehen und sicherte zu, dass mindestens zehn Prozent ihrer Neufahrzeuge ab 2013 einen Emissionswert von weniger als 50 Gramm $CO_2$ pro Kilometer einhalten werden. Diese Maßnahmen sollen Deutschland dem Ziel näher bringen, bis zum Jahr 2020 eine Million Elektrofahrzeuge und bis 2030 mindestens sechs Millionen auf den Straßen zu haben. Derzeit sind es knapp über 2.000.

Die Regierung geht davon aus, dass seitens der Automobilindustrie in den nächsten Jahren 17 Milliarden Euro für die Elektromobilität aufgebracht würden. Es gibt allerdings keinerlei Hinweise darauf, was sich hinter dieser Zahl verbirgt, welche Positionen hier also alle mit eingerechnet wurden. Seitens der Bundesregierung hieß es lediglich, die beträfe einen Zeitraum von drei bis vier Jahren.

**VEHEMENTE KRITIK** Nach Bekanntwerden des Berichts wurde von verschiedener Seite Kritik laut. So wurde beispielsweise die Zusammensetzung der NPE hinterfragt. In dem Expertengremium saßen 147 verschiedene Vertreter von Industrie, Wissenschaft, Politik, Gewerkschaften und Gesellschaft an einem Tisch. Das Stimmrecht sei jedoch nicht gleichmäßig verteilt gewesen, hieß es. Vielmehr habe ein Übergewicht der Industrie bestanden, so dass sie quasi für sich selbst ein eigenes Konjunkturprogramm erarbeitet hätte. Kerstin Haarmann, Bundesgeschäftsführerin des Verkehrs-Clubs Deutschland, kritisierte: „Die Empfehlungen stellen das zwangsläufige Ergebnis dar, welches man erhält, wenn man die betroffene Automobil- und Strombranche relativ ungestört von externer Expertise ihren Subventionsbedarf für bislang unterlassene Investitionen selbst zusammenschreiben lässt." Auch Regine Günther, Leiterin für Klima- und Energiepolitik beim Umweltverband WWF Deutschland, klagte, bei dem Bericht handele es sich „fast ausschließlich um ein Industriepapier, in dem sich die beteiligten Industriezweige ihren Subventionsbedarf selbst errechnet haben". Außerdem bemängelte sie die Intransparenz bei den Kostenberechnungen und auch bei den Abstimmungsprozessen. Weiterhin wurde kritisiert, die Förderung fließe wieder einmal zur Automobilindustrie, die gleichzeitig Milliardengewinne einstreiche, und nicht zum Verbraucher.

Ursprünglich hatte es geheißen, dieser jetzt vorliegende zweite Bericht würde der Abschlussbericht der NPE sein. Nach dem aktuellen Stand wird die Arbeit der Nationalen Plattform Elektromobilität nun aber fortgesetzt, um die Umsetzung der geforderten Maßnahmen zu begleiten. Kagermann und Merkel verständigten sich darauf, dass jährlich ein Fortschrittsbericht angefertigt werden soll. ||

ZITATE:

Bundesumweltminister Dr. Norbert Röttgen: „Die Elektromobilität ist ein zusätzlicher Anreiz zum Ausbau der erneuerbaren Energien und ein wichtiger Beitrag zur Energiewende. Ohne Elektromobilität kann der Verkehrssektor den notwendigen Beitrag zum Klimaschutz nicht erbringen."

Bundeswirtschaftsminister Dr. Philipp Rösler: „Zukunftstechnologien wie die Elektromobilität sind eine wichtige Voraussetzung dafür, dass unsere Wirtschaft erfolgreich ist. Wir wollen bei der Elektromobilität weltweit eine Spitzenstellung einnehmen. Dabei gilt der Grundsatz: Markt und Wettbewerb sind die besten Treiber für Innovationen. Deshalb muss die Hauptverantwortung bei der Wirtschaft und den Unternehmen selbst liegen."

Bundesverkehrsminister Dr. Peter Ramsauer: „Schaufenster dienen auch dazu, die Leistungsfähigkeit der deutschen Industrie international sichtbar und erlebbar zu machen. Wir werden die Schaufenster noch in diesem Jahr in einem offenen Bewerbungsverfahren ausschreiben. Eines der Kriterien wird ein belastbares – auch finanzielles – Engagement der Beteiligten vor Ort sein." [...] „Wir setzen auf einen intelligenten Massnahmenmix aus Forschungsförderung für die Wirtschaft und Anreizen für die Bürger. In dieser entscheidenden Phase der Marktvorbereitung ist es unsere Aufgabe, dafür zu sorgen, dass es nicht zu Wettbewerbsverzerrungen und Fehlentwicklungen kommt. Deshalb lehne auch ich teure Kaufprämien entschieden ab."

Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel: „Wir wissen, dass wir in einem globalen Wettbewerb stehen." [...] „Elektromobilität ist die Chance, unabhängig vom Öl zu werden."

Der Bundestagsabgeordnete und Bundesminister a.D. Wolfgang Tiefensee stellte indes in Frage, ob diese Anstrengungen ausreichen: „Insbesondere in der Erforschung der Batterietechnologie liegt Deutschland im Hintertreffen. Dabei ist die Batterie das Herzstück des Elektroautos und der Schlüssel zum Erfolg dieser Technologie."

**Thema:** Elektromobilität | **Autor:** Sören Christian Trümper

# ELEKTROMOBILES KNOW-HOW AN DER WATERKANT

## *Serie Teil 7: Modellregion Elektromobilität Hamburg*

*[Quelle: hySOLUTIONS]*



**Hamburg ist die nördlichste der acht deutschen Modellregionen, die von der Bundesregierung bei dem Aufbau von Ladeinfrastruktur, der Erprobung von Elektrofahrzeugen und der Entwicklung von Mobilitätskonzepten gefördert werden. In der ersten Phase kommen dabei 100 batterieelektrische Fahrzeuge und fünf Diesel-Hybridbusse auf Hamburgs Straßen zum Einsatz. Ein Schwerpunkt liegt auf dem Fahrzeugeinsatz im Wirtschaftsverkehr. Öffentliche Ladeinfrastruktur ist an 50 innerstädtischen Standorten errichtet worden (insgesamt 100 Ladepunkte). Intermodale Mobilitätskonzepte umfassen u. a. ein E-Carsharing an den Hamburger Fernbahnhöfen.**

Hafen, Alster, Michel – die zweitgrößte Stadt Deutschlands hat nicht nur Touristen viel zu bieten. Hamburg überzeugt auch als innovativer und internationaler Wirtschaftsstandort. Durch den Hafen fungiert die Hansestadt als Logistikdrehscheibe Norddeutschlands, während Technologie-Cluster im Bereich Luftfahrt, Schifffahrt und erneuerbare Energien für eine stetig wachsende Zahl von Unternehmensansiedlungen, auch in der Zulieferbranche, sorgen.

Diese Mischung aus großem Nachfragepotential für Transportlösungen und Hightech-Standort macht Hamburg zum idealen Labor für den Einsatz von emissionsfreien elektrischen Antrieben im Wirtschaftsverkehr. Hinzu kommt der verstärkte elektromobile Ausbau des ÖPNV, auch wenn dieser durch U- und S-Bahn schon jeher zu großen Teilen elektrisch angetrieben wird. Der Einsatz von verbrauchsarmen Hybridbussen hilft, den sich aufgrund wachsender Fahrgastzahlen ständig verbessernden Modal-Split im städtischen Verkehr weiter konsequent klimafreundlich auszugestalten.

Modellregion für Elektromobilität ist Hamburg seit fast zwei Jahren. Das Engagement für innovative elektrische Antriebe besteht aber schon seit beinahe zehn Jahren. Wasserstoffbusse und Brennstoffzellen-Pkw, beide getrieben durch einen Elektromotor, gehören schon lange in Hamburg zum Stadtbild. Mit dem Beitritt zur Clean Energy Partnership (CEP) und als Partner beim EU-Projekt CHIC gehört Hamburg auch in Zukunft im Pkw-Bereich sowie im Bussektor zu den Vorreitern von Wasserstoff- und Brennstoffzellenanwendungen. Fünf Wasserstofftankstellen sollen im Jahre 2015 die bis dahin gewachsene Fahrzeugflotte mit Treibstoff versorgen.

**BATTERIEELEKTRISCHER WIRTSCHAFTSVERKEHR** Wird ein E-Auto als direkter Ersatz für ein konventionelles Fahrzeug beschafft, so wird es meist nur als Zweit- oder Drittwagen benutzt. Einsatzgebiete, bei denen batterieelektrische Fahrzeuge ihre spezifischen Vorteile umsetzen können, bleiben hierbei unerschlossen. Solche Einsatzgebiete stellen gewerbliche Fahrzeugflotten dar, in denen sowohl Pkw als auch Nfz mit rein batterieelektrischem Antrieb genutzt werden können. Da in Flotten üblicherweise mehrere unterschiedliche Fahrzeugtypen zur Verfügung stehen, kann je nach Einsatzzweck auf ein alternatives Fahrzeug mit Verbrennungsmotor zurückgegriffen werden. Einzelfaktoren wie die bisher noch limitierte Reichweite von Batteriefahrzeugen schränken somit nicht mehr die Nutzung dieser neuen Fahrzeugtechnologie insgesamt ein. Gleichzeitig können Elektrofahrzeuge gezielt dann eingesetzt werden, wenn die konventionelle Technologie sich als Einschränkung erweist: geringere Lärmpegel von Batteriefahrzeugen gegenüber Verbrennungsmotoren ermöglichen so beispielsweise ihre Nutzung zu Tagesrandzeiten oder in lärmberuhigten Wohngebieten.

Alle 105 zur Verfügung stehenden E-Fahrzeuge werden in der Modellregion Hamburg daher in gewerblichen Flotten eingesetzt. Neben fünf Diesel-Hybridbussen bei der Hamburger Hochbahn AG sind dies 50 Smart Electric Drive und 15 Daimler E-Cell, die bei den Nutzern, allesamt namhaften Hamburger Unternehmen, für die Fahrten von Servicetechnikern oder Außendienstmitarbeitern eingesetzt werden. Handwerksbetrieben, Logistikern oder der Hafenwirtschaft stehen überdies 20 Karabag E-Fiorino und 15 Renault Kangoo ZE zur Verfügung, die mit ihrer höheren Nutzlast und dem größeren Raumangebot bereits zur Klasse der leichten Nfz gehören und somit für ein breiteres Spektrum von Warenumfuhren geeignet sind. Während Daimler und Renault als Erstausrüster (OEM) ihre bereits bewährten Modellplattformen ins Rennen schicken, konnte mit der Karabag-Gruppe ein regionaler Umrüster gewonnen werden, der erheblich zum Kompetenzaufbau am Standort beiträgt.

**ÖFFENTLICHES UND PRIVATES LADEN** Alle Fahrzeuge verfügen über Lademöglichkeiten auf den Betriebshöfen, können aber ebenso an einer der 50 öffentlichen Ladesäulen „betankt“ werden. Die jeweils mit zwei Ladepunkten ausgerüsteten Säulen sind mittels Chip-Karte rund um die Uhr zugänglich und stehen an verkehrlich günstigen Punkten im Stadtgebiet. Sowohl die Lage als auch die Gestaltung der Säulen wurden im Vorfeld mit den städtischen Behörden abgestimmt, um Sichtbarkeit zu gewährleisten, ohne das Stadtbild negativ (z. B. durch großflächige Werbung) zu beeinflussen. Ein eigens entwickelter, einheitlicher Bewertungskatalog zur Beurteilung von Ladestandorten hilft, den zukünftigen Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur effizient und bedarfsgerecht gestalten zu können.

**WIND UND SONNE IN DEN TANK** Damit Batteriefahrzeuge der Umwelt einen Nutzen bringen, müssen sie mit Strom aus erneuerbaren Energiequellen geladen werden. Deshalb wird in der Modellregion Hamburg ausschließlich zertifizierter Grünstrom an den öffentlichen Ladesäulen vertrieben. Die beiden Ladeinfrastrukturbetreiber Vattenfall Europe Innovation und Hamburg Energie gewährleisten dabei einen diskriminierungsfreien Zugang für dritte Stromvertriebe – solange diese die Grünstromvorgaben erfüllen. Auch auf den Betriebshöfen der Nutzer kommt Grünstrom zum Einsatz. Ein Teil der Unternehmen nimmt dabei am „Gesteuerten Laden“ teil, einer Steuerungstechnik, bei der der Energieversorger vom Nutzer vorgegebene Zeitfenster frei verwenden kann, um das Fahrzeug zu laden. So kann der Netzbetreiber in nachfrageschwachen Zeiten Last abwerfen. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn nachts ein hohes Windangebot herrscht, der Verbrauch aber nur gering ist. Dadurch wird mehr Strom aus erneuerbaren Energiequellen in das Netz eingespeist und der Energiemix in Deutschland insgesamt „grüner“.

**EIN AUTO FÜR GEWISSE STUNDEN** Besonders im gewerblichen Einsatz ist durch die Nutzung von Batteriefahrzeugen eine reale Substitution von Fahrten mit Verbrennungsmotor möglich, da diese Nutzergruppe für gewöhnlich keine Möglichkeit hat, Auslieferungen oder Fahrten zu Kunden mit dem öffentlichen Verkehr durchzuführen. Privatpersonen können hingegen auf ein gut ausgebautes, sicheres und komfortables öffentliches Nahverkehrsnetz zurückgreifen. Für all die Situationen, in denen ein eigener Pkw benötigt wird, bietet die Deutsche Bahn mit einem Car-Sharing-Angebot emissionsfreie Individualmobilität mit Elektroautos. Stationiert sind die Fahrzeuge an den Hamburger Fernbahnhöfen, so dass eine intermodale (verkehrsträgerübergreifende) Nutzung möglich ist. Doch nicht nur Bahnfahrer profitieren von einer erweiterten Anschlussmobilität, auch Kunden des Hamburger Verkehrsverbundes haben die Möglichkeit, sich mittels Car-Sharing ohne Einschränkung vom eigenen Auto unabhängig zu machen. Neukunden erhalten zudem besonders günstige Konditionen als Umstiegsprämie.

**WEITER MIT VIEL ENERGIE** Die bisherigen erfolgreichen Aktivitäten haben das Interesse für Elektrofahrzeuge bei der Hamburger Wirtschaft nochmals verstärkt. Auch im ÖPNV setzt sich die hohe Kundenakzeptanz für innovative Technologien, die schon bei den Wasserstoffbussen beobachtet werden konnte, unverändert fort. In den kommenden Monaten wird die Modellregion Hamburg daher nicht nur größere Stückzahlen von Fahrzeugen bei Unternehmen einsetzen, sondern vor allem durch eine gezielte Einbindung des Mittelstandes in die Fahrzeugnutzung ihr Profil als Modellregion und mögliches Schaufenster für Elektromobilität weiter schärfen. So werden Touristen die Hafenstadt schon bald nicht mehr nur mit Hafen, Alster und Michel verbinden, sondern als Metropole wahrnehmen, die Wirtschaftswachstum und Klimaschutz durch Innovation und Know-how erfolgreich verknüpft. ||

*Autor:*

*Dipl.-Umweltwiss. Sören Christian Trümper, Regionale Projektleitstelle Elektromobilität Hamburg, c/o hySOLUTIONS GmbH, Hamburg*
*→ soeren.truemper@hysolutions-hamburg.de*

**Thema:** Elektromobilität | **Autoren:** Mareike Hübner, Rik W. De Doncker

# NEUARTIGER ANTRIEBSUMRICHTER FÜR E-AUTOS

## *Ausgezeichnet mit dem Drive-E-Studienpreis*

**Das Thema Elektromobilität ist in Zeiten wachsenden Umweltbewusstseins und steigender Ressourcenknappheit in den Blickpunkt der öffentlichen Wahrnehmung gerückt. Seit Oktober 2009 fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) das Projekt *e performance,* in dem Audi, Bosch und die RWTH Aachen einen ganzheitlichen Entwicklungsansatz für ein Elektroauto verfolgen. Statt ein herkömmliches Auto mit Verbrennungsmotor zu elektrifizieren, wird hierbei ein Elektroauto vollständig neu entwickelt. Durch eine bessere Abstimmung zwischen Motor, Antriebsregelung, Package, Energie- und Thermomanagement, Speichertechnologie und Leistungselektronik wird das Potential eines elektrisch betriebenen Fahrzeugs optimal genutzt.**

Im Rahmen dieses Projekts wurde am Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe (ISEA) der RWTH Aachen ein neuartiger Antriebsumrichter konzipiert, der als Schnittstelle zwischen dem DC/DC-Wandler des Energiespeichers und dem Motor das Kernstück des elektrischen Antriebs darstellt. Die Gleichspannung (DC) aus dem Hochvolt-Bordnetz kann damit in dreiphasige Wechselspannung für den Elektromotor umgewandelt werden (s. Abb. 1).



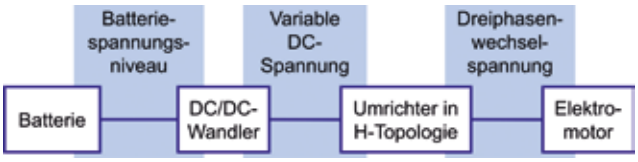



*Abb. 1: Der Umrichter sitzt zwischen DC/DC-Wandler und Elektromotor.*

**NEUE TOPOLOGIE** Als Antriebsumrichter für Asynchron- und Synchronmaschinen wird standardmäßig ein B6C-Inverter genutzt, der Gleichspannung aus dem Zwischenkreis für den Motor in dreiphasige Wechselspannung umwandelt. Er besteht aus sechs Bipolartransistoren mit isolierter Gate-Elektrode (IGBTs) und Dioden. Vereinzelt findet inzwischen auch die H-Topologie (s. Abb. 2) Anwendung. Diese setzt sich aus zwei B6C-Invertern zusammen, die an einen Motor mit offenen Statorwicklungen angeschlossen werden.

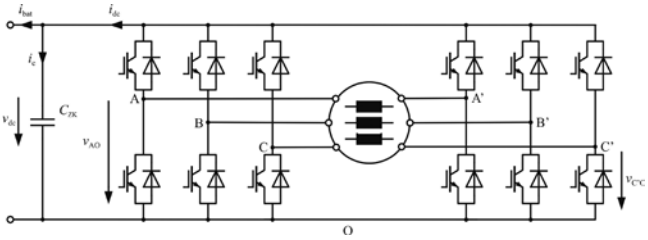



*Abb. 2: Schaltbild der H-Topologie bestehend aus zwei B6C-Brücken*

Um den Einsatz dieser Topologie im Projekt *e performance* beurteilen zu können, wurden folgende Gesichtspunkte untersucht:

- Grundsätzliche Eignung der H-Topologie als Antriebsumrichter im Vergleich zur einfachen B6C-Brücke
- Dimensionierung der Halbleiterbauelemente
- Fehlertoleranz: Weiterbetrieb des Motors bei Ausfall eines Motorstrangs
- Möglichkeit des Ladens der Batterie am elektrischen Netz ohne zusätzlichen Umrichter

**VERGLEICH MIT B6C-BRÜCKE** Vordergründig war zu bewerten, welche Unterschiede die H-Topologie gegenüber der B6C-Brücke aufweist. Bezüglich der Strangspannung erwies sich die H-Topologie als vorteilhaft, da sich mit dieser Schaltung eine um mindestens Faktor √3 größere Fundamentalkomponente erzielen lässt. Damit sich dennoch die Maschinencharakteristik vergleichen ließ, wurde bei der H-Topologie die Windungszahl der Maschine um den Faktor √3 vergrößert. Dadurch sank der Strangstrom um eben diesen Faktor ab, so dass trotz der doppelten Anzahl an Halbleiterbauelementen keine Verdoppelung der Halbleiterfläche notwendig war. Diese Vorgehensweise führte dazu, dass sich die ohmschen Verluste im Vergleich zur B6C-Topologie in erster Näherung nicht veränderten.

Bei der B6C-Brücke können durch Sternpunktverschiebung Probleme mit elektrostatischer Kopplung auftreten. Um beispielsweise Schäden durch Lagerströme zu verhindern, muss bei isoliertem Sternpunkt jederzeit eine ausreichende Isolation gewährleistet sein. Mit der H-Topologie sind diese Probleme nicht vorhanden, da kein Sternpunkt existiert. Stattdessen wird an jeder der beiden Brücken eine Gleichtaktspannung definiert:

$$V_{Gleichtakt1} = \frac{1}{3}\left(V_{A0} + V_{B0} + V_{C0}\right)$$

$$V_{Gleichtakt2} = \frac{1}{3}\left(V_{A'0} + V_{B'0} + V_{C'0}\right)$$

Sind die Gleichtaktspannungsniveaus an beiden Invertern unterschiedlich, fließen Nullströme durch den Motor, wodurch Verluste entstehen. Wenn beide Gleichtaktspannungen synchron schwanken, treten Probleme mit elektrostatischer Kopplung auf. Beim Vergleich verschiedener Modulationsschemata wurde jedoch eine Möglichkeit gefunden, eine konstante Gleichtaktspannung zu erzeugen.

Im theoretischen Vergleich und bei Simulationen mit dem Programm Matlab/Simulink erwies sich die H-Topologie gegenüber dem herkömmlichen Antriebssystem als gleichwertig, in einzelnen Punkten sogar überlegen.

**DIMENSIONIERUNG DER HALBLEITERBAUELEMENTE** Nach diesen grundlegenden topologischen Untersuchungen erfolgte die Dimensionierung der Halbleiterbauelemente. Da ein geeignetes Modul mit dreiphasiger H-Topologie nicht produziert wird, wurde der Aufbau aus zwei Modulen, die jeweils eine B6C-Brücke aus sechs Dioden und IGBTs beinhalten, gewählt. Nach einer Vorauswahl wurden drei Modulbaureihen von zwei verschiedenen Herstellern thermisch untersucht und bewertet.

Dafür wurden die Verluste berechnet und daraus die Temperaturen mittels des thermischen Fosternetzwerks aus Wärmeübergangswiderständen und Wärmekapazitäten ermittelt. Es zeigte sich, dass der Nennstrom der Module etwa doppelt

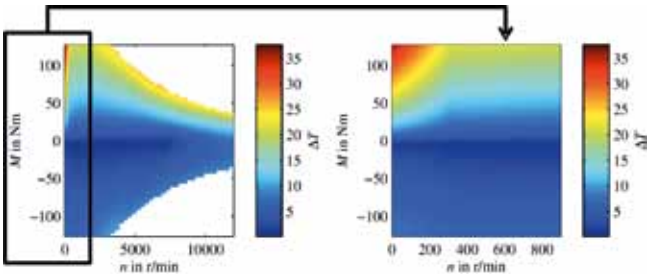



*Abb. 3: Temperaturerhöhung des IGBTs im Kennfeld über Drehmoment M und Drehzahl n. Der kritische Bereich des Anfahrens mit hohem Drehmoment ist im rechten Bild vergrößert dargestellt. Die maximale Temperaturerhöhung von 35 K führt mit entsprechender Vorlauftemperatur zu keiner Überschreitung der maximalen Junction-Temperatur.*

so groß sein muss wie der berechnete Maximalstrom, damit auch schnelles Anfahren, also ein Betrieb mit hohem Strom bei niedriger Ausgangsfrequenz, möglich ist. In Abbildung 3 ist zu erkennen, dass die höchste thermische Beanspruchung im IGBT bei großen Momenten und niedriger Drehzahl liegt.

Das transiente thermische Verhalten kann mit Fahrzyklen dargestellt werden, in denen Geschwindigkeit und Beschleunigung des Fahrzeugs über eine definierte Zeitspanne festlegt sind, so wie beispielsweise dem Neuen Europäischen Fahrzyklus (NEFZ). Mit ihm wird eine knapp 20-minütige Fahrt charakterisiert, die dem Motor nicht die maximale Leistung abfordert. Der NEFZ soll vielmehr das durchschnittliche Fahrverhalten in Europa widerspiegeln. Dabei liegt die Temperaturerhöhung im Bereich weniger Kelvin. Bei Sprüngen im Drehmoment oder bei starkem Drehzahlanstieg folgt der Temperaturanstieg mit geringfügiger Verzögerung.

**LEERLAUF EINES MOTORSTRANGS EINER MASCHINE MIT OFFENER STATORWICKLUNG** Außerdem wurde der Ausfall eines IGBT mit offenen Klemmen untersucht, wenn also nur noch zwei Motorstränge zum Weiterbetrieb zur Verfügung stehen. Ohne Reaktion der Regelung ist in diesem Fall ein sofortiger Abfall der mechanischen Ausgangsleistung festzustellen. Außerdem sorgt die unsymmetrische Anordnung der verbleibenden Stränge für Pendelmomente. Zur Abhilfe wurde eine Regelung gewählt, die die Phasenverschiebung zwischen den Strängen im Fehlerfall von 2/3 π auf 1/3 π ändert. Gleichzeitig kann der Strom in den aktiven Strängen bis zur thermischen Grenze erhöht werden. Diese Maßnahmen ermöglichen es dem Fahrer, das Fahrzeug sicher zum Stehen zu bringen und gegebenenfalls bis zur nächsten Werkstatt zu fahren.

**LADEN DER BATTERIE AM ELEKTRISCHEN NETZ** Die Batterien der Elektroautos werden im Stillstand aus dem elektrischen Stromnetz geladen. Dafür ist ein Ladegerät in das Fahrzeug integriert. Bei den meisten bisher produzierten Fahrzeugen sind dafür zusätzliche Komponenten notwendig. Dies ist mit der H-Topologie als Antriebsumrichter nicht mehr zwingend erforderlich, wodurch Einsparungen bei Kosten, Bauraum und Gewicht zu verzeichnen sind.

Dafür erfolgt der Anschluss ans Stromnetz am Mittelabgriff des Motors über elektromagnetische Interferenzfilter (EMI), ohne dass dadurch Fahrbetrieb gestört wird. Da das einphasige Laden mit maximal 3,7 kW zu langen Ladezeiten führt, verspricht ein dreiphasiger Netzanschluss mit einer Ladeleistung von 43 kW eine größere Alltagstauglichkeit. Die Topologie entspricht dabei der von zwei parallelen dreiphasigen Hochsetz-Gleichrichtern, die eine minimale Zwischenkreisspannung von 538 V erfordern. Für diesen Anwendungsfall wäre jedoch die Sperrspannung der Halbleiterbauelemente mit 600 V zu knapp bemessen, da Schaltvorgänge zu transienten Überspannungen führen können, durch die die maximale Sperrspannung am Halbleiter überschritten würde. Daher muss bei dreiphasigem Laden auf Bauteile mit höherer Sperrspannung (1.200 V) zurückgegriffen werden.

Der Motor darf sich im Ladebetrieb nicht bewegen. Ein Kupplungssystem ist jedoch überflüssig, sofern eine magnetische Entkopplung zwischen Stator und Rotor vorliegt. Dies wird durch eine symmetrische Bestromung beider H-Brücken erreicht. So hebt sich der Gesamtstromfluss durch eine Motorwicklung auf. Durch spezielle Anordnung der Wicklungen wird neben der magnetischen Entkopplung auch eine Erhöhung der wirksamen Induktivität zwischen Mittelabgriff und Wicklungsenden erzielt, die zur Stromoberwellenfilterung notwendig ist. So können unerwünschten Netzrückwirkungen vermindert werden. Denn oft entstehen bei der AC/DC-Umwandlung Strom-Oberschwingungen. Diese sorgen für Störungen im elektrischen Netz. Im niederfrequenten Bereich legt daher die Norm EN-61000-3-2 die maximal erlaubten Amplituden für jede einzelne Oberschwingung bis 2.000 Hz fest. Diese Grenzwerte wurden in den Simulationen der H-Topologie eingehalten. Für die höherfrequenten Stromrippel, die besonders um die Schaltfrequenz 20 kHz und deren Vielfachen auftreten, sind einfache Filter zu verwenden.

**FAZIT** Im Bereich der Elektrofahrzeuge ist in der Leistungselektronik noch viel Optimierungspotential vorhanden. So stellt die H-Topologie eine sinnvolle Alternative für den Antriebsumrichter dar, die allerdings noch weiter untersucht werden muss. Die Fehlertoleranz des Systems mit H-Topologie führt dazu, dass der Ausfall eines Motorstrangs kompensiert werden kann, so dass die Sicherheit erhöht wird. Zudem spart die Verwendung dieses Antriebssystems zusätzliche leistungselektronische Komponenten ein, weil es auch für den Ladebetrieb verwendet werden kann. ||

DRIVE-E
Die hier dargelegten Ergebnisse entstammen der Diplomarbeit von Mareike Hübner, die sie am ISEA an der RWTH bei Prof. De Doncker geschrieben hat. Für ihre hervorragende Arbeit erhielt sie gemeinsam mit Michael Reiter, ebenfalls Diplomand am ISEA, den ersten Platz des DRIVE-E-Studienpreises 2011 in der Kategorie „Diplom- und Masterarbeiten“.

*Autoren:*

*Dipl.-Ing. Mareike Hübner*
*→ mareike.huebner@isea.rwth-aachen.de*

*Prof. Dr. Rik W. De Doncker*
*Leiter des Instituts für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe (ISEA)*

*beide*
*Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH)*

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

# OLYMPISCHE SPIELE FÜR SPRITSPARER

## *11. Michelin Challenge Bibendum mitten in Berlin*

*Abb. 1: Nicht schnell, aber sauber – der der NH2-Trecker von New Holland*



**Die weltweit größte Veranstaltung für nachhaltige Mobilität, die Michelin Challenge Bibendum, hat in diesem Jahr vom 18. bis 22. Mai auf dem Gelände des ehemaligen Berliner Flughafens Tempelhof gastiert. Für jeden Teilnehmer war etwas dabei: Hochgeschwindigkeits-Testfahren mit Elektro-Sportwagen, eine Fahrzeug-Parade am Brandenburger Tor, eine Ausstellung mit historischen Autos, knapp 100 Aussteller aus dem E-Mobilitäts-Sektor und Preise für die saubersten, sparsamsten und nachhaltigsten Mobile.**

Michel Rollier, der geschäftsführende Gesellschafter der Michelin-Gruppe, erinnerte sich während der Eröffnungszeremonie: „Bei der ersten Challenge Bibendum im Jahr 1998 sprach niemand über die Senkung von $CO_2$-Emissionen. Heute werden auf der Challenge Bibendum neue Lösungen für die Zukunft gefunden.“ Vor dem Leader’s Forum kritisierte er: „Die Industrie ist zu langsam. […] Die Zukunft ist keine Auflage, sondern eine fantastische Chance, die wir ergreifen müssen.“ Peter Meyer, Präsident des ADAC, erklärte aus diesem Anlass: „Die Aufgaben der Zukunft lassen sich nicht durch die Weiterentwicklung einzelner Komponenten lösen. Stattdessen müssen völlig neue Antriebskonzepte mit dem Ziel der deutlichen Emissionsminderung entwickelt werden.“

**BREIT GEFÄCHERTES ANGEBOT** Zur *Tempelhofer Freiheit,* so heißt das gesamte ehemalige Flughafen-Areal seit einem Jahr, kamen insgesamt 6.000 Teilnehmer aus 80 Ländern – mehr als erwartet. Rund 70 Aussteller zeigten auf ihren Ständen zahlreiche Neuerungen. In 20 Workshops diskutierten und erarbeiteten Experten neue Ideen. Zudem standen in der Haupthalle des Flughafengebäudes, des drittgrößten Gebäudes der Welt, zwölf historische Fahrzeuge. Darunter war unter anderem das erste Automobil, der Patent-Motorwagen von Carl Benz, der erste Kraftwagen mit Luftreifen *L‘Eclair* sowie ein *Ford Modell T,* eine *Ente* (Citroën 2 CV) sowie ein *Käfer* (Volkswagen) nebst etlicher Exponate vom ersten Sicherheitsgurt bis zum Airbag.

Bei der Fahrzeugparade quer durch die Stadt, die vom Flughafengelände zum Brandenburger Tor führte, nahmen rund 100 alte und neue Fahrzeuge mit alternativen Antrieben teil. Bei bestem Wetter stellten Moderatoren vom ADAC auf einer befahrbaren Bühne jeden Fahrzeugtyp, egal ob mit zwei, drei oder vier Rädern, inklusive der technischen Daten vor. Patrick Oliva, Initiator der Challenge Bibendum, zeigte sich dann auch hocherfreut, mit Berlin einen geeigneten Veranstaltungsort gefunden zu haben. Gegenüber der

*Abb. 2: Premiere für den Audi Q5 Hybrid Fuel Cell in Berlin*

*Abb. 3: Skeptische Blicke von neuer auf alte Technik [Quelle: Challenge Bibendum]*

Berliner Morgenpost erklärte er: „Die Wahl fiel auf Berlin aufgrund der Dynamik dieser Stadt und ihrer Offenheit für Neues. […] Berlin steht für Erneuerung, Modernität. Und Deutschland ist das Land, in dem die Automobilindustrie und -kultur eine herausragende Rolle spielt. Das ist genau das, was zur Challenge Bibendum passt."

**VIELE PROTOTYPEN** Die meisten der 200 Fahrzeuge waren Prototypen, etliche von ihnen feierten in Berlin Premiere. So präsentierte der Veranstalter Michelin gemeinsam mit SolviCore eine Neu-Entwicklung im BZ-Sektor: *F-City H2.* Dessen zentrales Element ist das *Energy Pack* bestehend aus einer Lithium-Ionen-Batterie (2,4 kWh) sowie einer Brennstoffzelle (15 kWh). Eingebaut ist dieses System im E-Fahrzeug des französischen Automobilherstellers FAM Automobiles.

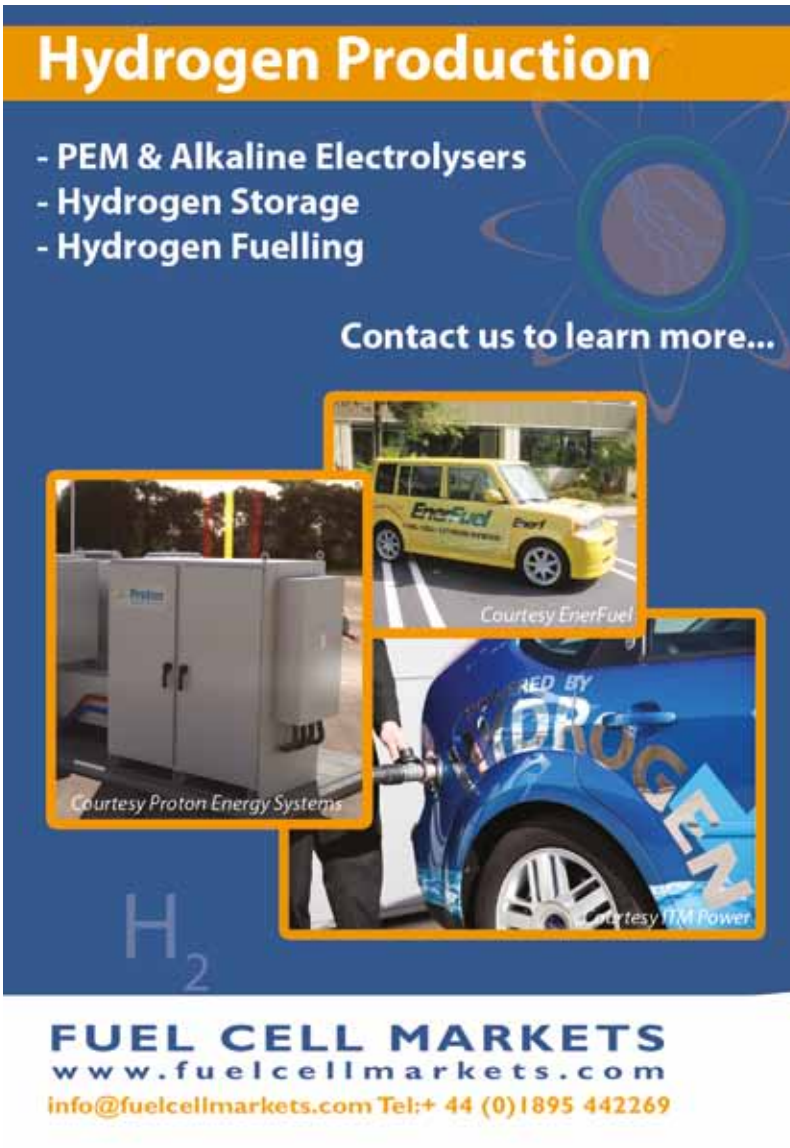
Audi nutzte die Veranstaltung und zeigte neben zahlreichen *A3 e-trons* erstmalig ein neues Konzeptfahrzeug: den *Q5 HFC.* Dieser verfügt über eine PEM-Brennstoffzelle mit zwei 700 bar $H_2$-Drucktanks sowie eine Lithium-Ionen-Batterie (1,3 kWh). Seine Antriebsleistung beträgt 98 kW (max. Drehmoment: 420 Nm, s. Abb. 2). Fiat, um die es im Wasserstoffsektor in letzter Zeit ziemlich ruhig geworden war, präsentierte auf dem ehemaligen Rollfeld gemeinsam mit New Holland einen wasserstoffbetriebenen NH2™-Traktor (s. Abb. 1).

**ERGEBNISSE** Zentraler Bestandteil des fünftägigen Events, der von der ADAC-motorwelt auf den Namen „Olympische Spiele für spritsparende Fahrzeuge" getauft wurde, waren verschiedenste Wettfahrten in unterschiedlichen Kategorien. So ging es bei der *Eco-Drive Challenge* ganz um umweltschonende Fahrweise. Insgesamt 20 Teams fuhren in zehn *Audi A8* und zehn *Citroën DS3* über 300 km durch Berlin und Brandenburg um die Wette. Entscheidend war, das Zeitlimit einzuhalten und zudem möglichst wenig Sprit zu verbrauchen.

Bei der Überlandwettfahrt (Intercity-Rallye) war Geschwindigkeit nur ein Teilaspekt für die Gesamtwertung. Viel wichtiger waren auf den 300 Kilometern Energieverbrauch und $CO_2$-Emissionen der Stadtautos. Außerdem bewertete die Jury deren Einsatzfähigkeit (Stopp-&-Go). Sieger in der Kategorie „marktnahe Elektrofahrzeuge" wurde der *Fluence Z.E.* von Renault. Der Franzose emittierte durchschnittlich 57 Gramm $CO_2$ pro Kilometer. Sein Energieverbrauch betrug inklusive Performance-Prüfungen nur 37,4 kWh. Die Techniker vollzogen an der Stufenhecklimousine während der Wettfahrt innerhalb von sechs Minuten einen Batteriewechsel. Das Fahrer-Duo bestehend aus Gregory Fargier und Co-Pilotin Sylvie Savornin steuerte den Fluence Z.E. in nur zwei Minuten und zwei Sekunden durch den Parcours auf dem ADAC-Fahrsicherheitszentrum von Linthe. Auf Platz zwei folgte ein *Tesla Roadster* mit fünf Sekunden Abstand. Platz drei ging an den *HydroGen4* von Opel, der auch den *Fuel Efficiency Award* erhielt. Der Favorit in der Kategorie „Elektrofahrzeuge Prototypen", der Peugeot EX1, hatte weniger Glück. Er blieb mit einem Rad an einer Pylone hängen, was das Aus für den Fahrer Stéphane Caillet bedeutete. Stattdessen siegte *FCHV adv* von Toyota. Bei der Urban Rallye siegten in der Kategorie Stadtautos der *Nissan Leaf,* der erst kürzlich zum *World Car of the Year 2011* gewählt wurde, vor dem *Citroen C-Zero* vor dem *Peugeot i-On.* ||

**CEP-BEITRITTE**
Während der Michelin Challenge Bibendum gab die Clean Energy Partnership (CEP) den Beitritt von zwei neuen Mitgliedern bekannt: Air Liquide und Honda. Der Automobilhersteller Honda betreibt seit Mitte der 1980er Jahre Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Brennstoffzelle und will jetzt den *FCX Clarity* in die CEP einbringen. Air Liquide verfügt als Gaseunternehmen über ein Know-how aus über 40 Jahren Wasserstoffversorgung. Dieses Wissen fließt unter anderem auch in den Bau einer 700-bar-Tankstelle, die im Rahmen der CEP noch in diesem Jahr in Düsseldorf eröffnet werden soll. Weitere von der Initiative für 2011 geplante $H_2$-Stationen befinden sich in Hamburg in der HafenCity sowie in der Bramfelder Chaussee und in Berlin am Sachsendamm sowie in der Heidestraße. Im März 2011 hatte auch der koreanische Autohersteller Hyundai/Kia eine Absichtserklärung über den Beitritt zur CEP unterzeichnet.





**Thema:** Elektromobilität | **Autorinnen:** Stefanie & Natalie Urbacka |

# POSITIVE ENTWICKLUNG NACHHALTIGER MOBILITÄT

## *Mobilität heute und vor 20 Jahren. Was hat sich verändert?*

**Unter dem Titel „Mobilität der Zukunft“ wurde im Rahmen der Michelin Challenge Bibendum ein Schreibwettbewerb für Schülerinnen und Schüler unter der Schirmherrschaft von NOW durchgeführt. Wie werden wir in Zukunft mobil sein? Was soll an den heutigen Verkehrssystemen geändert werden? Welche Rolle spielt Mobilität in unserem Leben? Was denkt der Nachwuchs über die Entwicklung im Bereich alternative Antriebe und Kraftstoffe? Schüler ab der Klassenstufe 7 waren aufgerufen, sich mit diesen und weiteren Fragen kreativ auseinander zu setzen. Die besten Einsendungen wurden im Rahmen des *Student Day* am 21. Mai 2011 in Berlin präsentiert und prämiert. Dies ist der Siegerbeitrag der Geschwister Stefanie und Natalie Urbacka: Die Titelseite einer fiktiven Zeitung aus dem Jahr 2023.**

Sechtemer Stadt-Anzeiger

Challenge Bibendum startet

Kunst im Stadtpark

Positive Entwicklung nachhaltiger Mobilität

Nachhaltigkeit Bundesverkehrsministerin Stefanie Urbacka über Mobilität heute und vor 20 Jahren. Was hat sich verändert?

Riesen Fortschritt in Umwelttechnologie

Audi entwickelt neue Zelle

Technologie Die Audi A6 stellt ihre neue Brennstoffzelle vor und spricht von Revolution.

Kein Ende in Sicht

GEZIELTER RACKETEN-ANGRIFF IM GAZASTREIFEN

Sportliche Entwicklung

1. FC KÖLN NACH AUSWÄRTSSIEG BEI BORUSSIA MÖNCHENGLADBACH AUF MEISTERKURS

SECHTEM. Mobilität bedeutet seit jeher sich bewegen zu können. Das hat sich auch in den letzten 20 Jahren nicht geändert. In den Köpfen der Menschen und der Technologie hat sich dafür umso mehr verändert. Vor 20 Jahren war das Automobil noch ein Statussymbol. Größer – fetter – lauter sollte es vorfahren. Die Grundidee des Transports stand weit im Hintergrund. Und doch begannen erste Automobilkonzerne mit der Entwicklung alternativer Energien für die Mobilität. Spätestens nach den großen Umweltkatastrophen von Fukushima (2011), Moskau (2014) oder auch Madrid (2016) hat sich in der den Köpfen der Menschen, und besonders der Europäer, etwas verändert. Sie sind umweltbewusst geworden. Die stetige Steigerung der Benzinkosten von Jahr zu Jahr hat weiter dazu beigesteuert. Das Auto wurde immer häufiger stehen gelassen, wie z. B. beim Einkauf oder der täglichen Erledigungen um die Ecke. Viele Leute stiegen auf öffentliche Verkehrsmittel um, um z. B. zur Schule, zur Arbeit oder zum Shoppen zu fahren. Durch die flächendeckende Förderung von der Bundesregierung wurde das Netz der öffentlichen Verkehrsmittel weiter ausgebaut. Das Auto wurde nach und nach überflüssig. Heute besitzt nur noch jeder sechste Führerscheinbesitzer ein eigenes Auto.

Die meisten Leute leihen sich für weite Fahrten ein Auto bei ihrem Car-Sharing-Partner. Und die dürfen schließlich nur umweltfreundliche E-Cars oder Gasantriebsautos verleihen. Dadurch wird der Schadstoffausstoß um ein Vielfaches reduziert. Die meisten Menschen leben heute in Großstädten. Trotz der Tatsache, dass alle zentralen Punkte mit öffentlichen Verkehrsmitteln erreicht werden können, ist das Stadtbild von kleinen E-Cars geprägt. Es ist ja auch praktisch, mit seinem eigenen oder geliehenen Flitzer in die Docking-Stations zu parken und gleichzeitig das Fahrzeug kontaktlos aufzuladen. Einzig bei längeren Fahrten machen die E-Cars Schwierigkeiten, aber dass soll sich in kürze durch neu entwickelte Brennstoffzellen ändern.

Begrüßen dürfen wir sicher auch die Umstellung von Atomstrom in regenerative Energien. Was nützen schließlich umweltfreundliche Autos die mit dreckigem Atomstrom auf unseren Straßen unterwegs sind?

Die aktuellen Unfallstatistiken zeigen auch, dass sich nachhaltige Mobilität auf die Verkehrssicherheit ausweitet. Letztes Jahr wurden die wenigsten Verkehrstoten seit 1949 verzeichnet. Weit entfernt vom Höchstwert aus dem Jahr 1970. Hier waren es noch rund 21.332 Tote. Heute sind es noch 1.002 Tote.

Eines wird sich mit Sicherheit auch in den nächsten 20 Jahren nicht verändern: Das beliebteste Fortbewegungsmittel werden weiterhin die eigenen Füße sein. ||

# PHILEAS-BUSSE IN BETRIEB

Der Regionalverkehr Köln GmbH (RVK) und HyCologne – Wasserstoff Region Rheinland e.V. haben gemeinsam am 6. Mai 2011 die beiden neuen wasserstoffbetriebenen Hybridbusse offiziell auf die Straße gebracht. Jeweils zwei Exemplare dieser 18 Meter langen Gelenkbusse vom Typ *Phileas* sind fortan im Rahmen einer deutsch-niederländischen Gemeinschaftsproduktion in Köln und Amsterdam unterwegs. Den Startschuss für die Inbetriebnahme gab der Minister für Wirtschaft und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, Harry K. Voigtsberger. Die Busse, die über eine Reichweite von 300 km verfügen, werden in Nordrhein-Westfalen im regulären flächendeckenden Linienverkehr sowie im Stadtverkehr in Hürth und Brühl eingesetzt. Der Wasserstoff stammt aus dem Hürther Chemiepark Knapsack, wo er als Nebenprodukt der Chlor-Alkali-Elektrolyse anfällt. ||

## „DIE TECHNIK IST FERTIG“

*Abschluss einer Weltumfahrung [Quelle: Daimler]*

Nach rund 125 Tagen und zusammen 90.000 Kilometern sind die drei B-Klasse F-CELL-Modelle am 1. Juni 2011 wieder heil zurück nach Stuttgart gekommen. Mit dem *Mercedes-Benz F-CELL World Drive* (s. HZwei-Heft Apr. 2011) rund um den Globus wollte die Daimler AG „die hohe technische Reife der Brennstoffzellentechnologie unter Beweis stellen.“ Forschungsvorstand Thomas Weber erklärte, die Weltumfahrung durch 14 Länder über vier Kontinente zeige, dass die Technik absolut praxistauglich ist. Er ging sogar noch einen Schritt weiter und sagte gegenüber der Börsen-Zeitung: „Die Technik ist fertig.“

Im Rahmen der Feierlichkeiten zum Abschluss der Tournee sagte Dr. Dieter Zetsche, Vorstandsvorsitzender der Daimler AG, in Stuttgart: „Die Zeit ist reif für Elektroautos mit Brennstoffzelle. Jetzt muss das Thema Infrastruktur Fahrt aufnehmen. Denn nur mit einer ausreichenden Zahl an Wasserstofftankstellen können Autofahrer von den Vorteilen der Technologie profitieren: große Reichweiten, kurze Tankzeiten, null Emissionen.“ Aus diesem Grund vereinbarten Daimler und Linde, in den nächsten drei Jahren 20 $H_2$-Tankstellen in Deutschland bauen zu wollen. Die anvisierten Standorte liegen in Berlin, Hamburg und Stuttgart sowie entlang einer neu zu schaffenden Nord-Süd- sowie einer Ost-West-Verbindung. Beide Unternehmen, die mit Investitionen in Höhe eines zweistelligen Millionenbetrags rechnen, verstehen diese Initiative als Brückenschlag zu den bestehenden Infrastrukturprojekten *H2-Mobility* und *Clean Energy Partnership*.

Mitte März 2011 vermeldeten die Schwaben zudem, Mercedes-Benz werde eine eigene Fertigung für BZ-Stacks in Burnaby bei Vancouver, Kanada, aufbauen. Die dort bereits ansässige Automotive Fuel Cell Cooperation (AFCC), ein Gemeinschaftsunternehmen von Daimler (50,1 %), Ford (30 %) und Ballard (19,9 %), entwickelte den aktuell in der B-Klasse verbauten Stack. Günter Walz, Leiter Ausland Mercedes-Benz Cars, erklärte: „Die Gründung der neuen Produktionsstätte unter dem Dach von Mercedes-Benz Kanada ist die logische Konsequenz von Daimlers erfolgreicher Zusammenarbeit mit Partnern am Standort Vancouver.“ Nach der Materialforschung und Entwicklung wird dort nun auch die Produktion angesiedelt, damit 2013 die Serienproduktion der nächsten Stack-Generation starten kann. Der neue effizientere und kompaktere Stack soll dann auch für die C- und E-Klasse eingesetzt werden. Daimler-Chef Zetsche konkretisierte am 1. Juni 2011, die Produktion von BZ-Fahrzeugen in Serie (vierstellige Stückzahlen) werde 2014 anlaufen. Das wäre ein Jahr früher als bislang kommuniziert.

## ZU EHREN VON BERTHA BENZ

Auf den Spuren von Bertha Benz findet im September eine Wettfahrt für alle zukunftsgerechten Fahrzeuge mit alternativen Antrieben statt. Am 9. September startet der Tross in Mannheim, dort wo auch die resolute Dame vor 125 Jahren gestartet ist. Dann geht es über 104 Kilometer auf der historischen Strecke über Bruchsal nach Pforzheim. Gleichzeitig ist dies die Einweihung für die Bertha Benz Memorial Route. Am 10. September geht es auf anderer Strecke wieder zurück. Diese Wettfahrt stellt den Abschluss des Automobilsommers 2011 dar, bevor wenige Tage später die Internationale Automobil Ausstellung (IAA) in Frankfurt beginnt.

Frauke Meyer, die Vorsitzende des veranstaltenden Vereins Bertha Benz Memorial Route e. V., erklärte: „Um unseren Kindern eine bessere und gesündere Umwelt zu erhalten, möchten wir zusammen mit Ihnen nachhaltige Mobilität öffentlichkeitswirksam aus den Messehallen für alle sichtbar auf die Straße bringen, damit die Menschen erfahren, dass es bereits heute zukunftsgerechte Autos gibt – und viele davon auch schon gekauft werden können.“

Bertha Benz hatte sich im Jahr 1888 ein Herz und den Wagen ihres Mannes gegriffen und fuhr – ohne das Wissen von Carl Benz, dafür aber mit ihren beiden ältesten Söhnen – die damaligen 106 km von Mannheim nach Pforzheim, ihrem Geburtsort, nachdem der Wagen zunächst nur nutzlos in der Garage herumstand hatte. ||

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

# ARM, SEXY UND E-MOBIL

## *Berliner Bewerbung zur Hauptstadt für Elektromobilität*

**Berlin will die Hauptstadt für Elektromobilität werden. Am 22. März 2011 hat sich der Regierende Bürgermeister Klaus Wowereit offiziell um diesen Titel beworben. Über eine eigene Agentur für Elektromobilität, die eMO, verfügt die Bundeshauptstadt bereits (s. HZwei Jan. 2011). Der eMO oblag es dann auch, die „Bewerbungsveranstaltung" in Form eines Empfangs im Energieforum in Berlin zu organisieren. Am Vormittag desselben Tages hatte der Berliner Senat das „Aktionsprogramm Elektromobilität Berlin-Brandenburg 2020" verabschiedet, das dazu verhelfen soll, die Hauptstadtregion als nationales Kompetenzzentrum für Elektromobilität zu etablieren.**



„Unser Ziel ist es, im Jahr 2020 in Berlin 100.000 Elektroautos auf die Straße zu bringen", sagte der Regierende Bürgermeister Klaus Wowereit und fügte noch hinzu: „Unsere Stadt hat große Chancen, ein bedeutender Standort der Elektromobilität in Europa zu werden." Harald Wolf, Berlins Senator für Wirtschaft, Technologie und Frauen, ergänzte: „Das Aktionsprogramm ist eine gute Basis, um unsere Region als nationales Kompetenzzentrum und überregionalen ‚Showroom' der Elektromobilität zu etablieren." Aktuell stehen für die 250 Elektrofahrzeuge, die in der 3,5-Mio.-Einwohner-Stadt unterwegs sind, 200 Ladepunkte zur Verfügung.

Gernot Lobenberg, Leiter der Berliner Agentur für Elektromobilität eMO, konkretisierte diese Aussagen: „Berlin bietet ideale Voraussetzungen, um Standort für einen nationalen und internationalen Showroom der Elektromobilität zu werden. Mit aktuell über ein Dutzend Projektvorhaben mit einem Gesamtvolumen von über 80 Millionen Euro wird in der Hauptstadtregion im Bereich E-Mobilität mehr getestet und erprobt als in jeder anderen deutschen Stadt. Zudem ist keine andere Stadt so offen für neue Ideen und somit auch für neue Mobilitätskonzepte wie Berlin."

Nach den Plänen des Senats soll beispielsweise auf dem Gelände des ehemaligen Flughafens Tempelhof, wo auch Mitte Mai 2011 die Michelin Challenge Bibendum stattfand (s. S. 34 ), ein Kompetenzzentrum mit Erlebniswelt *e-THF* 2020 entstehen, das E-Mobilität und auch regenerative Energietechniken sichtbar und erlebbar macht. Außerdem werden derzeit interessierte Partner gesucht, um bis Ende 2012 einen anspruchsvollen Testparcours einrichten zu können. Auch am Flughafen Tegel, der 2012 stillgelegt wird, und im Clean Tech Park Marzahn könnte sich die Thematik fortsetzen, indem dort beispielsweise neue Entwicklungs- und Produktionsstandorte aufgebaut werden. Im Rahmen der Modellregion Elektromobilität Berlin/Potsdam entsteht auf dem Campus des Europäischen Energie Forums *EUREF* am ehemaligen Gasometer im Bezirk Schöneberg ein Kompetenzzentrum für intermodale nachhaltige Mobilität mit der Plattform *elektroMobilität* sowie dem Projekt *BeMobility*. Außerdem könnten städtische Versuchszonen geschaffen werden. Der Strom für die geplanten elektrischen Antriebe soll grün sein und aus Brandenburg kommen.

Auch auf wissenschaftlicher Ebene beabsichtigt Berlin zu punkten. Schon jetzt gibt es beispielsweise an der TU Berlin ein Forschungsnetzwerk Elektromobilität, an dem vier Fakultäten und 20 Fachgebiete koordiniert von Prof. Dr.-Ing. Dietmar Göhlich zusammenarbeiten. Die dort vorhandenen Kompetenzen sollen weiter ausgebaut und noch besser vernetzt werden. Wissenschaftssenator Jürgen Zöllner sagte: „Wir sind uns einig, dass Berlin als Hauptstadt, Wissenschaftszentrum und internationale Metropole alle Chancen hat, zu einem weltweit beachteten Zentrum der Elektromobilität zu werden."

**VERLEIHSTATION** Kurz darauf, am 13. April 2011, eröffnete in der Bundeshauptstadt der öffentliche Autoverleihservice *yoove Mobility*. Nachdem die jungen Geschäftsführer Fabian Paul und Hendrik Schneider die Gesellschaft erst im Frühjahr 2010 in Berlin gegründet hatten, öffneten sie jetzt auch für interessierte Autofahrer die Türen. Anfangs gab es nur die zweirädrigen Elektroroller Segway zu mieten. Mittlerweile beinhaltet der Mini-Fuhrpark auch vier Elektroautos. Ein Mitsubishi i-MiEV kann dort fortan für 79 Euro pro Tag inklusive Strom, Versicherung und unbegrenzter Kilometerzahl gemietet werden. „Besonders in Großstädten nimmt die Nachfrage an bezahlbaren Elektroautos zu. Wir wollen dieses Thema für jeden erlebbar machen und bieten, im Gegensatz zu bisherigen Pilotprojekten, eine dauerhafte Vermietung für jedermann an", erklärt Fabian Paul.

Klaus Wowereits fast schon geflügelte Worte aus dem Jahr 2003 „Berlin ist arm, aber sexy" könnten also bald um ein Attribut reicher sein. ||

### BATTERIEFABRIK IN ULM

Auch Ulm hat gute Chancen, ein Elektromobilitätsschaufenster zu werden. Die Wissenschaftsstadt beheimatet nicht nur das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), das Weiterbildungszentrum Brennstoffzelle Ulm (WBzU) sowie die Universität Ulm. Anfang des Jahres wurde auch das Helmholtz-Institut Ulm für Elektrochemische Energiespeicherung (HIU) gegründet, das sich auf Batterietechnik und Speicherung spezialisiert hat. Außerdem unterzeichnete Bildungsministerin Prof. Annette Schavan im Mai 2011 zusammen mit Dr. Hubert Jäger, Vorsitzender des Kompetenznetzwerks Lithium-Ionen-Batterien (KLiB), eine Absichtserklärung, dass dort eine Produktionsanlage für Lithium-Ionen-Batterien errichtet wird.

**Thema:** Elektromobilität | **Autorin:** Anette Weingärtner

# SCHNELLLADUNG ODER INDUKTION

## *eCarTec 2011 in Paris*

*Diskussionsrunde auf französisch [Quelle: MunichExpo]*

**Vom 30. bis 31. März hat die eCarTec Paris Conference & Exhibition in Frankreich stattgefunden, zu der deutlich mehr Aussteller und auch Besucher als im Vorjahr kamen. Auch wenn in Frankreich nach wie vor vorrangig Atomenergie zum Betrieb der Elektrofahrzeuge verwendet wird, waren sich die Experten einig darin, dass die Elektrifizierung der Fahrzeuge progressiv verlaufen wird, anfangs mit Plug-In-Hybrid-Electric-Vehicles (PHEV), deren Autonomie mit abnehmendem Batteriepreis steigen wird – bis zu dem Tag, wenn alle Fahrzeuge elektrisch fahren werden.**

Insgesamt nahmen etwa 300 Besucher sowie 30 Aussteller, unter ihnen Siemens, ESG, Hawi, Epyon und ein südkoreanischer Gemeinschaftsstand, an der eCarTec Paris teil. Zu den Exponaten zählten Elektroautos von Mitsubishi und Mini, die im Straßenverkehr getestet werden konnten, sowie der Elektrobus von B.E. Green. Auffällig bei dem Kongress war die zum Teil sehr unterschiedliche Akzentsetzung der deutschen und französischen Referenten. Während deutsche Referenten sehr auf „grüne" Elektromobilität fokussiert waren, so wie etwa Dr. Oliver Weinmann von Vattenfall Europe Innovation und Dr. Knut Hamann von HaWi Energietechnik, kam das Thema der Energieversorgung von Elektroautos in den Vorträgen der französischen Kongressteilnehmer kaum zur Sprache. Da in Frankreich der überschüssige Strom aus Atomkraftwerken in den Bordakkus der Fahrzeuge genutzt wird, sehen die Franzosen nur eher selten einen Zusammenhang zwischen erneuerbaren Energien und Elektromobilität.

Die Schwerpunktthemen waren neue Geschäftsmodelle. Hier erläuterte beispielsweise die CHAdeMO Association Canada ihr „quick charging system for everybody". Ziel der CHAdeMO (Charge for Moving), einer globalen industriellen Vereinigung mit über 300 Unternehmen, ist die Etablierung eines Standards für die Schnellladung von Elektrofahrzeugen. Bei dem von CHAdeMO vorgestellten Standard können Elektrofahrzeuge an Gleichstrom-Schnellladesäulen innerhalb von fünf Minuten so weit aufgeladen werden, dass eine zusätzliche Reichweite von 30 bis 40 km erzielt wird. Für einen Ladevorgang bis zu 80 % der Batteriekapazität sind etwa 30 Minuten erforderlich. Der für die Etablierung des CHAdeMO-Standards zuständige Serge Roy legte dar, dass in Japan einer Studie der dortigen Regierung zufolge für 1 Mio. Elektrofahrzeuge 5.000 Schnellladesysteme benötigt würden.

**INDUKTIVES LADEN** Die Conductix Wampfler AG, eines der europaweit führenden Unternehmen beim induktiven Laden, stellte im Rahmen des Themenblocks „Hihglights der Forschung" ihr Konzept des „Inductive Power Transfers" vor. Bei dieser Technik erfolgt die Energieübertragung induktiv über einen Luftspalt zwischen fest installierter Bodenspule und einer Spule im Fahrzeugboden, ähnlich wie bei einem Transformator. Dabei erkennt die Elektronik der Bodenspule automatisch die korrekte Position des Fahrzeugs und tauscht per Nahfeldkommunikation alle für den Ladevorgang notwendigen Informationen mit dem Fahrzeug aus. Die Vorteile dieser Technologie gegenüber einem verkabelten Ladevorgang sind, dass der Ladevorgang automatisch startet, sobald das mit einer Induktionsplatte ausgestattete Fahrzeug auf einem entsprechenden Ladepunkt abgestellt ist. Darüber hinaus lassen sich die Ladepunkte unsichtbar und vandalismussicher im öffentlichen und privaten Raum installieren. Durch den Automatismus beim kabellosen Laden können bei entsprechender Infrastruktur zudem mehr Ladevorgänge bei geringerer Ladestrommenge durchgeführt werden, was zu einer längeren Batterielebensdauer führt.

Das Offenbacher Unternehmen stellte die Praktikabilität dieser Technologie bereits mit Elektrobussen in Genua und Turin unter Beweis. Zudem startete Conductix Wampfler im November vergangenen Jahres ein BMU-Förderprojekt zusammen mit Daimler. Dr. Oliver Hirsch von Conductix Wampfler erklärte jedoch, es gäbe noch einige offene Fragen hinsichtlich der Sicherheit zu klären. So sei beispielsweise bislang noch nicht klar, inwieweit für Mensch und Tier Gesundheitsrisiken bestünden, wenn sie elektromagnetischen Feldern ausgesetzt seien. Hirsch kam zu dem Ergebnis, dass die Erfordernisse bei dieser Technologie hinsichtlich der Sicherheit, Effizienz und Integration in jedem Fall sehr hoch seien. Er sagte: „Die Effizienz wird jedoch durch jedes entwickelte System für induktives Laden verbessert werden." ||

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

# DER KOLIBRI FLIEGT WIEDER

## *Lithium-Polymer-Akku von DBM Energy besteht Tests*

**Die DBM-Debatte geht weiter. Erst ein Weltrekord, dann öffentliche Kritik, ein Brandanschlag und schließlich doch das Happyend? Ganz so weit ist DBM Energy wohl noch nicht, aber zumindest erfolgte im Rahmen der Hannover Messe die Rehabilitierung des Berliner Unternehmens. Auf dem Messestand des Bundeswirtschaftsministeriums präsentierte Mirko Hannemann den Nachbau seines *lekker Mobils* (Audi A2) und vermeldete, dass sowohl das Fahrzeug als auch die Sicherheit der Batterie erfolgreich getestet worden seien. Konkrete Praxistests folgen.**



Wie bereits im April-Heft der HZwei berichtet hatte Prof. Dr. Volkmar Schröder, Leiter der Fachgruppe II.1 „Gase, Gasanlagen“ bei der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Mitte Januar 2011 mit umfangreichen Tests an den Kolibri-Alpha-Polymer-Batterien begonnen. Die Lithium-Polymer-Akkus wurden nach dem „UN-Prüfhandbuch zur Beförderung gefährlicher Güter“ mehrere Wochen auf Sicherheit überprüfte. Gemäß einer DBM-Meldung vom 1. April 2011 ergaben diese Untersuchungen, dass die „Kolibri-Technologie die erforderlichen Sicherheitsstandards zu Luft, Land und Wasser erfüllt.“ Weiter heißt es: „Die Zellen der DBM Energy haben alle diese Prüfungen (extreme Klima- und Luftdruckschwankungen, elektrische Kurzschlüsse, Überladung oder Falschpolung sowie starke mechanische Einflüsse wie Schwingungen, Stoß und Aufprall) bestanden.“ Bei den zusätzlich durchgeführten Unterfeuerungsversuchen zeigte sich die Batterie als explosionssicher und nicht brandbeschleunigend, so dass auch Volkmar Schröder konstatierte, die Batterie „erfüllt voll die Sicherheitserfordernisse.“ In einem Video, das auf der Website des Bundeswirtschaftsministeriums (BMWi, www.ikt-em.de) zu finden ist, können die Ergebnisse eingesehen werden. Prof. Schröder äußert sich dort mit den Worten: „Die bisherigen Prüfungen sind alle positiv verlaufen.“

Zusätzlich wurde Mitte März eine nachgebaute Version des Rekordautos, das im Vergleich zur damaligen 600-km-Fahrt mit einer kleiner dimensionierten Batterie ausgestattet war, ans DEKRA-Prüfzentrum nach Klettwitz geliefert. Auf dem dortigen Rollenprüfstand bewältigte das 1.340 kg schwere Fahrzeug einen Reichweitentest gemäß Prüfnorm ECE-R 101 2000, einer Richtlinie zur Messung der elektrischen Reichweite mit Elektroantrieb betriebener Fahrzeuge. Auf Nachfrage der HZwei-Redaktion erklärte die DEKRA, dass „der Test erfolgreich verlaufen ist.“ Die erreichte Fahrstrecke lag mit der 63 kWh fassenden Batterie bei 454,8 km. Mit einem Energiegehalt des Originalmodells (98,8 kWh) wären rein rechnerisch 714 km realisierbar gewesen.

Nach Angaben des BMWi verfügt der umgebaute Audi A2 (Baujahr: 2004) mit 5-Gang-Halbautomatik über eine Leistung von 22 kW und eine Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h. Die Batterie weist einen Einsatzbereich von -20 bis +60 °C auf. Die BAM testete über eine Temperaturspanne von -40 bis +75 °C. Die in der Batterie eingesetzten Zellen basieren auf einer im Jahr 2005 entwickelten speziellen chemischen Zusammensetzung, die über einen äußerst niedrigen Elektrolytanteil verfügt und somit zu den Feststoffspeichern zählt. Wie in einem Video von Reuters auf der Website Zeit-Online zu sehen ist, befinden sich im Kofferraumboden des Audi A2 insgesamt 16 in Reihe geschaltete Batterien. Hannemann erklärte gegenüber HZwei: „Wir haben Zellen, die laufen seit 2005, das entspricht weit über 5.000 Zyklen, ohne dass sie wesentliche Ermüdungs- oder Alterungserscheinungen aufweisen.“ Außerdem betonte der Jungunternehmer, dass das Thema Elektromobilität lediglich einen kleinen Teil der Aktivitäten von DBM ausmache, der Schwerpunkt der Tätigkeiten liege bei Kraftwerksspeichern (Großbatterien zur Stromspeicherung und fürs Lastmanagement).

Jetzt ist geplant, insgesamt drei mit der Kolibri-Technologie ausgestattete Audi A2 in der Modellregion Elektromobilität Oldenburg von Juni bis September 2011 im Alltag zu testen. Das EWE-Forschungszentrum für Energietechnologie *Next Energy* will die Autos im Rahmen des Projekts *GridSurfer* untersuchen. Insgesamt sollen 15.000 km mit den Batterieautos (40 kWh) zurückgelegt werden. Dr. Bettina Lenz, Bereichsleiterin Energiespeicher, sagte: „Wir wollen das Nutzerverhalten protokollieren, da sollte nicht jede zweite Fahrt an der Ladesäule enden.“ Details dazu folgen in der Oktober-Ausgabe der HZwei.

DBM war unmittelbar nach der Rekordfahrt aufgrund mangelhafter Kommunikationspolitik in die Kritik geraten, woraufhin auch der Hauptsponsor abgesprungen war. Als das Demonstrationsfahrzeug kurz vorm Jahresende 2010 bei einem Brand in einer historischen Lagerhalle beschädigt wurde, häuften sich die Mutmaßungen über angebliche zwielichtige Machenschaften, die aus heutiger Sicht jedoch nicht bestätigt werden konnten. Im Abschlussbericht des Landeskriminalamts Berlin heißt es zur Brandursache, es habe drei Brandausbruchsstellen gegeben, so dass von einer vorsätzlichen Brandsetzung auszugehen sei. Jetzt befindet sich das rund ein Dutzend feste Mitarbeiter beschäftigende Unternehmen in einer Phase der Neuausrichtung. Zunächst wurde eine übergeordnete Holding, die Kolibri Power Systems AG, gegründet. Neben der Entwicklungsgesellschaft DBM zählen auch Produktionsunternehmen, in denen über 200 Mitarbeiter mit der Zellfertigung beschäftigt sind, zu dieser Holding. ||

# 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 Energy Solutions AG,**
Tel. 030-340601-600, Fax -599,
*sales@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. 0761-4588-5208, Fax -9000, *www.h2-ise.de*

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

**Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH,**
Max-Planck-Str. 1, 21502 Geesthacht,
Tel. 04152-87-0, Fax -1403, *www.gkss.de*

**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*

E-MOTIVE

Expertenforum Elektrische Fahrzeugantriebe
7. und 8. September 2011 in Aachen

- Wege zur Serienfertigung
- Produktionstechnik Batterie & E-Motor
- Elektro- & Hybridantriebskonzepte
- Übergeordnete Systemanforderungen
- Werkstoffentwicklungen
- Leistungselektronik
- Komponentenentwicklung
- Systemintegration

Informationen unter: www.e-motive.net

E-MOTIVE ist eine Initiative von: FVA FVV VDMA

## ORGANISATION

**NOW GmbH,** Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, Fasanenstrasse 5, 10623 Berlin, Tel. 030-3116116-43, Fax -77, *www.now-gmbh.de*

## TECHNOLOGIEZENTREN

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

**H2Herten,** Wasserstoff-Kompetenz-Zentrum
Doncaster-Platz 5, 45699 Herten
*d.kwapis@herten.de, www.wasserstoffstadt.de*

**Partner bei HyCologne,** Zugang zu $H_2$-Projekten, $H_2$-Tankstelle, $H_2$-Infrastruktur, Büros, Gründersupport, Sekretariats- & Konferenzservice, Tel. 02233-406100
*www.start-huerth.com, h2@start-huerth.com,*

## VERANSTALTER

**European Fuel Cell Forum,** Obgardihalde 2, 6043 Luzern-Adligenswil, Schweiz, Tel. +41-4-45865644, Fax 35080622, *forum@efcf.com, www.efcf.com*

**18. Gemeinschaftsstand Wasserstoff + Brennstoffzellen**
Hannover Messe 2012, 23.-27. April, Tobias Renz FAIR
Megan McCool, *megan@h2fc-fair.com, www.h2fc-fair.com*

**EW Medien und Kongresse GmbH,**
Kleyerstraße 88, 60326 Frankfurt am Main,
Tel. 069-7104687-330, Fax -459, *www.ew-online.de*

**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*

**Peter Sauber Agentur Messen und Kongresse GmbH,**
Wankelstraße 1, 70563 Stuttgart,
Tel. 0711-656960-50, Fax -99, *www.f-cell.de*

## VEREINE & VERBÄNDE

**Deutscher Wasserstoff- & Brennstoffzellen-Verband e.V.,**
Tietzenweg 85/87, 12203 Berlin,
Tel. 030-398209946-0, Fax -9, *www.dwv-info.de*

**Forum Elektromobilität e.V.,** c/o Fraunhofer Forum Berlin
Anna-Louisa-Karsch-Str. 2, 10178 Berlin
Tel. 030-2404745-8, Fax -9
*www.forum-elektromobilitaet.de*

**H2BZ-Initiative Hessen e.V.,**
Abraham-Lincoln-Str. 38-42, 65189 Wiesbaden,
Tel. 0611-774-8959, info@h2bz-hessen.de,
*www.h2bz-hessen.de*

**h2-netzwerk-ruhr,**
Doncaster-Platz 5, 45699 Herten,
*info@h2-netzwerk-ruhr.de, www.h2-netzwerk-ruhr.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 Energy Solutions AG,**
Tel. 030-340601-600, Fax -599,
*sales@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

**Bürkert Werke GmbH & Co. KG,**
Christian-Bürkert-Str. 13-17, 74653 Ingelfingen,
Tel. 07940-10-0, Fax 91204,
*www.buerkert.com*

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

**Eisenhuth GmbH & Co. KG,**
Friedrich-Ebert-Str. 203, 37520 Osterode am Harz,
Tel. 05522-9067-14, Fax -44,
*www.eisenhuth.de*

**EPH elektronik Produktions- & Handelsgesellschaft mbH,**
Rudolf-Diesel-Str. 18, 74354 Ottmarsheim,
Tel. 07143-8152-0, Fax -50,
*www.eph-elektronik.de, www.g-e-o-s.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*

# TERMINKALENDER

## AUGUST

**22.08.-02.09. Summer School for Hydrogen and Fuel Cell**
Weiterbildung, Viterbo/Italien, FZ Jülich, Tel. 02461-61-2244, Fax -4155, *www.hysafe.org/SummerSchoolFCH*

## SEPTEMBER

**05.-09.09. Niedersächsische Brennstoffzellen-SummerSchool**
Seminar, Goslar, Landesinitiative Brennstoffzelle & Elektromobilität Niedersachsen, Tel. 0551-49601-15, Fax -49, *www.brennstoffzelle-nds.de*

**07.-08.09. E-Motive**
Konferenz, Aachen, Forschungsvereinigung Antriebstechnik, Tel. 069-6603-1820, Fax -2820, *www.e-motive.net*

**10.-11.09. Bertha Benz Challenge**
Wettfahrt, Bertha Benz Memorial Club, Tel. 06221-87435-7, Fax -8, *www.bertha-benz.de/challenge*

**12.-14.09. International Conference on Hydrogen Safety** Konferenz, San Francisco/USA, hysafe, Tel. 07247-82 6105, *www.ichs2011.com*

**13.-14.09. Energiespeicher für Bordnetze & Hybridfahrzeuge** Seminar, Essen, Haus der Technik, Tel. 0201-1803-211, Fax -280, *www.hdt-essen.de*

**13.-14.11. Energiespeicherung im Erdgasnetz & Wasserstoff**
Konferenz, Berlin, DBI, Tel. 0341-24571-29, Fax -37, *www.dbi-gut.de*

**14.-15.09. Fachtagung Elektromobilität**
Konferenz, Bremen, personal mobility center, Tel. 0421-56654-18, Fax -99, *www.personal-mobility-center.de*

**14.-16.09. World Hydrogen Technologies Convention**
Konferenz & Messe, Glasgow/Schottland, WHTC2011 Secretary, Tel. +44-141-5484-575, Fax -872, *www.whtc2011.org.uk*

**15.09. Brandenburger Energietag**
Konferenz, Cottbus, ETI, Tel. 0331-2786-241, Fax -191, *www.eti-brandenburg.de*

**15.-25.09. IAA Pkw**
Messe, Frankfurt/M., Verband der Automobilindustrie, Tel. 069-97507-0, Fax -261, *www.iaa.de*

**16.09. Clean Tech Media Award**
Gala, Hamburg, Voigt Krüger & Partner, Tel. 030-24087821-0, Fax -2, *www.cleantech-award.de*

**22.-24.09. Klimamobility**
Messe, Bozen/Italien, Messe Bozen, Tel. +39-471-516-000, Fax -111, *www.klima-mobility.it*

**22.-25.09. RENEXPO**
Kongress & Messe, Augsburg, Reeco GmbH, Tel. 07121-3016-0, Fax -100, *www.renexpo.de*

**26.-27.09. f-cell**
Kongress & Messe, Stuttgart, Peter Sauber Agentur Messe & Kongresse, Tel. 0711-656960-52, Fax -99, *www.f-cell.de*

**27.-28.09. Hybridnahverkehrsbusse**
Seminar, Essen, Haus der Technik, Tel. 0201-1803-211, Fax -280, *www.hdt-essen.de*

**30.09.-02.10. Clean Tech World**
Messe, Berlin, Clean Tech World, Tel. 030-24087821-1, Fax -2, *www.cleantechworld.org*

## OKTOBER

**12.10. Pro-H2 Technologie-Forum**
Konferenz, Hannover, Solvay, Tel. 0511-857-0, *www.pro-h2.de*

**18.-19.10. econ-fleet**
Messe & Konferenz, Münster, Halle Münsterland, Tel. 0251-660046-4, Fax -9, *www.econ-fleet.de*

**18.-20.10. eCarTec**
Kongress & Messe, München, MunichExpo, Tel. 089-3229911-2, Fax -9, *www.ecartec.de*

**31.10.-03.11. Fuel Cell Seminar & Exposition** Messe & Konferenz, Orlando/USA, Fuel Cell Seminar Headquarters, Tel. +1-202-973-8671, Fax -331-0111, *www.fuelcellseminar.com*

## NOVEMBER

**3.-5.11. Energie-Symposium Stralsund**
Symposium, Stralsund, FH Stralsund, Tel. 03831-45-6713, Fax -711713, *www.fh-stralsund.de*

**17.-18.11. DENEX** Konferenz & Messe, Wiesbaden, Reeco GmbH, Tel. 07121-3016-0, Fax -100, *www.denex.info*

**22.11. Batterien und Brennstoffzellen**
Seminar, Essen, Haus der Technik, Tel. 0201-1803-211, Fax -280, *www.hdt-essen.de*



## FIRMEN-EINTRAG

**Bitte nehmen Sie uns in das HZwei-Firmenverzeichnis auf.** Dieser Auftrag gilt für 4 Ausgaben und kostet pro Rubrik 100 € (zzgl. MwSt.) inklusive HZwei-Abo *(max. 150 Zeichen)*. Ein Premium-Eintrag mit Logo kostet zusätzlich 100 € pro Ausgabe.

Firma

Adresse

Tel., Fax, Internet

*Rubrik:*

- ☐ **Beratung**
- ☐ **Brennstoffzellen**
- ☐ **Elektrolyseure**
- ☐ **Forschung & Entwicklung**
- ☐ **Medien**
- ☐ **Technologiezentren**
- ☐ **Veranstalter**
- ☐ **Vereine &Verbände**
- ☐ **Weiterbildung**
- ☐ **Zulieferer**
- ☐ **eigener Vorschlag**

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

Ihnen entstehen lediglich Versandkosten in Höhe von **10 Euro**

# Schule machen für ein prima Klima: mit dem Unterrichtspaket **„Nachwachsende Rohstoffe“**

Den Ursachen und Folgen des Klimawandels entgegenzuwirken, zählt derzeit zu den größten Herausforderungen. Globaler, effizienter Klimaschutz und die Energiewende können nur gelingen, wenn wir alle mitmachen. In diesem Zusammenhang spielt das Wissen über nachhaltig erzeugte und genutzte „Nachwachsende Rohstoffe“ (NAWARO), die als Energieträger oder Rohstofflieferanten dienen können, eine zentrale Rolle – und das bereits im Schulunterricht.

Mit dem Unterrichtspaket „Nachwachsende Rohstoffe“ bietet die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) – Projektträger des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) – umfangreiches und fächerübergreifendes Material für die Sekundarstufe. Dieses ermöglicht eine einfache Vorbereitung und problemlose Durchführung von anschaulichen Unterrichtsstunden.

Bestellmöglichkeiten direkt unter
**www.hydrogeit-verlag.de/shop**

Gefördert durch:

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e.V.