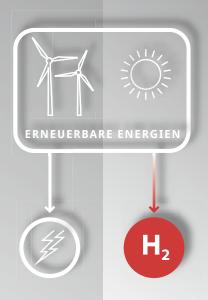
DAS MAGAZIN FÜR WASSERSTO BRENNSTOFFZELLEN

ENERGIEWENDE 2012



- → WIND-WASSERSTOFF: DER NEUE HOFFNUNGSTRÄGER
- → INTERVIEW MIT STAATSSEKRETÄR RAINER BOMBA



INHALTSVERZEICHNIS

2 Impressum

3 Editorial

4 Meldungen

Neues H₂-Sicherheitskompendium Hürth wird Europazentrale SFC übernimmt PBF CFCL tritt IBZ bei Effizienzhaus in Berlin eröffnet Parlamentarischer Abend in Berlin

8 Konferenz

NOW stellt Entwicklungsplan 3.0 vor

9 Messen

f-cell: Neuer Ort, neue Zeit Grüne Intelligenz in Hannover

10 Wind-Wasserstoff

Aufwind für Wind-Wasserstoff-Systeme Neues Bündnis "performing energy" gestartet Greenpeace Energy prüft Windgas-Konzept Reportage über ITM Power Plc

19 International

Meldungen aus den USA

20 Entwicklung

BZ-System in der Ostsee versenkt Neuste Forschungsergebnisse über H2-Versprödung

26 Politik

Interview mit Staatssekretär Rainer Bomba

28 International

Deutschland empfängt IPHE-Partner in Berlin

30 Elektromobilität

Ergebniskonferenz Modellregionen Praxistests mit Mini E & F-Cell B-Klasse Interview: Chancen für induktive Ladung Batteriewechsel auf Deutsch Intelligentes Mobilitätsmanagement eTrust-Studie: Wenig Interesse an E-Mobilität

BMW macht in Brennstoffzellen

45 Terminkalender

46 Firmenverzeichnis



Inbetriebnahme des Hybridkraftwerks Prenzlau



Interview mit Staatssekretär Rainer Bomba



Praxistest mit F-Cell B-Klasse und Mini E

ISSN: Jahrgang: 1862-393X 12. (2012) / Heft 1, Januar 2012

Verlag:

Hydrogeit Verlag Sven Geitmann, Gartenweg 5 D - 16727 Oberkrämer

Oberkrämer DE 221143829 Sitz: UStID.:

Redaktion & ViSdP: Tel./Fax: E-Mail: Internet:

Dipt.-Ing. Sven Geitmann +49 (0)33055 – 21322/20 kontaktühydrogeit.de www.hydrogeit-verlag.de, www.hzwei.info www.hzwei.info/blog, www.twitter.com/hydrogeit

Dipl.-Des. Andreas Wolter, Weimar Dipl.-Des. Henrike Hiersig, Weimar Design: Satz:

Kirsten Laasner Projektmanagement, Kirchheim Dione Gutzmer, Berlin Printec Offset – medienhaus, Kassel

Druckauflage: Erscheinungsweise:

8 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 2,00 € Versand) 27,50 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 6,50 € Versand) 8 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 4,50 € Versand) 27,50 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 17,00 € Versand) Einzelpreis (Inland): Jahrespreis (Inland):

Studenten: Kündigung:

50 % Ermäßigung jederzeit möglich, 6 Wochen vor nächster Ausgabe

Bank: Konto-Nr.: Bankleitzahl: IBAN: BAC:

Mittelbrandenburgische Sparkasse 3705002189 DE37160500003705002189 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 Hy-drogeit Verlages vervielfältigt oder anderweitig veröffentlicht werden. Für unverlangt eingesandte Manuskripte und Fotos wird keine Haltung übernommen.

H2YDROGET
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 Hydroget Verlag weist ausdrücklich darauf
hin, dass er keine Haltung für Folgen, die auf fehlerhafte Angaben
zurückgehen, übernehmen kann.

Titelbild: Energiewende 2012 – Wasserstoff als Stromspeicher für erneuerbare Energien [Grafik: Andreas Wolter]

TATEN SIND GEFORDERT

Liebe Leserinnen und Leser!

"Wasserstoff und Brennstoffzellen sind – Gott sei Dank – doch wieder mehr ins öffentliche Interesse gerückt." Mit diesem Ausruf der Erleichterung beschrieb Rainer Bomba, Staatssekretär im Bundesverkehrsministerium (s. Interview S. 26), während der Vollversammlung des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP, s. S. 8) ganz passend die aktuelle Situation. Reine Batteriefahrzeuge scheinen demgegenüber in technischer Hinsicht momentan doch eher auf der Stelle zu treten. Dr. Christian Mohrdieck, Leiter Antriebsentwicklung für Elektrofahrzeuge bei Daimler, stellte denn auch fest: "Die Fortschritte bei der Batterie werden schwieriger."

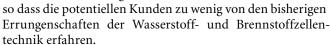
Wir erleben also – oh Wunder – nun doch keinen plötzlichen Siegeszug der E-Mobilisten und auch keine Schwemme zahlreicher nagelneuer Elektroflitzer, denn wie bereits prophezien wurde, gab es bei der Batteriespeicherkapazität immer noch keinen elementaren Durchbruch. Ende 2011 belegte dies auch eine neue Studie des Centers Automotive Research (CAR) der Universität Duisburg-Essen: Demnach wurden in Deutschland 2011 innerhalb von elf Monaten lediglich 1.800 Elektrofahrzeuge verkauft, nur 101 davon gingen an Privatpersonen. In den Jahren 1996 (264), 1997 (262) und 1998 (209) lag diese Zahl schon mal deutlich höher – ganz ohne Hype.

Ähnlich mager sieht es in den USA und auch in Frankreich aus. In China hingegen besitzen E-Autos bereits einen hohen Stellenwert. Dort signalisierten 14 Prozent der befragten potenziellen E-Autofahrer eine "wahrscheinliche" oder "sichere" Kaufbereitschaft. In Deutschland waren es vier Prozent, in den USA zwei Prozent. In Frankreich, wo der Kauf jedes Elektroautos mit 5.000 Euro gefördert wird, war es nur ein Prozent.

Deutschland scheint somit im Elektromobilitätssektor noch ziemlich weit davon entfernt zu sein, Leitmarkt zu werden. Das sieht im Wasserstoff- und Brennstoffzellensektor schon ganz anders aus. Dort schaut das Ausland zum Teil "grün vor Neid" nach Deutschland, wie ein Besuch auf der britischen Insel gezeigt hat (s. S. 16).

Im H_2 - und BZ-Sektor hat die Bundesrepublik innerhalb der vergangenen Jahre trotz zahlreicher Rückschläge ein umfassendes Know-how angesammelt. Mit Hilfe umfangreicher Förderprogramme ist es gelungen, verschiedene prestigeträchtige Demonstrationsprojekte aufzubauen, die

weltweit ihresgleichen suchen. Im Ausland wird dies in Fachkreisen auch durchaus angemessen gewürdigt, aber im eigenen Land scheint dies kaum jemand zu sehen. Der Großteil der Forschungs- und Entwicklungsarbeit läuft nun mal immer noch im Verborgenen ab,



Dies hat mittlerweile auch die Politik erkannt. Staatssekretär Bomba forderte deswegen: "In den nächsten Monaten muss mehr Öffentlichkeitsarbeit gemacht werden, um dieses Thema zu verankern."

Eine bessere Kommunikationspolitik allein bringt allerdings noch gar nichts. Wenn Deutschland seine Position als Leitanbieter und Leitmarkt im $\rm H_2$ - und BZ-Sektor festigen will, muss jetzt – parallel zu einer verstärkten Öffentlichkeitsarbeit – nach der aktuell noch laufenden Marktvorbereitung auch zügig die Markteinführung folgen, so wie es bei der NOW-Mitgliederversammlung angekündigt wurde (s. S. 8). Gespräche über geeignete politische Instrumente werden bereits geführt, so heißt es.

Reden allein reicht aber nicht, dies weiß auch Rainer Bomba, der zum Jahresende deswegen deutliche Worte wählte. Während der Präsentation der neuen Wind-Wasserstoff-Plattform performing energy (s. S. 12) rief er den Zuhörern zu: "Unsere Bürger haben die Nase voll von Ankündigungen. [...] Wir müssen endlich sehen, dass das, was wir entwickeln, auch umgesetzt wird. [...] Wo es bisher gehapert hat, ist die Vermarktung." Erstmals drohte er sogar der Branche: "Wenn hier keine Taten folgen, ist die Politik nicht bereit, in Zukunft noch Gelder bereitzustellen."

Na, wenn das kein Ansporn ist!

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



NEUES H2-SICHERHEITS-KOMPENDIUM



Der Deutsche Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband e.V. (DWV) hat einen neuen Bericht zum Thema Sicherheit im Umgang mit Wasserstoff herausgebracht. Die 44-seitige Broschüre enthält Informationen über die speziell mit Wasserstoff verbundenen Risiken. Es wird beantwortet, welche Gefahren mit der Anwendung von Wasserstoff als Energieträger verbunden sind und wie der Endver-

braucher damit umzugehen lernt. Dr. Ulrich Schmidtchen, Sicherheitsexperte des Verbandes und Mitautor der Studie, erklärte: "Das Thema Wasserstoff als Energieträger ist heute sehr positiv besetzt. Aber natürlich werden die Fragen nach der Sicherheit immer wieder gestellt. Die Öffentlichkeit hat ein Recht auf diese Informationen." Die Broschüre kann kostenlos von der Website des DWV heruntergeladen werden. |

www.dwv-info.de



www.elektromobilia.de

Köln, 22. – 23. Februar 2012

elektro:mobilia

DIE FACHMESSE FÜR ELEKTROMOBILITÄT

JETZT INFORMIEREN & ANMELDEN:

Koelnmesse GmbH, Messeplatz 1, 50679 Köln Diana Dréan, d.drean@koelnmesse.de Tel.: 0221-821 2499, www.elektromobilia.de





4. Kompetenztreffen Elektromobilität





HÜRTH WIRD EUROPAZENTRALE

Ballard Power Systems hat Deutschland als Schlüsselmarkt für Brennstoffzellen entdeckt. Das kanadische Unternehmen produziert zwar noch nach wie vor in Burnaby, British Columbia, aber mit seinem neuen Geschäftssitz im Gründerzentrum St@rt Hürth soll jetzt von dort aus das Europa-Geschäft angekurbelt werden. Den Anfang machen zunächst fünf Mitarbeiter, die jetzt im Technologiezentrum im Industriepark Knapsack beschäftigt sind. Anlässlich der Eröffnung der neuen Büroräume am 21. November 2011 erklärte Geoffrey Budd, Vertriebsleiter Europa bei Ballard: "Wir betrachten gerade Deutschland als einen wachsenden Schlüsselmarkt für unsere Technologie und unsere Produkte. [...] Das Büro in Hürth wird eine Schlüsselposition in Europa einnehmen."

Die ebenfalls im Industriepark fast nebenan ansässige Initiative HyCologne konnte ebenfalls Zuwachs verbuchen und begrüßt Mitte Dezember 2011 mit der Propan Rheingas GmbH & Co. KG sowie der Flughafen Köln/Bonn GmbH gleich zwei neue Mitglieder.

SFC ÜBERNIMMT PBF

Die SFC Energy AG will sich zukünftig breiter aufstellen und hat deswegen Ende Oktober 2011 die niederländische PBF Group B.V. übernommen. Der Netto-Kaufpreis belief sich auf rund neun Mio. Euro. Die Transaktion sollte noch Ende vergangenen Jahres vollzogen werden. PBF ist im Bereich der Leistungselektronik und Schaltnetzteile aktiv und bietet kundenspezifische Stromversorgungslösungen. Das Unternehmen, das rund 100 Mitarbeiter beschäftigt, wurde 1999 aus der Philips Electronics NV ausgegründet. Dr. Peter Podesser, Vorstandsvorsitzender der SFC Energy AG, erklärte: "Direkte Wachstumsimpulse und Effizienzsteigerungen erwarten wir aus der Zusammenführung der Kundenbasis sowie dem Nutzen der Entwicklungs- und Fertigungskapazitäten in Deutschland, Holland und Rumänien und aus der Integration der Zulieferkette." ||

SOLAR MILLENNIUM INSOLVENT

Die Solar Millennium AG hat am 21. Dezember 2011 Insolvenz angemeldet. Das Erlangener Unternehmen stand - ähnlich wie andere Firmen aus der Solarbranche - bereits seit längerer Zeit unter Druck, weshalb bereits einige Veränderungen in der Führungsebene stattgefunden hatten. Aktueller Auslöser waren jetzt Verzögerungen beim Verkauf von Projekten in die USA, so dass es zu einem Zahlungsengpass gekommen war. Der Insolvenzverwalter prüft daher zunächst die Sachlage, um eventuell geeignete Investoren gewinnen zu können. Die rund 60 Mitarbeiter erhalten noch bis Ende Februar 2012 Insolvenzgeld. 250 weitere in Projektgesellschaften Beschäftigte sind vorerst von der Insolvenz nicht betroffen. Zu den Projekten, die das auf Solarkraftwerke spezialisierte Unternehmen in Planung hatte, gehörte auch der Blaue Turm in Herten (s. HZwei Juli-Heft 2008), dem nun ebenfalls das Ende droht. ||

AUSTRALIER TRETEN IBZ BEI

Jahrelang stand das australisch-deutsche Unternehmen Ceramic Fuel Cells Limited (CFCL) etwas isoliert in der Brennstoffzellenbranche da. Das soll sich nun ändern. Ende Oktober 2011 ist CFCL der Initiative Brennstoffzelle (IBZ), der bereits mehrere andere BZ-Heizgerätehersteller sowie Energieversorger angehören, beigetreten. Auf der nächsten Hannover Messe im April 2012 wollen sich die Unternehmen bereits gemeinsam auf ihrem Gemeinschaftsstand präsentieren. Darüber hinaus war zuletzt der Schweizerische Verein des Gas- und Wasserfaches der IBZ beigetreten. Nur vier Wochen nach dem Zugang von CFCL verkündeten die Australier, sie hätten einen Auftrag über die Lieferung von 105 BZ-Heizgeräten aus Großbritannien von E.ON UK erhalten.

EFFIZIENZHAUS IN BERLIN FRÖFFNFT

Moderner wohnen – dieses Motto passt für das neue Effizienzhaus Plus, das Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel und Bundesverkehrsminister Dr. Peter Ramsauer am 7. Dezember 2011 zunächst für Besichtigungszwecke in Berlin eröffnet haben. Das 136 Quadratmeter große zweigeschossige Modellhaus produziert doppelt so viel Energie, wie es selbst verbraucht, und nutzt den Überschuss für die Mobilität der Bewohner. Es verfügt über moderne, in die Fassade integrierte Photovoltaikanlagen, eine Wärmepumpe und Energiemanagementtechnik mit Touchscreens zur Kontrolle des Energieverbrauchs. Als Stromspeicher fungieren Akkus von Mini-E-Fahrzeugen (s. S. 32), die vor einigen Monaten noch im Rahmen eines Flottenversuchs in Berlin und München unterwegs waren. Zudem sind die eingesetzten Materialien vollständig recyclebar. Probeweise soll im März 2012 eine vierköpfige Testfamilie einziehen und 15 Monate den Alltag, wie er in Zukunft aussehen könnte, durchleben. Verschiedene Autobauer stellen für jeweils drei Monate Elektrofahrzeuge zur Verfügung. Hierbei soll sowohl die kabelgebundene als auch die induktive Aufladung (s. S. 36) erprobt werden. Merkel erklärte: "Dieses Haus zeigt, was heute schon möglich ist. Hier wird energieeffizientes Bauen intelligent mit innovativer Mobilität verknüpft." Ramsauer beteuerte: "Ich will, dass dieses Haus kein Prototyp bleibt." ||







Chemergy



Thema: Meldungen | Autor: Sven Geitmann |

POLITIK WIE IM PARADIES

Parlamentarischer Abend in Berlin



Prof. H. Zoz votiert für mehr H₂-Anwendungen

Für Henning Zoz war es, als käme er ins Paradies, als er am 19. Oktober 2011 die Berliner Landesvertretung von Baden-Württemberg anlässlich des parlamentarischen Abends betrat. Alles drehte sich dort um "Wasserstoff und Brennstoffzellen", wobei die Protagonisten tatkräftig den Eindruck

vermittelten, als läge eine goldene Zukunft mit einer nachhaltigen Energieversorgung basierend auf Wasserstoff vor Deutschland. Bei näherer Betrachtungsweise der aktuellen Lage wurde jedoch klar, dass bei weitem noch nicht alle Herausforderungen gemeistert sind. Das Stimmungspendel schlägt zwar seit einigen Wochen wieder mehr in Richtung "Wasserstoff und Brennstoffzellen", auf der Sachebene hat sich im letzten halben Jahr jedoch kaum wirklich etwas bewegt.

Bei dem Aufeinandertreffen der Lobbyisten mit den Parlamentariern, die erfreulicherweise dieses Mal in nennenswerter Anzahl erschienen waren, ging es zunächst vorrangig um die Präsentation der Errungenschaften, die das Land Baden-Württemberg im Wasserstoffsektor vorzuweisen hat. Dementsprechend drängten sich insbesondere der Autokonzern Daimler sowie der Energieversorger EnBW mit ihren Erfolgen nach vorne. Auch Dr. Johannes Töpler, Vorsitzender des mitveranstaltenden Deutschen Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verbands (DWV), malte ein durchweg positives Bild von der aktuellen Entwicklung, so dass Prof. Dr. Henning Zoz, Geschäftsführer der Zoz Group, im Rahmen der Podiumsdiskussion aufstand und erklärte: "Ich fühle mich wie im Paradies, seit ich durch die Türen der Botschaft gekommen bin." Die prompte Antwort vom Podium lautete sehr zur Erheiterung der Gäste: "Ja, so ist Baden-Württemberg."



Auch der Gastgeber des Abend, Landesumweltminister Franz Untersteller, sprach viel über die Vorzüge des süddeutschen Bundeslandes, mahnte jedoch ebenfalls an, dass noch einiges in Sachen Effizienzsteigerung und Verbrauchssenkung unternommen werden müsse. Gleichzeitig appellierte er an die Mineralöl- und Gaswirtschaft, möglichst rasch ein akzeptables H2-Tankstellennetz aufzubauen, da die 20 von Daimler und Linde angekündigten Betankungsstationen zwar richtig und wichtig seien, diese Maßnahme aber nur als Initialzündung verstanden werden dürfte für einen weiteren Ausbau.

Jan Mücke, der parlamentarische Staatssekretär beim Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, beteuerte: "Elektroautos gehört eindeutig die Zukunft", und kündigte für 2030 rund 6 Mio. E-Fahrzeuge auf bundesdeutschen Straßen an. Er stimmte gleichzeitig in den Chor der Befürworter erneuerbarer Energien mit ein und bekräftigte: "Wind-Wasserstoff-Systeme für saisonale Energiespeicherung können einen wesentlichen Beitrag zur Energieversorgung leisten." NOW-Geschäftsführer Dr. Klaus Bonhoff kündigte daraufhin an, dass die H₂-Produktion aus erneuerbaren Energien im Nationalen Innovationsprogramm zukünftig mit eigenen Projekten vertreten sein werde.

Ein Knackpunkt ging in dieser "paradiesischen Stimmung" jedoch fast unter und wurde von Bonhoff nur am Rande erwähnt: Die eigentliche Markteinführung von Brennstoffzellen. Er beteuerte zwar, dass bereits erste politische Gespräche über geeignete Förderinstrumente laufen würden, aber selbst ein Energiepolitik-Experte wie Hans-Josef Fell von der Bundestagsfraktion Bündnis 90/Die Grünen konnte gegenüber der HZwei-Redaktion nicht beantworten, wer denn da wo mit wem sprechen würde. Fell zweifelte vielmehr stark daran, dass "mit der aktuellen Bundesregierung" in diesem Bereich überhaupt etwas zu bewegen sei, obwohl hier akuter Handlungsbedarf herrsche. ||

3. NPE-BERICHT IM MAI ERWARTET

Ende Oktober 2011 hat die Auftaktveranstaltung für die aktuelle Umsetzungsphase der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) stattgefunden. Es waren alle Mitglieder der NPE sowie Teilnehmer der Bund-Länder-Tage, des Kommunaltages und des Internationalen Tages eingeladen. Matthias Wissmann, Präsident des Verbandes der Automobilindustrie (VDA), erklärte dazu: "Industrie, Politik und Wissenschaft sind sich darin einig, dass der Markthochlauf, der in den nächsten Jahren erfolgen soll, aktive Begleitung benötigt. Das Jahr 2012 stellt hierfür wichtige Weichen." Wissmann, der auch Vorsitzender des NPE-Industriekreises ist, sagte weiterhin: "Die Schaufenster sollen [...] das Nutzerverhalten und neue Mobilitätslösungen und Geschäftsmodelle untersuchen. Das von der Bundesregierung ab dem Jahr 2013 zugesagte öffentliche Beschaffungsprogramm wird hierzu einen Beitrag leisten und die Akzeptanz der Elektromobilität in der Gesellschaft fördern. [...] Am Ende ist es der Kunde, der mit seiner Kaufentscheidung über den Markterfolg dieser Technologie bestimmt." Im Mai 2012 wird die NPE im insgesamt dritten Fortschrittsbericht den aktuellen Zwischenstand zur Entwicklung der Elektromobilität in Deutschland vorlegen.



Early Registration Discount Deadline

Fuel cell components

Visit the website to:

HH

- ◆ BECISTER
- # Submit your shime: # View our speakers
- # Study the programs Sign up for updates

www.fuelcelladvances.com



CEP® CLEAN ENERGY & PASSIVEHOUSE

Fachmesse und Kongress für Erneuerbare Energien & Energieeffiziente Gebäude

- » 10.000 Besucher (73 % Fachbesucher)
- » Über 300 Aussteller, 1.300 Kongressteilnehmer
- » 4. Deutscher Stirling Kongress

Secretary to the Committee:

The Interact Consultancy, UK

Mr Donald Cameron

Supporting publicat

- » 4. Internationales Symposium Solares und Erneuerbares Kühlen
- » Workshop Energiemanagement nach DIN ISO 50001

29. – 31.03.2012, Landesmesse Stuttgart

www.cep-expo.de







Thema: Konferenz | Autor: Sven Geitmann |

HALBZEIT IM NIP

NOW stellt den Entwicklungsplan 3.0 vor



Werner Tillmetz präsentiert den Entwicklungsplan 3.0

Eine Zusage für ein Markteinführungsprogramm nach 2016, gleichzeitig aber auch Kritik an mangelhafter Öffentlichkeitsarbeit und einen neuen Entwicklungsplan – das gab es alles auf der Vollversammlung des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP), die am 7. und 8. November 2011 in Berlin stattgefunden hat. Außerdem berichteten alle Zuwendungsempfänger über den Stand ihrer jeweiligen Projekte, die mit 500 Mio. Euro vom Bundesverkehrsministerium und mit 200 Mio. Euro vom Bundeswirtschaftsministerium gefördert werden.

Rund 320 Teilnehmer waren an den zwei Tagen ins Estrel-Hotel in die Bundeshauptstadt gekommen. Die Begrüßung übernahm Prof. Werner Tillmetz, Vorsitzender des NOW-Beirats. Tillmetz, der auch Vorstandsmitglied beim Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) ist, begann seinen Rundumblick im Jahr 2004, als das damalige Brennstoffzellen-Bündnis Deutschland sein erstes Strategiepapier vorstellte. Er hob zudem die Bedeutung der damaligen Arbeiten insbesondere von Nilgün Parker vom Bundesverkehrsministerium hervor, die entscheidend dazu beitrug, dass die Brennstoffzelle bei den anschließenden Koalitionsverhandlungen mit berücksichtigt wurde und dass die jetzt zur Verfügung stehenden 500 Mio. Euro Fördergelder damals im Bundeshaushalt eingeplant wurden. Nur infolge dieser Vorarbeiten konnte im Jahr 2006 das NIP-Strategiepapier (Entwicklungsplan 1.0) vorgestellt und das auf zehn Jahre ausgelegte Innovationsprogramm im Jahr 2007 gestartet werden.

Tillmetz stellte weiterhin fest, dass "Wasserstoff nach Fukushima etabliert ist. Da hat sich massiv was getan." Als Beleg dafür verwies er nach Japan, wo mittlerweile 30.000 Brennstoffzellenheizgeräte installiert sind, und fügte erfreut hinzu, dass auch im deutschen Bundestag fleißig über das Thema diskutiert werde. Außerdem konstatierte er: "Die

Brennstoffzellenautos sind reif, die Serienvorbereitung ist gestartet." Stolz hielt er daraufhin die aktualisierte Version des NIP-Strategiepapiers hoch: den neu erstellten Entwicklungsplan 3.0 (s. Foto).

BOMBA FORDERT MARKTEINTRITT Auch Rainer Bomba, der Staatssekretär des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, zeigte sich erfreut über die Rückbesinnung auf das Thema Wasserstoff und sagte: "Die Energiewende verleiht dem Wasserstoff wieder Flügel. [...] Die Brennstoffzelle ist so weit, dass sie einsatzfähig ist." Bomba sprach in seinem Grußwort aber außerdem offen an, dass die Bevölkerung zu wenig Bescheid wisse. Er mahnte: "Die Brennstoffzelle ist kein Selbstläufer." Kritisch stelle er weiterhin fest: "Sie wurde bisher zu schlecht vermarktet. Eine wesentlich intensivere Öffentlichkeitsarbeit und wesentlich mehr Produkte sind notwendig. Ich möchte daher alle aufrufen, Produkte auf den Markt zu bringen."

Außerdem nannte er es "ausgesprochen wichtig, dass wir uns heute schon Gedanken machen, wie es nach 2016 weitergeht." Bomba forderte deswegen vehement dazu auf, gemeinsam mit der NOW nach geeigneten Wegen für ein Anschlussprogramm zu suchen, "ansonsten entsteht eine Lücke." Abschließend rief er allen Anwesenden zu: "Ich kann Ihnen versichern, dass die Bundesregierung voll und ganz hinter Ihnen steht." Gegenüber der Presse ließ er sich dann noch zu zwei unmissverständlichen Statements hinreißen: "Die Brennstoffzelle ist einfach gigantisch!" […] "Wir machen nach 2016 weiter."

TECHNISCHE PROBLEME GELÖST Dr. Klaus Bonhoff, der mittlerweile alleinige Geschäftsführer der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW), stimmte der Analyse seines Vorredners unumwunden zu, indem er feststellte: "Die Sichtbarkeit ist in der Tat zu gering." Gegenüber der HZwei-Redaktion stellte er fest: "Wir haben in der Öffentlichkeit eine enttäuschte Erwartungshaltung. Wir wissen aber heute, dass die technischen Probleme gelöst sind." Er forderte daher ebenfalls mehr Öffentlichkeitsarbeit und erklärte, frühzeitig die Arbeiten an einem Anschlussprogramm aufnehmen zu wollen, um "Kontinuität zu erzeugen". Wie Bonhoff berichtete, habe er sich bereits intensiv mit der Entwicklung in der Windkraftbranche beschäftigt, um daraus zu lernen. So habe beispielsweise die Finanzwirtschaft erst 1996 mit dem Einspeisegesetz Interesse an dieser damals noch neuen Technologie bekommen. Im Hinblick darauf erklärte er: "Hier besteht eine ganz spannende Analogie, die wir uns ansehen müssen." Weiterhin sagte er, es müsse auch in der H₂und BZ-Branche über entsprechende Investitionsmodelle mit Risikobegrenzung nachgedacht werden.

Darüber hinaus lieferte Bonhoff einen aktuellen Bericht über den Stand der Umsetzung nach fünf Jahren Programmlaufzeit. So legte er dar, dass seit der Gründung der NOW im Jahr 2008 insgesamt 393 Mio. Euro der Fördermittel in 414 konkreten Einzelprojekten beziehungsweise 184 Vorhaben gebunden wurden. Über die Hälfte davon entfiel auf den mobilen Sektor, jeweils 14 % auf die Bereiche Hausenergie und spezielle Märkte. ||

F-CELL: NEUER ORT, NEUE ZEIT



ter diesem Stichwort wollen die Organisatoren des *f-cell-*Symposiums einen Standortwechsel in Angriff nehmen: 2012 wird die Veranstaltung auf dem Gelände der Messe Stuttgart stattfinden, wo zeitgleich auch erstmalig die Battery+Storage - internationale Fachmesse für Batterie- und Energiespeicher-Technologien - von der Landesmesse Stuttgart GmbH organisiert wird. Sie tritt mit dem Ziel an, die europäische Leitmesse

Synergien schaffen - un-

Internationale Fachmesse für Batterie- und Energiespeicher-Technologien

in dieser Branche zu werden. Mit dieser Zusammenlegung ändert sich auch der Termin der f-cell: Von Ende September verschiebt er sich auf den 8. bis 10. Oktober, wodurch sich die Dauer der Ausstellung um einen Tag verlängert. Peter Sauber erklärte diesen Schritt mit den Worten: "Für 2012 erwarten wir einen weiteren Zuwachs, sowohl bei den Teilnehmer- als auch bei den Ausstellerzahlen. Damit wachsen wir über die Kapazitätsgrenzen des Hauses der Wirtschaft hinaus." Von der Zusammenlegung beider Veranstaltungen an einen Standort erhofft sich Sauber "eine ungemein große Plattform, die international stark wahrgenommen wird." Parallel zum f-cell-Symposium wird die Peter Sauber Agentur zudem einen Fachkongress für Batterie- und Energiespeicher-Technologien organisieren. Darüber hinaus wird am 10. Oktober der e-mobil BW Technologietag stattfinden und Mobilitätslösungen der Zukunft präsentieren. Dr. Walter Rogg, Geschäftsführer der Wirtschaftsförderung Region Stuttgart GmbH (WRS), freute sich: "Die Veranstaltungen stärken sich gegenseitig." ||

REICHWEITENREKORD GING UNTER

Die 3. eCarTec, die vom 18. bis 20. Oktober 2011 in München stattfand, spiegelte ein zweigeteiltes Bild in der Branche wieder: Einerseits kamen mit rund 500 Ausstellern so viele Firmen wie noch nie nach München (2010: 385), andererseits gab es von dort erstmals auch kritische Stimmen hinsichtlich der aktuellen Entwicklung in der Branche. Besucher berichteten von der eCarTec: "Geringe Werbung, das breite Publikum wusste kaum Bescheid." "Von großem Vorteil war die geringe Besucherzahl, somit konnte sich jeder Aussteller die Zeit nehmen und den Besuchern ausführliche Auskünfte erteilen." Oder aber: "Die Innovationen, die zu bestaunen waren, ließen einen nicht emotionslos vorbeigehen."

Die Wochenzeitung *Die Zeit* titelte in einem Messebericht: "Ende der Aufbruchstimmung – Die Elektro-Euphorie weicht einer gewissen Ernüchterung in der Branche". Konkret wurde beispielsweise die immer noch fehlende Normierung von Steckern bemängelt. Dabei hatte es schon einige Male geheißen, einheitliche Standards seien gefunden worden. Auch die

HZwei hatte dies bereits vermeldet, aber tatsächlich führt der Mangel eines gemeinsamen Konsens' mittlerweile zu unterschiedlichen, nicht kompatiblen Einzellösungen.

Der Reichweitenrekord eines E-Autos ging indessen in der Berichterstattung völlig unter. Von Flensburg bis zur eCar-Tec nach München war ein auf Elektroantrieb umgebauter *Citröen Berlingo* 925 km in 17 Stunden auf öffentlichen Straßen mit nur einer Batterieladung gefahren (Durchschnittsgeschwindigkeit: ca. 60 km/h). Daniel Sperling, Geschäftsführer von BEA-tricks, erzählte. "Der Akku hat sogar noch eine Reserve von 15 Prozent, das heißt wir hätten noch circa 200 Kilometer weiterfahren können."

GRÜNE INTELLIGENZ IN HANNOVER



Grüne Technologie war bereits vor vier Jahren ein Top-Thema in Hannover. So kursierte 2008 das Schlagwort Green IT überall auf der damaligen CeBIT. Vom 23. bis 27. April 2012 wird es wieder grün in der niedersächsischen Landeshauptstadt, allerdings heißt das Schlagwort jetzt auf der Hannover Messe greentelligence. Dr. Wolfram von Fritsch, Vorstandsvorsitzender der Deutschen Messe AG, erklärte: "Das Leitthema "greentelligence' zieht sich durch alle Bereiche der Hannover Messe 2012. Die Industrie hat erkannt, dass nur eine intelligente Verbindung von effizienten Verfahren, umweltverträglichen Materialien und nachhaltigen Erzeugnissen in der industriellen Produktion die Wettbewerbsfähigkeit sichert." Als neue Leitmesse wurde dafür die IndustrialGreenTec ins Leben gerufen. Sie soll sämtlichen Umwelttechnologien entlang der industriellen Wertschöpfungskette eine Plattform bieten. Ausstellungsschwerpunkte sind neben Kreislaufwirtschaft, Nachhaltigkeit und Umweltschutz auch Techniken für eine effektive Nutzung erneuerbarer Energien.

Parallel dazu wird unter den insgesamt acht Leitmessen auch wieder die *Energy* stattfinden, auf der über 1 000 Aussteller erwartet werden. Der Geschäftsbereichsleiter der Hannover Messe, Oliver Frese, kündigte an, dass dort auch die Themen Energieversorgung und intelligente Netze (Smart Grids) eine wesentliche Rolle spielen werden. Elektromobilität wird zum dritten Mal auf der Leitmesse *MobiliTec* von über 150 Ausstellern vorgestellt. Die Schirmherrschaft dafür hat wieder der Vorsitzende des Lenkungskreises der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE), Prof. Henning Kagermann, übernommen. Eine eigene Plattform auf der MobiliTec wird das *Kompetenzzentrum Energiespeicher* darstellen, wo insbesondere die Batterien im Mittelpunkt des Interesses stehen.

Und natürlich wird auch der *Gemeinschaftsstand Wasserstoff und Brennstoffzellen* in bewährter Tradition in direkter Anbindung zum Ausstellungsschwerpunkt *Renewables* präsent sein. Dort hatten bis zum Jahreswechsel bereits über 100 Aussteller zugesagt, erwartet werden insgesamt etwa 150. Als Partnerland der Hannover Messe wurde für 2012 die Volksrepublik China ausgewählt. ||



Thema: Wind-Wasserstoff | Autor: Sven Geitmann

"EXTREM BEDEUTSAM"

Aufwind für Wind-Wasserstoff-Systeme

Die Aufregung rund um Wind-Wasserstoff und Methanisierung geht weiter. Immer mehr Unternehmen bekennen sich als Anhänger der Idee, Strom aus erneuerbaren Energien mit Hilfe von Wasserstoff speicherbar machen zu wollen. Selbst Dr. Klaus Töpfer, ehemaliger Leiter des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP) und Bundesumweltminister a.D., sprach sich für die Umsetzung dieser Technologien aus und nannte sie "extrem bedeutsam", um die geplante Energiewende realisieren zu können. Mittlerweile gibt es eine ganze Anzahl von Aktivitäten, die dazu beitragen sollen, diese Technologie zu erproben und zu fördern – von der nachhaltigen Wasserstofferzeugung bis zur Einspeisung ins Gasnetz. Ein Überblick:

Ein Pionier im Bereich der Wind-Wasserstoff-Systeme ist die Enertrag AG. Das Brandenburgische Unternehmen startete mit dieser Technik bereits vor rund sechs Jahren, somit war es am 25. Oktober 2011 schon dort, wo andere erst noch hinwollen. Und zwar nahm das Prenzlauer Unternehmen zu diesem Termin sein lange geplantes Wasserstoff-Hybridkraftwerk in der Uckermark nördlich von Berlin in Betrieb.

Das Ziel dieses 21-Mio.-Euro-Vorhabens ist, die "Machbarkeit einer sicheren und nachhaltigen Energieversorgung und Energiespeicherung mit einem Mix aus rein erneuerbaren Energiequellen im Praxistest nachzuweisen." Dafür wurde in den vergangenen Jahren zunächst eine Biogasanlage vor Ort installiert. Zu der Biogasanlage gehört ein Wasserstoff-Biogas-Blockheizkraftwerk, in dem Gemische dieser Gase verbrannt werden und somit Strom sowie Wärme erzeugen. Die dort produzierte Wärme kommt sowohl dem Fermenter als auch dem Elektrolyseur zugute.

Für den Elektrolyseur (120 Nm³ H₂ pro Stunde, s. Cover) wurde in den vergangenen Monaten ein separates Gebäude errichtet. Der dort erzeugte Wasserstoff wird in drei stationären Druckgasbehältern (s. Foto) zwischengespeichert, bevor er ins Erdgasnetz eingespeist wird. Später soll er per Trailer zu H₂-Stationen nach Berlin und Hamburg transportiert werden, um dort Brennstoffzellenautos versorgen zu können. Zudem

ist die Anlage über ein mehrere Kilometer langes Erdkabel an drei Windkraftanlagen sowie über eine Gasleitung an ein zweites Blockheizkraftwerk gekoppelt.

Der Brandenburgische Ministerpräsident Matthias Platzeck erklärte bei der Inbetriebnahme: "Der heutige Tag gibt richtig Aufwind. Mit dieser weltweit ersten Anlage gelingt es, die schwankende Windenergie in eine verlässliche Größe umzuwandeln, damit sie langfristig als planbare Energie für Strom, Wärme und Mobilität eingesetzt werden kann."

PROJEKT: E.ON BAUT IN FALKENHAGEN Angeregt durch die politische Energiewende sollen jetzt noch zahlreiche weitere Projekte starten. Dazu zählt beispielsweise ein Vorhaben in Kirchmöser (s. S. 12/13) sowie das erst kürzlich angekündigte Projekt in Falkenhagen, Brandenburg. Nachdem es bereits seit einigen Wochen Mutmaßungen über ein Engagement von E.ON in Nord-Deutschland gegeben hatte, verkündete der Energiekonzern Mitte November 2011 offiziell: E.ON will ab 2013 Windstrom zur Wasserstofferzeugung nord-westlich von Berlin am Autobahndreieck Wittstock einsetzen. Die neue Pilotanlage des Energieversorgers, in die rund 5 Mio. Euro investiert werden, soll ab Frühjahr 2012 in der Prignitz entstehen. Konkret geht es dabei um die Errichtung einer Forschungsstation in Falkenhagen. Die Voraussetzungen dafür sind in dem brandenburgischen Städtchen optimal: Zunächst einmal gibt es in der Region jede Menge Windkraftanlagen. Außerdem läuft ganz in der Nähe eine Ferngasleitung entlang. Zusätzlich betreibt edis, ein Tochterunternehmen von E.ON, in Falkenhagen ein 110-/20-kV-Umspannwerk. Dort will der Essener Konzern den Strom für die Elektrolyse abzweigen. Mit zwei Megawatt elektrischer Energie sollen stündlich rund 360 Kubikmeter Wasserstoff erzeugt werden, die dann direkt in das Gasnetz eingespeist werden. Vorrangiges Ziel ist zunächst, grundsätzlich zu prüfen, ob diese Technik auch für die Wasserstofferzeugung in größerem Maßstab geeignet ist. Dabei steht ein wirtschaftlicher Betrieb ganz oben auf der Prioritätenliste. Bei positiven Ergebnissen könnte ein zweiter Bauabschnitt für die Umwandlung von Wasserstoff in Methan folgen.

PLATTFORM: DENA STARTET POWER-TO-GAS Neben

solchen Projekten wurden Ende 2011 zusätzlich gleich zwei Strategieplattformen ins Leben gerufen: performing energy (s. S. 12) und Power to Gas. Die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) hatte bereits Ende Oktober 2011 den Start ihrer Power-to-Gas-Initiative bekanntgegeben. Stephan Kohler, Vorsitzender der Geschäftsführung, erklärte dazu: "Mit unserer Strategieplattform zur Speicherung von Strom im Erdgasnetz möchten wir die Entwicklung dieser Speicheroption begleiten und voranbringen. Zusammen mit unseren Projektpartnern werden wir das Wissen zum Thema bündeln, wirtschaftliche Handlungsmöglichkeiten analysieren und Geschäftsmodelle entwickeln. Ein Schwerpunkt unserer Arbeit wird es sein, Handlungsempfehlungen für die Politik und Fachakteure zu erarbeiten und fundiert über das Themenfeld zu informieren."

Als politischer Akteur will die dena gemeinsam mit Partnern aus der Industrie und Wissenschaft untersuchen, "welchen Beitrag das Erdgasnetz zur Integration erneuerbarer Energien in das Energiesystem leisten und wie die neue Speicherlösung zur Anwendung gebracht werden kann." Zu diesem Vorhaben gehören Energieversorger wie EnBW, E.ON, EWE, RWE, Steag und GDF Suez Energie Deutschland, Gasunternehmen wie Gazprom Germania, Thüga und Verbundnetz Gas, Verbände wie der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft BDEW, der Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches DVGW, Industrieunternehmen wie Siemens, Viessmann Werke und Volkswagen sowie Forschungsinstitute wie die Brandenburgische Technische Universität Cottbus BTU, das Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES und das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg ZSW sowie Ludwig-Bölkow-Systemtechnik.

Zudem geht es darum, herauszufinden, wie viel Wasserstoff dem Erdgas im Verteilungsnetz problemlos beigemischt werden kann. Für Gasfahrzeuge gilt bis dato noch die DIN 51624 "Anforderungen an Erdgas als Kraftstoff". Demnach sind für Autos zwei Volumenprozent Wasserstoff erlaubt. Sowohl in der Gas- als auch in der Kfz-Branche besteht aber seit langem ein Konsens darüber, dass auch fünf Volumenprozent Wasserstoff ohne Probleme ins Erdgasnetz eingespeist werden können. Dieser bisherige Grenzwert wird nun zusehends nach oben korrigiert. Ralf Broschinsky vom Ontras Ferngasnetz erklärte beispielsweise gegenüber der Märkischen Allgemeinen Zeitung: "In Mengen von bis zu 15 Prozent ist die Einspeisung von Wasserstoff ins Gasnetz kein Problem." Es bleibt jedoch abzuwarten, ob aus den Erfahrungen mit E10 für Benzinfahrzeuge gelernt wurde, so dass die Einführung von H10 oder H15 für Erdgasfahrzeuge etwas glatter läuft. Erste politische Schritte wurden dafür bereits in die Wege geleitet. So wurde beispielsweise im Gesetzgebungsverfahren verankert, dass das so genannte Speichergas ab 2012 genau wie Biogas behandelt wird und somit eingespeist werden kann. (weitere Details hierzu: s. S. 14)

METHANISIERUNG NACH SABATIER Neben der derzeit noch problematischen Einspeisung von Wasserstoff kann Methan (CH₄) dem Gasnetz sehr viel einfacher zugeführt werden. Das Interesse an einer entsprechenden Umwandlungstechnik für Wasserstoff wurde nicht zuletzt durch das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) im Rahmen der Hannover Messe 2011 geweckt, wo

das Ulmer Institut sein gemeinsam mit der SolarFuel GmbH und dem Fraunhofer Institut für Windenergie und Systemtechnik (IWES) entwickeltes Methanisierungsverfahren vorstellte. Im November 2009 errichteten die Partner bereits eine erste Alpha Plant (25 kW_{el}), dieses Jahr könnte die Alpha-plus-Anlage (250 kW_{el}) folgen. Bei dem darin verwendeten Sabatier-Prozess (η_{theor} = 85 %) wird Wasserstoff gemeinsam mit Kohlendioxid in Methan und Wasser umgewandelt, um den Kohlenwasserstoff anschließend dem Erdgasnetz zuführen zu können.

$$CO_2 + 4 H_2 \rightarrow CH_4 + 2 H_2O$$
 Sabatier-Reaktion

Der Wasserstoff wird einem Elektrolyseur entnommen, der im besten Fall mit sauberem Ökostrom betrieben wird. Das Kohlendioxid kann von unterschiedlichen Verbrennungsprozessen bezogen werden, sei es aus Kohle- beziehungsweise Gaskraftwerken oder auch aus Biogasanlagen. Biogas besteht in der Regel neben Methan (45 bis 70 %) auch aus 25 bis 45 % Kohlendioxid. Somit überrascht es nicht, dass auch der Biogasspezialist MT-Energie Interesse an diesem Verfahren gefunden und sich mit fünf Prozent an SolarFuel beteiligt hat. Karsten Wünsche, der seit 1. Juli 2011 MT-Energie-Geschäftsführer ist, erklärte gleich am ersten Tag in seiner neuen Funktion: "Zwischen den beiden Unternehmen existieren zahlreiche Synergiepotenziale für die Zukunft." Konkret arbeitet die Zevener Firma bereits im Rahmen des E-Gas-projects von Audi (s. HZwei-Heft Juli 2011) mit dem Stuttgarter Unternehmen SolarFuel zusammen. Dort werden sich die niedersächsischen Biogasfachleute unter anderem um die Nutzung der Abwärme des Elektrolysevorgangs sowie die Bereitstellung des für die Methanisierung benötigten Kohlendioxids kümmern.

Nach Auskunft von Michael Specht vom ZSW beträgt der Wirkungsgrad der Methanisierung etwa 60 Prozent: "Das ist unserer Meinung nach aber definitiv besser als der vollständige Verlust. ||

CHOREN-INSOLVENZ

Die SunFire GmbH baut auf ähnliche Verfahrensschritte wie SolarFuel, beabsichtigt aber synthetische Kraftstoffe (Benzin, Diesel, Kerosin) herzustellen, die dann direkt in Fahrzeugen Verwendung finden können. Bei dem Bremer Unternehmen gab es allerdings Komplikationen, weil die Choren Industrie GmbH im Juli 2011 Insolvenz anmelden musste. Choren war aus der im Jahr 1990 von Dr. Bodo Wolf gegründeten UET Umwelt- und Energietechnik Freiberg GmbH hervorgegangen. Wolf wirkte entscheidend an der Entwicklung des so genannten CarboV®-Verfahrens mit und ist auch bei SunFire Initiator und Know-how-Träger. Wegen dieser personellen Verknüpfungen und des damit verbundenen medialen Interesses sah sich SunFire im September 2011 zu einer Stellungnahme genötigt und erklärte: "Es besteht keine gesellschaftsrechtliche oder operative Verbindung zwischen Choren Industries GmbH und SunFire GmbH bzw. staxera GmbH." SunFire hatte erst im Frühjahr 2011 den Brennstoffzellenhersteller staxera übernommen (s. HZwei-Heft Juli 2011) und befindet sich momentan auf der Suche nach einem passenden Standort, wo ab 2013 eine Testanlage entstehen soll, damit diese dann bis 2016 ihren Betrieb aufnehmen kann.



Thema: Wind-Wasserstoff | Autor: Sven Geitmann |

BÜNDNIS FÜR WINDWASSERSTOFF GESTARTET

,performing energy' regelt das mit Wasserstoff

Werner Diwald ist seit Jahren deutschlandweit in Sachen Wasserstoff unterwegs. Eigentlich ist er im Vorstand eines Windkraftunternehmens, aber er hat sich ganz der Wasserstofftechnik verschrieben. "Entwicklungen wie unser Hybridkraftwerk sind Herausforderungen, die ich suche", sagt der gelernte Maschinenschlosser über sich selbst. Angesichts der jüngsten Ereignisse kann er sehr zufrieden mit sich sein, denn Ende Oktober 2011 ging eben dieses Wind-Wasserstoff-Hybridkraftwerk offiziell in Betrieb (s. S. 10). Nur sechs Wochen später unterschrieben Diwald und etliche Partner ein Memorandum of Understanding (MoU), mit dem "sein" Bündnis für Windwasserstoff performing energy besiegelt wurde.

Seit dem Jahr 2006 arbeitet der damals noch als Prokurist für Enertrag tätige Werner Diwald an der Umsetzung seiner Idee, Überkapazitäten aus der Windenergie für die Wasserstofferzeugung zu nutzen. 2009 erreichte der gelernte Maschinenschlosser auf dem Weg dorthin einen ersten wichtigen Meilenstein, als Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel zu dem ostdeutschen Unternehmen nach Prenzlau kam, um dort den Grundstein für das Hybridkraftwerk zu legen. Seitdem hat die Windkraft weiter an Bedeutung gewonnen. Mittlerweile sind überall in dieser Region nahe der polnischen Grenze Windparks zu sehen, egal in welche Richtung man schaut, und die Kräne für neue Anlagen stehen bereits vor Ort. Aber wie soll die dort produzierte Windenergie gespeichert werden?

Um dies auszuloten, folgte am 7. Dezember 2011 über fünf Jahre nach seinen ersten Bemühungen der Startschuss für performing energy. "performing energy" steht für "Energie umwandeln/anpassen" und beschreibt, dass die Energie gemäß den eigenen Wünschen "performt" werden soll. Der Weg führt dabei von der Sonne beziehungsweise vom Wind über die Umwandlung zum Wasserstoff. Die Umsetzung dieses Gedankens in die Praxis soll mit Hilfe des Bündnisses für Windwasserstoff, das sich jetzt extra hierfür zusammengefunden hat, erreicht werden. Insgesamt 14 Institutionen hat Werner Diwald in mühevoller Überzeugungsarbeit um sich geschart, von der DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH bis hin zur Deutschen Umwelthilfe, vom Deutschen Zentrum

für Luft- und Raumfahrt DLR bis hin zu Vattenfall, von der Gasag bis zu Total Deutschland. Auch die Brandenburgische Technische Universität ist – zusätzlich zu ihrer Partnerschaft in der dena-Plattform – bei beiden Initiativen aktiv.

Zunächst wird die tägliche Arbeit dieser Initiative, die von den Ländern Brandenburg, Schleswig-Holstein und Hamburg unterstützt wird, über den Plattformsprecher Werner Diwald sowie die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) laufen. Dr. Klaus Bonhoff, der NOW-Geschäftsführer erklärte, die Initiative bilde nun "die Basis für die gemeinsame Umsetzung von Projekten", die im Einklang zwischen Industrie, Wissenschaft und Politik erfolgen sollen. Finanziell unterstützt werden soll das Vorhaben von der Förderinitiative Energiespeicher, die im April 2011 von den Bundesministerien für Wirtschaft (BMWi), Umwelt (BMU) und Forschung (BMBF) ins Leben gerufen worden ist. Sobald der dort bereits eingereichte Förderantrag genehmigt worden ist (voraussichtlich Sommer 2012), soll ein eigener Beirat nebst einem eigenen Projektteam die Betreuung und Koordination der geplanten Vorhaben übernehmen. Inhalt des Förderantrags ist die Initiierung von drei aufeinander abgestimmten Demonstrationsprojekten in Brandenburg und Schleswig-Holstein, die die gesamte Wertschöpfungskette von Wind-Wasserstoff über Strom, Wärme und Mobilität abbilden sollen.

DREI PROJEKTE GEPLANT Eines dieser Demo-Projekte betrifft die großtechnische H₂-Erzeugung, bei der größere Mengen Wasserstoff per Elektrolyse aus Windenergie erzeugt, zwischengespeichert und ins Erdgasnetz eingespeist werden sollen. Auf diese Weise könnte auch Bayern mit Windstrom versorgt werden, hieß es halb scherzhaft, halb ernst anlässlich der MoU-Unterzeichnung. Um verschiedene Elektrolysetechniken erproben und vergleichen zu können, soll zudem ein entsprechendes Testfeld errichtet werden. Demo-Projekt II behandelt die H₂-Erzeugung und -Rückverstromung. Dafür soll mit Erdgas vermischter Wasserstoff in einer Gasturbine rückverstromt werden. Die passende Turbine mitsamt Umrichterwerk steht bereits in Kirchmöser,

Brandenburg, dort, wo Deutsche-Bahn-Chef Dr. Rüdiger Grube im August 2009 ursprünglich den Bau eines *DB Eco Rail Centers* angekündigt hatte (s. HZwei-Heft Okt. 2009). Das dritte Demo-Projekt beinhaltet die H₂-Speicherung in Salzkavernen. Dafür wird voraussichtlich ein Untertagespeicher (Tiefe: 600 bis 800 m) in Hemmingstedt, Schleswig-Holstein, genutzt. Im Laufe des Jahres könnte eine Demo-Anlage entstehen, bevor frühestens in zwei Jahren die Kaverne mit Wasserstoff befüllt werden kann.

Über hySolutions soll eine enge Anbindung dieser Projekte an die Clean Energy Partnership (CEP) stattfinden, so dass im Anschluss an die nachhaltige Wasserstoffherstellung und -speicherung auch eine umweltschonende Weiterverwertung in deren Brennstoffzellenfahrzeugen sichergestellt werden kann. Umgesetzt werden sollen diese drei Demonstrationsprojekte, die ein Investitionsvolumen von mehreren hundert Millionen Euro umfassen könnten, bis 2015.

ELEKTROLYSEUR-ERPROBUNG & VERMARKTUNG Einen

elementaren Bestandteil der zukünftigen Tätigkeit stellt die Erprobung der Elektrolyseurtechnik dar. Die ebenfalls an dieser Initiative beteiligte Siemens AG hatte bereits im Hinblick darauf im Frühjahr 2011 einen eigenen Sektor ausgegründet, der sich mit rund 30 Leuten um das Thema PEM-Elektrolyse kümmert. Ziel ist der Ausbau dieser Technik bis in den dreistelligen Megawattbereich. Roland Käppner, Vize-Präsident Hydrogen Solutions bei Siemens, begründete das Engagement der Erlanger Division: "Wasserstoff, der aus regenerativer Energie erzeugt wird, hat das Potenzial zu einer Schlüsseltechnologie." Nähere Details über die Aktivitäten von Siemens folgen im April-Heft dieser Zeitschrift.

Die Windkraftfirma Enertrag widmet sich inzwischen ebenfalls diesem Bereich, allerdings der alkalischen Variante. Der in Prenzlau installierte Elektrolyseur ist die erste Eigenkonstruktion von Michael Wenske, Projektleiter Wasserstoff, und seinem Team, das sich in den vergangenen Monaten mit ehemaligen Mitarbeitern des insolvent gegangenen Elektrolyseurherstellers ELT verstärkt hatte. Ein weiterer Druckelektrolyseur (3 m² aktive Fläche, 400 Nm³ H₂ pro Stunde) befindet sich bereits in Bearbeitung, weshalb Enertrag mittlerweile eine eigene Engineering-Firma gegründet hat, um sich verstärkt dieser Thematik widmen zu können.

MEILENSTEIN & SCHLÜSSELTECHNOLOGIE Ralf Christoffers, der Minister für Wirtschaft und Europaangelegenheiten des Landes Brandenburg, der bei dieser Veranstaltung in der Vertretung des Landes Brandenburg in Berlin auch das Amt des Gastgebers innehatte, sagte, die Energiewende könne



Abb. 2: Wirtschaftsminister Christoffers proklamierte für Brandenburg: "Wir haben uns vorgenommen, Innovationsregion in Europa zu werden. 60 % des Strombedarfs werden hier rein statistisch bereits aus erneuerbaren Energien gedeckt."

nur gelingen, wenn ein Wechsel der Systeme stattfindet. Den Start der Plattform *performing energy* bezeichnete er daher als "Meilenstein, um die Speicherfähigkeit von erneuerbarer Energie in die Realität umsetzen zu können."

Auch die nachfolgenden Redner bemühten starke Worte, um die Bedeutung der Unterzeichnung der Kooperationsvereinbarung zu unterstreichen. So erklärte Werner Diwald bei der Plattformvorstellung: "Wir haben gemeinsam die Initiative gestartet, um den technologischen Grundstein zur Realisierung der von der Bundesregierung beschlossenen Energiewende zu legen." Weiter stelle er fest: "Statt Energiewende müsste es eher Energierevolution heißen." Ähnlich äußerte sich auch der Generalbevollmächtigte von Vattenfall, Rainer Knauber, indem er feststellte: "Der Status quo ist keine Option."

ERMAHNUNG AN DIE BRANCHE Rainer Bomba, Staatssekretär im Bundesverkehrsministerium, hatte kurz zuvor in seiner Ansprache ungewöhnlich deutliche Worte gewählt, um die versammelten Branchenvertreter zu wesentlich mehr Engagement anzuspornen. Zunächst unterstrich er: "Es ist wichtig, erneuerbare Energien nicht nur zu fördern, sondern auch grundlastfähig zu machen." Dann ließ er seiner Ungeduld freien Lauf und sagte mit Nachdruck: "Wir müssen endlich sehen, dass das, was wir entwickeln, auch umgesetzt wird. [...] Wo es bisher gehapert hat, ist die Vermarktung." Dazu nannte er mehrere Beispiele aus der Vergangenheit, bei denen neue Technologien zwar in Deutschland entwickelt, aber letztlich nicht für den Markt erschlossen wurden. In Bezug auf die Wasserstofftechnik forderte er fast schon drohend: "Wenn hier keine Taten folgen, ist die Politik nicht bereit, in Zukunft noch Gelder bereit zu stellen."



Abb. 3: Bomba: "Unsere Bürger haben die Nase voll von Ankündigungen."

H₂-EINSPEISUNG UNKRITISCH

Greenpeace Energy prüft Windgas-Konzept



Windgas ist ein wesentlicher Baustein für das Gelingen der Energiewende in Deutschland, weil damit die Energiespeicher, die wir brauchen, um uns in Zukunft vollständig aus erneuerbaren Energien zu versorgen, erschlossen werden können. Doch anders als manche Skeptiker vermuten, ist Windgas keine reine Zukunftsmusik: Auch schon heute kann das Konzept einen sinnvollen und nützlichen Beitrag leisten, unsere Energieversorgung effizienter, sicherer und umweltfreundlicher zu gestalten. Außerdem kann damit schon in absehbarer Zeit Geld verdient werden – auch ohne Subventionen. Allerdings müssen zunächst noch rechtliche und wirtschaftliche Hemmnisse beseitigt werden, die derzeit noch verhindern, dass Windgas seinen vollen Nutzen entfalten kann.

Bei Windgas geht es im Kern darum, überschüssigen Windstrom, für den in den Stromnetzen oder auf den Strommärkten kein Platz ist, nicht mehr "wegzuwerfen". Statt Windkraftanlagen also im Fall einer Überproduktion abzuschalten, wird die überschüssige Energie in einem einfachen chemischen Verfahren per Elektrolyse in Wasserstoff umgewandelt. Der so erzeugte Wasserstoff, das *Windgas*, wird ins Gasnetz eingespeist und kann im Prinzip wie normales Erdgas auch zum Heizen und Kochen sowie als Treibstoff für Autos und für die Turbinen von Gaskraftwerken genutzt werden. Im letzteren Fall wird also wieder Strom daraus. Der Speicher für überschüssige erneuerbare Energien ist also somit gefunden.

EINSPEISUNG VOR METHANISIERUNG In einem weiteren Schritt könnte der Wasserstoff auch "methanisiert", also in Methan umgewandelt werden. Das hat den Vorteil, dass es dann im Gasnetz keine Mengenbeschränkung für das Windgas gibt. Allerdings verschlechtert eine solche Methanisierung die Energieeffizienz. Zudem wird Kohlendioxid aus einer ökologisch akzeptablen Quelle benötigt. Wegen dieser Einschränkungen raten die meisten Experten dazu, zunächst Wasserstoff zu nutzen, bis die technische Aufnahmegrenze des Gasnetzes erreicht ist. Anschließend wäre Methanisierung die geeignete Option.

Noch vor einem Jahr war Windgas allenfalls in Fachkreisen bekannt. Inzwischen ist es ein großes Thema für Ener-

giewirtschaft, Politik und Medien. Windgas wurde bereits ins Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) aufgenommen und dort rechtlich mit Biogas gleichgestellt, was eine wesentliche Voraussetzung darstellt, um diese Technologie auch tatsächlich zur Anwendung kommen zu lassen. Normale Verbraucher kommen mit Windgas über den neuen Gastarif von Greenpeace Energy in Berührung (s. HZwei-Heft Juli 2011). Ende 2011, zwei Monate nach Lieferstart, waren mehr als 6.000 Haushalte zu *proWindgas* gewechselt. Diese Kunden erhalten zunächst 100 Prozent Erdgas, zahlen aber einen Aufschlag auf den Gaspreis, der den Aufbau der Windgastechnologie finanzieren hilft. Sobald die ersten Anlagen ans Gasnetz angeschlossen sind, wird für die Kunden sukzessive ein steigender Anteil Windgas eingespeist.

Allerdings ist neben viel Begeisterung für die Technologie vereinzelt auch Skepsis laut geworden. Die Kritik konzentriert sich vor allem auf drei Fragen:

- Ist die Aufnahmefähigkeit des Gasnetzes für Windgas ausreichend?
- · Wie steht es um die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens?
- · Ab wann brauchen wir Speicher für Strom aus erneuerbaren Energien, und wie groß müssen diese überhaupt sein?

H2-AUFNAHMEKAPAZITÄT DES GASNETZES Einen Anhaltspunkt, wie viel Wasserstoff das Gasnetz aufnehmen kann, bieten die Technischen Regeln G 260 und G 262 des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches (DVGW). Darin wurde bislang ein möglicher Wasserstoffanteil von fünf Prozent am Gasvolumen genannt. In den neuen Fassungen, die dieser Tage veröffentlicht werden, heißt es, "dass ein Wasserstoffgehalt in einstelligem Prozentbereich in vielen Fällen unkritisch ist". Wenn man das Erdgasaufkommen 2011 anlegt, passen demnach mehr als 100 Terawattstunden (TWh) Wasserstoff ins Gasnetz und die vorhandenen Gasspeicher zumindest theoretisch. Praktisch gibt es an etlichen Stellen Hemmnisse wie zum Beispiel Gastankstellen, Gasturbinen, Prozessgaschromatographen und bestimmte Gasspeicher, die teilweise nur fünf Prozent Wasserstoff oder noch weniger vertragen. Was das unterm Strich für die Wasserstoffaufnahmekapazität bedeutet, will der DVGW in einer Studie untersuchen, deren Ergebnisse für Herbst 2012 zu erwarten sind.

Greenpeace Energy hat die aktuelle rechtliche Situation von der renommierten Fachkanzlei Schnutenhaus & Kollegen bewerten lassen. Danach hat ein Elektrolyseurbetreiber das Recht, so viel Wasserstoff einzuspeisen, wie technisch möglich und für die Netzbetreiber wirtschaftlich zumutbar ist. Der in den DVGW-Regeln genannte "einstellige Wasserstoffgehalt" ist insofern nur ein unverbindlicher Richtwert, der unter Umständen deutlich überschritten werden kann. Auch nachgelagerte technische Einrichtungen, die nur einen geringen Wasserstoffanteil vertragen, stellen keine von vornherein unverrückbare Grenze dar. Vielmehr müssen diese nach geltendem Recht ausgetauscht oder für einen höheren Wasserstoffanteil ertüchtigt werden, soweit dies technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist. Wie viel Wasserstoff ein Elektrolyseur ins Gasnetz einspeisen darf, muss also für jeden Einzelfall individuell ermittelt werden. Doch auch

14

wenn sich die genaue Kapazität derzeit nicht exakt beziffern lässt, ist klar, dass die Gesamtmenge erheblich ist. Das Gasnetz kann mit Hilfe von Wasserstoff Größenordnungen mehr an erneuerbaren Energien speichern, als dies bei Alternativen wie beispielsweise Pumpspeicherkraftwerken der Fall ist.

WIRTSCHAFTSLICHKEITSANALYSE Zudem ist Windgas deutlich wirtschaftlicher, als viele Skeptiker vermuten. Diese lassen meist außer Acht, dass Elektrolyseurbetreibern im Prinzip drei Verdienstmöglichkeiten offen stehen. Zunächst verkaufen sie das produzierte Windgas. Neben dem Wärmemarkt, den Greenpeace Energy mit seinem proWindgas-Angebot erschlossen hat, bieten sich da der Verkehrssektor sowie industrielle Wasserstoffanwendungen an. Darüber hinaus können Elektrolyseure Energieunternehmen helfen, Windstrom lukrativer zu vermarkten. Windprognosen haftet bislang stets eine gewisse Unsicherheit an. Wird hingegen nur sichere Windkraft auf dem Strommarkt angeboten, erhöht sich deren Wert deutlich. Wenn der Windpark darüber hinaus Strom produziert, wandert dieser in den Elektrolyseur. Und schließlich sind Elektrolyseure ausgezeichnet dazu geeignet, das Stromnetz stabil zu halten. Bekanntlich müssen dort Einspeisung und Verbrauch jederzeit im Gleichgewicht sein – eine Herausforderung, die angesichts des wachsenden Anteils fluktuierender erneuerbarer Energien wie Wind und Sonne deutlich wachsen wird. Elektrolyseure können kurzfristig ein- oder ausgeschaltet werden, und ihre Leistung lässt sich schnell an die Anforderungen des Stromnetzes anpassen.

Die Stromnetzbetreiber zahlen viel Geld für Regelenergie. Tatsächlich ist es der lukrativste Strommarkt überhaupt. Wenn Elektrolyseure hier ihre flexiblen Kapazitäten anbieten können, lässt sich bereits allein dadurch in vielen Fällen ihre Wirtschaftlichkeit sicherstellen. Besonders brisant sind diese Chancen im Hinblick auf neue Kohlekraftwerke, die nach Ansicht des Bundeswirtschaftsministeriums gebaut werden müssen, um das Stromnetz stabil zu halten. Hier sind Elektrolyseure die umweltfreundlichere, günstigere und technisch bessere Alternative – ein Grund mehr, das Windgas-Konzept zügig umzusetzen. Bevor Elektrolyseure dieses Potenzial voll ausschöpfen können, gilt es jedoch, noch einige rechtliche und wirtschaftliche Hemmnisse zu beseitigen.

GASNETZ ALS STROMSPEICHER Bleibt die Frage, ob man die großen Energiespeicher, die über das Windgas-Konzept erschlossen werden, überhaupt braucht. Jüngst hat das Fraunhofer ISI eine Studie vorgelegt, die auch langfristig nur geringen Speicherbedarf sieht. Allerdings geht das zugrundeliegende Szenario auch nicht von einer vollständigen Versorgung Deutschlands mit erneuerbaren Energien aus, was in der Speicherfrage einen entscheidenden Unterschied macht. Im Auftrag von Greenpeace Energy hat das Fraunhofer IWES den Speicherbedarf noch einmal in einem 100-Prozent-Erneuerbaren-Szenario durchgerechnet. Demnach liefern Wind und Sonne im Jahr 2050 mehr als Dreiviertel unseres Stroms. In der Jahresbilanz ist die Produktion mehr als ausreichend, unseren Energiehunger zu stillen.

Allerdings kann es zwischendurch windschwache/sonnenarme Perioden von bis zu 16 Tagen geben, in denen der Stromverbrauch die Produktion deutlich übersteigt. Bevor nun Stromspeicher angezapft werden, sollten zunächst andere Optionen zum Zug kommen, die eine bessere Energieeffizienz aufweisen:

- · Lastmanagement (wer kann, drosselt seinen Verbrauch)
- · regelbare saubere Kraftwerke (z.B. Biomassekraftwerke

- mit ökologisch akzeptablem Substrat)
- · Import von Ökostrom aus dem Ausland

Die Fraunhofer-IWES-Berechnungen zeigen jedoch, dass zusätzlich trotzdem noch erhebliche Stromengen aus Speichern benötigt werden, um die Versorgung zu sichern. Manchmal kommen die Stromdefizitphasen sogar so kurz hintereinander, dass sich der Kapazitätsbedarf für Stromspeicher aufsummiert. Dies wird überspitzt mitunter als "GAU der erneuerbaren Energien" bezeichnet - als "Größte Anzunehmende Unterversorgung". Die gute Nachricht ist: Mit dem Windgas-Konzept lässt sich dieser "GAU" abwenden. Zwar müssen fast 100 TWh Windstrom über Elektrolyse in Windgas umgewandelt werden - immerhin ein Fünftel unseres gesamten Jahresstromverbrauchs. Aber zu anderen Zeiten liegen genügend Überschüsse vor, um den Bedarf mehr als zu decken. Freilich wird dafür eine große Zahl an Elektrolyseuren benötigt, um den Strom in Gas umzuwandeln (laut Fraunhofer IWES 44 Gigawatt). Beim heutigen Stand der Technik mit bis zu zehn Megawatt wären dies fast 5.000 Anlagen. Auch wenn die Elektrolyseure in Zukunft deutlich leistungsstärker werden, steht da eine gewaltige Aufbauleistung an. Die gute Nachricht ist jedoch, dass noch genügend Zeit bleibt, wenn wir jetzt mit dem Bau beginnen, und dass die Anlagen von Anfang an Geld verdienen können, wenn wir geschickt die Weichen stellen. ||



Autor:

Marcel Keiffenheim Greenpeace Energy eG, Hamburg marcel.keiffenheim@greenpeace-energy.de







Thema: Wind-Wasserstoff - Reportage | Autor: Sven Geitmann |

BLASS VOR NEID

Eine Reise zum Mittelpunkt der britischen Insel

England hat in Europa einen Sonderstatus inne. Dies betrifft nicht nur die Politik, sondern auch viele andere Bereiche wie den Linksverkehr oder die Insellage. Letztere dürfte auch mit ein Grund dafür sein, dass es kaum Direktflüge von der deutschen Bundeshauptstadt ins englische Hinterland gibt. Das ist schade, denn andernfalls würden vielleicht mehr Personen erfahren, an was dort in Yorkshire gearbeitet wird. Um dies herauszufinden, begab sich HZwei-Redakteur Sven Geitmann nach Sheffield zu ITM Power Plc, einem Unternehmen, das an neuen Techniken für eine nachhaltige Energieversorgung in der Zukunft arbeitet.

Bedingt durch die isolierte Insellage sowie die schlechte Verkehrsanbindung gestaltete sich meine eineinhalbtätige Fahrt nach Sheffield nicht unanstrengend. Die Strapazen der Anreise waren jedoch schnell vergessen, als ich am nächsten Morgen mit Phil Doran, dem Geschäftsführer der deutschen ITM Power GmbH, ins Gespräch vertieft am Frühstückstisch des Drei-Sterne-Hotels in Aston saß. Bereits während dieser Unterhaltung, die mir erste Einblicke in die britische H₂-Branche und die Philosophie von ITM Power verschaffte, wurde deutlich, dass sich diese Reise sehr interessant gestalten würde. Als wir dann anschließend gemeinsam ins Gewerbegebiet am ehemaligen Flughafen Sheffield fuhren, konnte ich wie zur Bestätigung mit eigenen Augen sehen, wie weit die Briten im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik sind. Sie gelten in diesem Sektor zwar nicht unbedingt als Spitzenreiter, aber wie am Beispiel der in Mittelengland angesiedelten Firma ersichtlich ist, machen sie dennoch dem Erfinder der Brennstoffzelle, dem Waliser Sir William R. Grove, alle Ehre.

STANDORT AM ALTEN FLUGHAFEN SHEFFIELD ITM ist mit seinem Hauptquartier seit der Firmengründung im Jahr 2000 an seinem heutigen Standort für Forschung und Entwicklung beim Airport Business Park ansässig. Dort erkannten die Verantwortlichen des mittelständischen britischen Unternehmens recht früh, dass sich die erneuerbaren Energien grundlegend von den fossilen unterscheiden. Der technische Geschäftsführer, Dr. Simon Bourne, den ich mit Doran am ITM-Hauptsitz treffe, nennt es "die Unausgeglichenheit zwischen Angebot und Nachfrage." Und genau dieser Umstand stellt "eine echte Chance für die Elektrolyse dar", wobei es seiner Meinung nach zunächst zweitrangig sei, welche der verschiedenen Möglichkeiten der Weiterverwertung des erzeugten Wasserstoffs gewählt würde: "Unser Geschäft ist die Wasserstofferzeugung aus erneuerbaren Energien." Die Nutzung von Überkapazitäten der Windkraftanlagen kann durchaus lohnenswert sein, berichtet der Chief Technical Officer, denn mitunter ist es derzeit in Großbritannien noch so, dass für ungenutzten Windstrom der zwanzigfache Preis dessen, was ansonsten verdient würde, gezahlt werden muss.

Bourne und Doran führen mich durch alle Büro- und Laborräume. Hier laufen zahlreiche Versuche zur Alterungsbeständigkeit und Langzeiteignung der Kathodenbeschichtungen und Membranen. Der zur Verfügung stehende Raum ist bestmöglich ausgenutzt. Es reicht grad so, damit auch für den jungen, kreativen Tüftler noch eine eigene Experimentierecke übrigbleibt. Schön aufgereiht stehen Dutzende Elektrolysezellen nebeneinander, um die unterschiedlichen Parameter genauestens analysieren zu können (s. Abb. 2). Der Schwerpunkt der Arbeit konzentriert sich auf die Reduzierung leistungsmindernder Einflüsse sowie das Degradationsverhalten. "Kleinste Konzentrationen von unerwünschten Substanzen können langfristig zu erheblichen Leistungseinbußen führen", erläutert Bourne während des Rundgangs. Zur genauen Aufschlüsselung einzelner Bestandteile stehen ITM etliche Analysegeräte zur Verfügung. Bourne berichtet: "Als wir einmal aus Kostengründen zu einem günstigeren Schlauchmaterial wechselten, hatten wir Wochen später verunreinigte Katalysatoren und dadurch Effizienzverluste. Das kann mitunter lange dauern, bis man dafür die Ursache findet."

NEUER STANDORT FÜR FERTIGUNG Nach dem Laborrundgang fahren wir quer durch die Stadt zum zweiten Standort, der 2007/2008 mit neuen Laboren zur Produktentwicklung, Erprobung und Fertigung ausgestattet wurde. Während der Fahrt dorthin sowie beim anschließenden Mittagessen erzählt Bourne noch einige Details über das mittlerweile 61 Mitarbeiter beschäftigende Unternehmen, das er selbst mitgründete: "Damals im Jahr 2001 starteten wir mit 1,75 Mio. Euro. 2004 erfolgte die Listung an der Londoner Börse im AIM. Dadurch konnten wir zwölf Mio. Euro einsammeln. 2006 folgten weitere 30 Mio. Euro für den geplanten Ausbau." Jetzt, so hofft Bourne, ist der Zeitpunkt gekommen, bei dem die "Hockeyschlägerkurve" – wie er den Verlauf nennt – der abnehmenden finanziellen Mittel durch erste Einnahmen nach oben umgelenkt wird.

Dieser zweite Standort ist denn auch mit dem großen Firmenlogo und der Solaranlage vor der Tür (s. Abb. 1) sehr viel repräsentativer als der erste. In der Montagehalle stehen eine in Bearbeitung befindliche Container-Komplettlösung sowie etliche Versuchssysteme in schickem Design.

HFUEL ZUR AUTARKEN H2-ERZEUGUNG Die Hauptaktivitäten von ITM konzentrieren sich auf die Elektrolyseurtechnik, insbesondere auf das autarke Wasserstofferzeugungssystem HFuel. Jeder einzelne der dafür verwendeten Elektrolyse-Stacks erzeugt fünf Kilogramm Wasserstoff pro Tag. Das Besondere an der hier zum Einsatz kommenden Technik ist die spezielle Membrantechnologie, die Teile des alkalischen Elektrolyseurs mit denen eines PEM-Elektrolyseurs vereint. Geschäftsführer Dr. Graham Cooley sagte dazu bei anderer Gelegenheit: "Alkalische Festmembranelektrolyse bietet einen möglicherweise einzigartigen Weg, Platinkatalysatoren zu eliminieren, gleichzeitig aber hohe Stromdichten und Dauerhaltbarkeit beizubehalten; im Wesentlichen also das Beste aus beiden Technologien - der PEM- und der flüssigen alkalischen Elektrolyse - zu bekommen." Ein wesentlicher Vorteil ist beispielsweise, dass Nickel anstelle von Platin als Katalysatormaterial verwendet werden kann.

Beim HFuel-System kann durch den modularen Aufbau die jeweils gewünschte Produktionsmenge über die Variation der Stack-Anzahl frei gewählt werden. Alle Komponenten zusammen passen in zwei 20-Fuß-ISO-Container. Der eine ist für die Wasserstoffherstellung da (100 kg H2 pro Tag), der andere fungiert als Wasserstoffspeicher und Zapfsäule. Der Ausgangsdruck liegt derzeit bei 350 bar. Eine Druckerhöhung auf 700 bar sei jedoch möglich, versicht mir Bourne. Das System, das gerade seine CE-Zertifizierung durchläuft, kann innerhalb weniger Stunden vor Ort installiert und schnell hoch- beziehungsweise wieder runtergefahren werden. Die Kosten für den somit erzeugten und gespeicherten Wasserstoff gibt Bourne mit zehn Euro pro Kilogramm Wasserstoff an. Dies entspricht dem europäischen Zielwert für 2015 bei einhergehender Einführung von Brennstoffzellenfahrzeugen. Nach Angaben von ITM ist damit Wasserstoff, der mit einem HFuel-System aus erneuerbaren Energien erzeugt wird, gegenüber heutigen Brennstoffen wettbewerbsfähig.

HOST: ERPROBUNG VOR ORT Passend dazu startete die Mannschaft von Geschäftsführer Cooley die HOST-Initiative (Hydrogen On Site Trials = Wasserstoff-vor-Ort-Erprobung). Hierfür begaben sich seine Mitarbeiter auf die Suche nach interessierten Firmen, die auch als Erstanwender (early adop-



Abb. 2: Testreihe kleiner Elektrolyse-Stacks mit Wasserstoffblasen in den Schläuchen

ter), beispielsweise durch die Versorgung eines Fuhrparks mit Wasserstoff, fungieren konnten. 21 Partner haben sich mittlerweile zum größten Projekt innerhalb Großbritanniens zusammengefunden. Der Startschuss fiel im März 2011 am Flughafen Stansted nordöstlich von London. Seitdem ist das HOST-System auf Tournee. Bei elf Partnern war es bereits für jeweils eine Woche. Wer mehr Bedarf hat oder als neuer Partner hinzukommt, muss 12.000 Euro pro Woche bezahlen. So versucht sich ITM die lang ersehnten Einnahmen zu sichern. Bedarf ist durchaus vorhanden. Mehrere Institutionen haben bereits eine zusätzliche Buchung vorgenommen.

Für Testzwecke hat ITM außerdem eigenhändig einen Ford Focus (s. Abb. 1, li.) sowie zwei Ford Transit Lieferfahrzeuge auf bivalenten Betrieb umgerüstet. An deren Benzinmotoren installierten die Techniker eigens entwickelte Komponenten, mit denen der gasförmige Wasserstoff eingeblasen wird. "Das ist einfach", erklärt Bourne, "aber nicht unser Haupttätigkeitsbereich."

Betankt werden können diese Fahrzeuge an der werkseigenen Hochdruckbetankungsstation, die direkt vor der Montagehalle steht. Die beiden Herren geleiten mich hinaus zum HOST-Projektleiter, der mir die Funktionsweise erläutert: In Container I befinden sich der Niederdruckelektrolyseur inklusive Wasseraufbereitungsanlage und Deionisierer. Außerdem ist hier das Kontrollzentrum installiert mit Sicherungen und Modem für die Systemüberwachung. Diese Elektrolyseureinheit besteht aus drei Stacks. Diese erzeugen dreimal fünf Kilogramm Wasserstoff pro Tag bei einem Ausgangsdruck von 15 bar sowie Sauerstoff, der mit einem bar in die Umgebung entlassen wird. Das H2-Gas wird anschließend in Palladiumfiltern von restlichen H2O-Molekülen befreit. Zur Zwischenspeicherung ist Container II da, in dem es ein Doppelkolbenkompressor erst auf 200 bar, dann auf 350 bar und anschließend auf 410 bar verdichtet. An diesen Container mit seinen drei Speicherbänken ist auch die Betankungsstation für die Befüllung der Fahrzeuge angebaut.

H₂-AUTOS FÜR OLYMPIA 2012 Simon Bourne erzählt mir, dass im Sommer 2012 mehrere wasserstoffbetriebene Pkw



Abb. 3: Testreihe großer Elektrolyse-Stacks

bei den Olympischen Spielen in London eingesetzt werden sollen. Dabei wird es sich um so genannte *Black Cabs* von Intelligent Energy handeln. Deren Betrieb wäre allerdings nicht wirklich sauber, da der Wasserstoff dafür von Chlor-Alkali-Anlagen aus Rotterdam kommt. Dieser wird mit Tankschiffen über den Kanal nach London gebracht und mit dieselbetriebenen Trailern weiter zur Tankstelle transportiert. Anders, so der ITM-CTO, sähe es beim HOST-System aus. Dieses, sagt er, sei dreifach sauber (triple zero carbon):

- 1. Herstellung aus erneuerbaren Energien
- 2. Distribution unnötig, weil Produktion on-site erfolgt
- 3. Nutzung in sauberen H₂-Autos

Aus dieser Überlegung heraus ist bei Bourne die *HFuel-Here*-Initiative entstanden. Durch die Zusammenarbeit mit Event-Organisatoren will er speziell bei Veranstaltungen sauber Wasserstoff direkt vor Ort produzieren und anbieten, um H₂-Fahrzeuge betreiben zu können. Wenn es nach ihm ginge, könnte diese Initiative noch im laufenden Jahr bei Olympia 2012 in London zum Einsatz kommen.

BRITEN BLICKEN NACH DEUTSCHLAND Bournes Strategie geht aber noch viel weiter. Das erklärte Ziel von ITM ist, in Deutschland einen Fuß in die Tür zu bekommen, um am Aufbau einer zukünftigen Wasserstoffwirtschaft partizipieren zu können. Von der Insel aus betrachtet gilt die Bundesrepublik als Leitmarkt für H₂-Technologie. Mit den großen Förderprojekten sowie den zahlreichen politischen Fürsprechern sind wir hier aus Sicht der Briten ein regelrechtes Wunderland. Simon Bourne erklärt mir im Laufe unseres gemeinsamen Gesprächs mit Phil Doran, dass Großbritannien zwar auch über Firmenkonsortien und Landesinitiativen im H₂-und BZ-Sektor verfüge, diese aber bei weitem nicht eine vergleichbare Größe, geschweige denn eine entsprechende wirtschaftliche Durchschlagskraft besitzen wie in Deutschland.

Doran gibt zu, das Ausland blicke voller Neid auf die Bundesrepublik ("green with envy"), weshalb ITM gezielt den Kontakt zum Kontinent suche. Er versichert mir jedoch, es ginge dabei nicht allein um die Fördergelder. Ihnen sei sehr wohl bewusst, dass eine Kooperation nur mit gleichwertigem Engagement möglich ist und dass deswegen selbstverständlich auch deutsche Komponenten verwendet und somit nicht zuletzt auch deutsche Arbeitsplätze gesichert würden.

Um die Kontaktaufnahme auf dem Festland zu vereinfachen, wurde bereits im zweiten Quartal 2011 die ITM Power GmbH mit Phil Doran als Geschäftsführer gegründet. Von seinem Büro in Schmitten bei Frankfurt am Main aus sucht er nun nach geeigneten Partnern sowie einem geeigneten Standort für weitere Schritte. Dafür war gerade auch Dr. Joachim Wolf aus Hessen zu Besuch. Für Anfang Januar 2012 wurde zudem Dr. Andreas Ziolek aus Nordrhein-Westfalen eingeladen. Dieses Interesse auch von deutscher Seite an ITM ist nicht verwunderlich, denn infolge seiner zuletzt regelmäßigen Präsenz auf der Hannover Messe hat es mittlerweile auch auf dem Festland einen gewissen Bekanntheitsgrad erreicht. Hinzu kommt, dass es eine der wenigen europäischen Firmen aus dem Wasserstoffsektor ist, die eine offensive Marketingpolitik verfolgen. Zu dieser Strategie zählt nicht nur ein offener Umgang mit Pressevertretern und deutschen Entscheidungsträgern, sondern auch ein professionell designter Internet- und Messeauftritt.

ECOISLAND

Als Teilnehmer an dem Demonstrationsprojekt Ecolsland wird ITM Power praktische Erfahrungen mit seinen autarken Energiesystemen sammeln. Bei diesem Vorhaben auf der Isle of Wight an der Südküste Englands sind neben ITM Power auch Partner wie beispielsweise Cable & Wireless Worldwide, IBM und Toshiba daran beteiligt, die Energieversorgung von Morgen zu testen. Auf der Insel leben rund 142.000 Bewohner, für die im Rahmen eines 30-Mio Euro-Fördervorhabens bereits 3.500 Häuser mit Photovoltaikanlagen und 500 mit Luftwärmepumpen ausgestattet wurden. Darüber hinaus werden bis zu vier große HFuel-Systeme eingesetzt, um zur Glättung der schwankenden Stromversorgung beizutragen. Innerhalb eines Smart Houses werden Demonstratoren des Typs HBox Solar Wasserstoff direkt aus Sonnenenergie für die Energiespeicherung und als Brennstoff zum Heizen und Kochen herstellen. Die Insel soll somit als Testareal fungieren und ab 2020 regenerativen Strom auch exportieren können.

→ www.eco-island.org

Dann ist die Zeit um und ich mache mich auf den Rückweg. Dabei komme ich noch in den Genuss einer schadstofffreien Autofahrt. Gemeinsam fahren wir in dem Ford Focus H2ICE zum 80 km entfernten Flughafen Leeds Bradford. Der umgerüstete Benzinmotor läuft ohne zu mucken. Auch die Umschaltung während des Betriebs ist kaum bemerkbar. Gemeinsam diskutieren wir noch darüber, ob nicht eine derartige Fahrzeugumrüstung ähnlich wie bei den Erdgas- und Flüssiggasautos auch für Wasserstoff eine Übergangslösung wäre. Gegenargumente finden wir nicht. Stattdessen finden wir etliche Gemeinsamkeiten zwischen Briten und Deutschen. Vielleicht lassen sich ja auf technischer Ebene – anders als in der Politik – einfacher gemeinsame Betätigungsfelder finden als erwartet.

Diese Recherchefahrt nach Sheffield erfolgte auf Einladung von ITM Power, die auch die Reise- und Unterbringungskosten für den HZwei-Redakteur übernahmen.

MELDUNGEN AUS ÜBERSEE



TOYOTA PRÄSENTIERT FCVR

Toyota bestätigte, was wir bereits im Frühjahr berichteten, und zwar, dass der Automobilhersteller an einer brandneuen Brennstoffzellenlimousine für 2015 arbeitet. Auf der Tokioter Website hieß es Mitte November 2011 dazu, dass ein "praktisches, limousinenartiges, mit Wasserstoff angetriebenes Brennstoffzellenkonzeptfahrzeug der nächsten Generation" unter den Showcars Anfang Dezember auf der Tokyo-Motor-Show sei. Der Viersitzer FCVR (Fuel Cell Vehicle - Reality & Revolution) soll um 2015 herauskommen. Die Ankündigung beinhaltete jedoch keinerlei Detals über den Brennstoffzellen-Stack und dessen Leistung oder die produzierte Stückzahl. Es hieß lediglich, er würde komprimierten Wasserstoff in einem 700-bar-Tank nutzen, der für eine Reichweite von etwa 700 km im japanischen Testzyklus ausreiche. Unterschiedlichen Berichten zufolge hieß es weiterhin, dass die erste Lieferung kommerziell erhältlicher Brennstoffzellenautos etwas günstiger als ursprünglich angekündigt sein würde – irgendwo im Bereich 100.000 Euro. Ein Bericht zitierte Alain Uyttenhoven, Toyotas Vizepräsident für Marketing, der sagte: "Wir können ein Brennstoffzellenfahrzeug erwarten, das in Europa für rund 100.000 Euro zu kaufen sein wird."

INDUSTRIE IST ZUVERSICHTLICH

Trotz der flauen Wirtschaft in den USA und der Kürzungen öffentlicher Fördergelder zeigten sich überraschenderweise viele Führungspersonen aus der Brennstoffzellenindustrie, die während des Fuel Cell Seminars 2011 interviewt wurden, geradezu euphorisch hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung. Dieser Optimismus war da, ungeachtet des Besucherschwunds. Rund 830 Teilnehmer waren zur 35. Auflage der Konferenz vom 31. Oktober bis zum 3. November im Walt Disney World Swan and Dolphin Resort erschienen. Weniger als im Vorjahr, wo 930 Besucher nach San Antonio gekommen waren. Auch die Zahl der Aussteller lag niedriger: 59 Unternehmen und Institutionen aus den USA, Kanada, Deutschland, Israel, Japan, Schweden, Taiwan und Großbritannien waren registriert, gegenüber 90 im vergangenen Jahr.

H&FCL fragte mehrere Anwesende eine einfache Frage: Sind Sie optimistisch oder pessimistisch in Bezug auf die Zukunft in der Industrie? Hier die Antworten:

Morry Markowitz, Geschäftsführer der Fuel Cell and Hydrogen Energy Association: "Ich bin sehr optimistisch. Mein Hintergrund, sowohl in der Energieversorgerbranche als auch in der Automobilindustrie, hat mir das Fundament geliefert, um die Vergangenheit, die Gegenwart und die Zukunft dieses Industriezweiges zu verstehen, und ich denke, die Zukunft ist glänzend."

Bob Rose, Geschäftsführer von Breakthrough Technologies Institute und Fuel Cells 2000: "Brennstoffzellen liegen nicht länger im Achterwasser. Das ist mittlerweile eine milliardenschwere Industrie, die weltweit etwa 25.000 Personen beschäftigt. Ich glaube, da sind Anzeichen erkennbar, dass die Industrie in einigen Bereichen an Fahrt aufnimmt. Bei der Warenbeförderung und bei Gabelstaplern ist staatliche Förderung in einigen Fällen gar nicht mehr notwendig."

Shannon Baxter-Clemmons, Geschäftsführerin South Carolina Hydrogen and Fuel Cell Alliance: "Wenn wir die BZ-Gabelstapler nicht hätten mit Hunderten in South Carolina und Tausenden landesweit, hätte ich arge Probleme, diese Geschichte nach wie vor der Öffentlichkeit und den Entscheidern verkaufen zu können. Aber ich bin nicht pessimistisch – ich bin optimistisch, dass wir neue Wege finden werden, um die Industrie weiter voranzubringen." ||

Autor: Peter Hoffmann, Hydrogen & Fuel Cell Letter übersetzt von Sven Geitmann



ENERTRAG INNOVATION WASSERSTOFF WIRD GRÜN

AUS WIND WIRD ENERGIE UND AUS IDEEN WIRKLICHKEIT. DAS WELTWEIT ERSTE WASSERSTOFF-HYBRIDKRAFTWERK IST IM OKTOBER 2011 IN AN DEN START GEGANGEN UND SORGT FÜR BEDARFSGERECHTE ENERGIEVERSORGUNG IN DEN SEKTOREN STROM, WÄRME UND MOBILITÄT.

ENERTRAG Aktiengesellschaft

Gut Dauerthal

D-17291 Dauerthal

Telefon +49 (39854) 6459-0 Telefax +49 (39854) 6459-420 Thema: Entwicklung | Autor: Gerhard Buttkewitz |

BRENNSTOFFZELLENSYSTEM IN DER OSTSEE VERSENKT

Stromversorgung von Unterwassergerätetechnik

Bei der Energieversorgung von Unterwassergerätetechnik konnte man bisher nicht wählerisch sein, denn es existierten bis dato nur Batterielösungen. Mittlerweile werden zwar auch Stromversorgungssysteme auf Basis von Wärmekraftmaschinen mit äußerer Verbrennung beispielsweise über einen Stirlingmotor diskutiert, aber die sind noch nicht marktreif. Mit der Brennstoffzellentechnik könnte jetzt eine neue Technologie für den maritimen Sektor dazukommen. Die Erprobung solch eines ersten Versuchsmusters erfolgte im Sommer 2011 in der Ostsee in zwölf Metern Wassertiefe vor Warnemünde bei Rostock.



Abb. 1: Versuchsmuster auf der Riff-Plattform

Typische Anwendungsfelder für Unterwassergeräte sind Bojen zur Überwachung der Wasserqualität oder der Strömungsgeschwindigkeiten. Die Messungszeiträume können sich über mehrere Jahre erstrecken. Die technischen Anforderungen, die an entsprechende Energieversorgungssysteme für den Unterwassereinsatz gestellt werden, sind daher beachtlich:

- · mittlere Leistung von 3 W_{el}
- · Leistungsspitzen von bis zu 50 W
- · Energiedichte größer als 300 Whel/kg
- · Möglicher Langzeiteinsatz (ca. 1 Jahr) ohne nennenswerte Verluste des Energiespeichers
- · konstante Leistungsentnahme bis zum endgültigen Verbrauch des Energiespeichers
- Betankung beziehungsweise Aufladung in wenigen Minuten

Nach dem derzeitigen Stand der Technik sind all diese Anforderungen am ehesten mittels Brennstoffzellenhybridsystemen realisierbar. Zur Bestätigung dieser These entschied sich die ATI Küste GmbH, ein entsprechendes hybrides Elektroenergieversorgungssystem auf Basis von Brennstoffzellen- und Batterietechnik zu entwickeln. Gemeinsam mit mehreren Partnern aus dem Nordosten der Republik wurde somit das Forschungs- und Entwicklungsprojekt "Effizienzsteigerung der Meeresforschungstechnik (VEM)" initiiert, das vom März 2008 bis Juni 2011 lief (Projektkosten: ca. 2,3 Mio. Euro). Direkt im Anschluss daran erfolgte eine zweimonatige Erprobungsphase, in der das Versuchsmuster auf dem Meeresgrund der Ostsee in 12 Metern Wassertiefe 1,5 Kilometer vor der Küste am Riff Nienhagen getestet wurde.

UNTER WASSER UNTER DRUCK Das Hybridsystem wurde so konzipiert, dass es für Einsatztiefen von mehreren Tausend Metern geeignet ist. Um das Gerät dort unten jedoch autark betreiben zu können, besteht die Notwendigkeit, neben dem Wasserstoff auch ein geeignetes Oxidationsmittel für die Brennstoffzelle zu finden und mitzuführen. Angesichts des erheblichen Drucks wurde auf gasförmigen Sauerstoff verzichtet und stattdessen eine Wasserstoffperoxidlösung (H₂O₂) als Oxidationsmittel gewählt.

Üblicherweise werden Unterwassergeräte wegen des Wasserdrucks mit einer sehr aufwändigen Hermetisierung versehen. Solch eine Hermetisierung würde jedoch das Bauvolumen erheblich vergrößern, wodurch im Umkehrschluss die Energiedichte reduziert würde. Dementsprechend ist ein weitgehend druckneutraler Aufbau für das Elektroenergieversorgungssystem anvisiert worden.

Lithium-Polymer-Batterien werden ohnehin mit einem speziellen Verguss druckneutral ausgeführt, so dass Energiedichten von etwa 125 Wh_{el}/kg erreicht werden. Dementsprechend wurden nun auch der Brennstoffzellen-Stack und alle elektronischen Baugruppen mit einem speziellen Verguss versehen. Die Pumpen und Ventile werden in Silikonöl betrieben.

Die Wasserstoffversorgung erfolgt auf Basis konventioneller Stahlflaschen, die bis zu einer Einsatztiefe von 2.000 Metern eingesetzt werden können, bei einem Druck von 200 bar. In einem weiteren Entwicklungsschritt soll später auch die Wasserstoffversorgung druckneutral mittels eines $\rm H_2\text{-}Generators$ realisiert werden. Damit wären dann auch größere Einsatztiefen von bis zu 7.000 Metern möglich. Das Gewicht des Wasserstoffversorgungssystems würde dadurch wesentlich reduziert.

Der Wasserstoff in den Druckflaschen wird mit einer Druckminderereinheit von 200 bar auf den Brennstoffzelleneingangsdruck von 50 bis 300 mbar geregelt. Das Wasserstoffperoxid (50 %) wird mit einer Pumpe P₁ in den Mischer gegeben und dort auf eine Konzentration von etwa zehn Prozent reduziert. Vom Mischer wird die zehnprozentige H₂O₂-Lösung in einem Zirkulationsprozess mittels der Pumpe P₂ der Brennstoffzelle zugeführt. Wenn die H₂O₂-Lösung auf weniger als drei Prozent abgemagert ist, wird sie teilweise mittels der Pumpe P₃ ausgeschleust und es erfolgt anschließend wieder die Dosierung mittels der Pumpe P₁ auf eine zehnprozentige H₂O₂-Lösung im Mischer. Mittels des Purgeventils VP wird überschüssiges Wasser aus dem Anodenraum ausgeschleust. Um aus dem Brennstoffzellensystem zeitweise größere Leistungen als

die mittlere Leistung von drei Watt entnehmen zu können, wird eine Batterie als Puffer eingesetzt.

FAZIT Mit dem Unterwasser-Brennstoffzellensystem sind während der gesamten Erprobungszeit die geplanten Parameter erreicht worden. Die Laufzeit war lediglich durch den Brennstoff- und Oxidationsmittelvorrat begrenzt. Problematisch gestaltete sich jedoch die relativ geringe Energiedichte. Mit etwa 300 Wattstunden pro Kilogrammist der Vorteil gegenüber einem Batteriesystem nur relativ klein. Deshalb soll in einem Folgeprojekt ein Wasserstoffgenerator entwickelt werden, mit dem eine wesentliche Steigerung der Energiedichte und eine Systemvereinfachung möglich sind.

Autor:



Dr. Gerhard Buttkewitz ATI Küste GmbH, Rostock

→ buttkewitz@ati-kueste.de

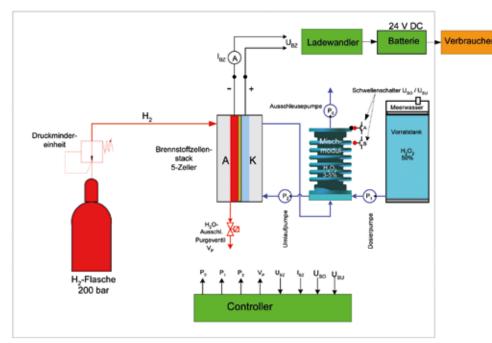


Abb. 2: Konfiguration des Energieversorgungssystems

An dieser Stelle möchten wir uns für die Förderung des Projektes durch das BMBF und die gute Betreuung von Dr. Zahn, Projektträger Jülich, bedanken. An dem Projekt waren beteiligt die AMT Analysenmesstechnik GmbH und die ATI Küste GmbH aus Rostock, die Enitech Energietechnik-Elektronik GmbH aus Bentwisch, das INP Institut für Niedertemperatur-Plasmaphysik e. V. aus Greifswald, das Leibniz-Institut für Katalyse e. V. an der Universität Rostock sowie die Technische Universität Berlin.

2. MCC-FACHFORUM









ergie*Speicher*²⁰¹

- ACHILLESFERSE DES ENERGIEWANDELS? -

19. und 20. März 2012 in Köln

- → Erfolgreiche Geschäftsmodelle mit stationären und mobilen Batteriespeichern
- → Speicherbedarf im Energie-System der Zukunft – Welche Technologie setzt sich durch?
 - Druckluftspeicher
 Wasserstoff
 REDOX-Flow-Batterie
 Bleiakkumulatoren
 Natrium-Schwefel-Batterie
 Lithium-Ionen-Akkumulatoren
 - Pumpspeicherkraftwerke Super-Kondensator
- → Speicher für Wind und Sonne: Wie weit reichen Europas Wasserspeicherkapazitäten?
- → Regulierungsbedarf und Auswirkungen auf Stromhandel und -preise
- → Effektive Integration Erneuerbarer Energien durch Speicher, Netzausbau und Smart Technologies
- → Stadtwerke u. Regionalversorger: Dezentrale Speichersysteme und Anwendungsmodelle auf dem Prüfstand



Moderation:
Dr. Martin Kleimaier,

Leiter der Task Force "Energiespeicher" d. VDE (ETG), VDE e.V.

Ihre Referenten(Innen) und Diskussionspartner(Innen):

Dr. Johannes Lambertz, Vorstandsvorsitzender, RWE Power AG • Prof. Dr. Wolfram Münch, Leiter Forschung & Innovation, EnBW Energie Baden-Württemberg AG • Thomas Schulz, Mitglied des Vorstands, Entelios AG • Dr. Bert Droste-Franke, Projektkoordinator, Europäische Akademie GmbH • Dr. Johannes Huynen, President, Sogecom Energy Holding BV • Holger Schuh, Geschäftsführer, Saft Batterien • Prof. Dr. Oliver Mayer, Principal Scientist, GE Global Research • Dr. Klaus-Peter Röttgen, Head of E.ON Innovation Center, E.ON Gas Storage GmbH • Roger Kohlmann, Mitglied der Hauptgeschäftsführung, BDEW e.V. • Dr. Gerd Harms, Berater des Vorstands, ENERTRAG AG

WASSERSTOFFVERSPRÖDUNG

Neuste Forschungsergebnisse von der Ruhr-Universität Bochum

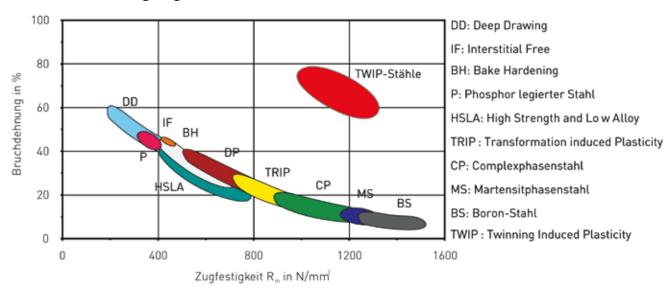


Abb. 1: Übersicht der in Kfz-Karosserien verwendeten Stähle

Wasserstoff und moderne Karosseriestähle – was haben diese zwei Dinge miteinander zu tun? Sehr viel, denn wenn beide aufeinandertreffen, kann es zur Wasserstoffversprödung kommen. Dies kann insbesondere hochfeste Stähle, das Material, aus dem moderne Karosserien gefertigt werden, betreffen. Für die in modernen Autos verwendeten hochfesten Stähle lagen bislang kaum Untersuchungen vor, durch die der Einfluss von Wasserstoff auf das Materialverhalten unter praxisnahen Bedingungen beurteilt werden konnte. Aus diesem Grund wurde zu diesem Thema an der Ruhr-Universität Bochum in Zusammenarbeit mit ThyssenKrupp Steel in den letzten fünf Jahren systematisch geforscht.

Abbildung 1 zeigt die Eigenschaften verschiedener Stahlwerkstoffe. Aufgrund seiner Form wird das Diagramm auch als "Bananenkurve" bezeichnet. Auf der y-Achse ist die Bruchdehnung oder Verformungsfähigkeit und auf der x-Achse die Werkstofffestigkeit aufgetragen. Vor einigen Jahrzehnten wurden für den Karosseriebau vorrangig einfache Tiefziehstähle verwendet. Im Diagramm ist diese Stahlgüte mit DD (Deep Drawing) bezeichnet. DD-Stähle besitzen ein ausgezeichnetes Verformungsvermögen aber auch nur eine geringe Festigkeit von etwa 200 N/mm². Die notwendige Karosseriesteifigkeit wurde deshalb vorrangig durch die Blechstärke erreicht.

Der Einbau von Komponenten zur Sicherheits- und Komfortsteigerung bewirkt jedoch eine stetige Zunahme des Fahrzeuggewichts. Wäre die Stahlindustrie auf dem damaligen Entwicklungsstand geblieben, so wären die heutigen Automobile sehr viel schwerer als heute, was zu hohem Benzinverbrauch und untolerierbaren CO₂-Emissionen führen würde. Um dem entgegenzuwirken, entstanden neue Leichtbaukonzepte, welche den Einsatz von hochfesten Stählen vorsehen. Einen immer größeren Prozentanteil an der Karosserie nehmen die hochfesten Mehrphasenstähle ein. Dazu zählen Dualphasenstähle (DP), TRIP-Stähle (TRansformation Induced Plasticity), Complexphasenstähle (CP) und Martensitphasenstähle (MS). Diese Varianten von

Mehrphasenstählen weisen schon vor der Weiterverarbeitung Festigkeitswerte von bis zu 1.400 N/mm² auf und zeigen gleichzeitig ein gutes Umformvermögen bei der Bauteilherstellung. Selbst nach der Umformung zu Karosserieteilen besitzen Mehrphasenstähle noch Verformungsreserven und dadurch ein ausgezeichnetes Energieabsorptionsvermögen, wodurch sie besonders für sicherheits- und crashrelevante Automobilkomponenten prädestiniert sind. Derartige Bauteile sind beispielsweise die B-Säulenverstärkung sowie die Längs- oder Querträger.

Bei der Umformung der Bleche zu Bauteilen nimmt die Werkstofffestigkeit mit der Verformung durch Kaltverfestigung weiter zu und ebenso die Gefahr der wasserstoffinduzierten Spannungsrisskorrosion. Diese Wasserstoffproblematik betrifft hochfeste Stähle, die eine bestimmte Werkstofffestigkeit überschreiten. In der Literatur werden Werkstofffestigkeiten von 800 N/mm² und darüber hinaus angegeben, ab denen es kritisch wird, wenn Wasserstoff "im Spiel" ist.

WIE KOMMT DER WASSERSTOFF IN DEN STAHL? Grundsätzlich wird zwischen "mitgebrachtem" und "im Laufe der Zeit erworbenem" Wasserstoff unterschieden. Bei mitgebrachtem Wasserstoff spricht der Fachmann von metallurgischem Wasserstoff. D.h. der Wasserstoff ist bereits bei der Herstellung des Werkstoffes, also in schmelzflüssigem Zustand, in das Material gelangt. Bei "erworbenem" Wasserstoff ist der Wasserstoff erst später, also nachdem der Stahl erstarrt ist, in den Werkstoff eingedrungen. Das geschieht beispielsweise bei elektrochemischen Beschichtungsprozessen, bei denen Wasserstoff auf der Oberfläche des zu beschichtenden Bauteils entsteht. Es reichen aber auch schon geringste Korrosionsvorgänge auf der Stahloberfläche aus, um für ein zur Schädigung ausreichendes Wasserstoffangebot zu sorgen.

WAS BEDEUTET WASSERSTOFFVERSPRÖDUNG? Die hellgraue Fläche in Abbildung 2 stellt einen hochfesten Stahl dar, wobei jede Oberfläche eine gewisse Mikro-Topographie

22

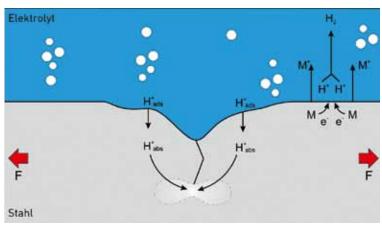


Abb. 2: Vorgänge bei der durch Wasserstoff induzierten Spannungsrisskorrosion

mit Kerben aufweist. Darüber befindet sich Wasser oder Feuchtigkeit, wodurch eine Korrosion des Stahls hervorgerufen wird und in diesem Fall als Wasserstofflieferant dient. Es muss allerdings nicht die ganze Stahloberfläche mit Wasser bedeckt sein. Eine relative Luftfeuchtigkeit ab 40 % reicht bereits aus, um Korrosionsprozesse ablaufen zu lassen. Kommt es zur Korrosion, so wird durch den kathodischen Teilprozess der an der Oberfläche ablaufenden Korrosionsreaktionen atomarer Wasserstoff gebildet. Im Allgemeinen verbindet sich dieser mit einem zweiten Wasserstoffatom und entweicht als molekulares und damit inertes Wasserstoffgas von der Oberfläche (aufsteigende Blasen). Sind allerdings so genannte Promotoren in der Umgebung vertreten (z. B. H₂S, CO, CO₂), so wird diese H₂-Bildung gehemmt und atomarer Wasserstoff kann an der Stahloberfläche andocken (Adsorption). Ist der Wasserstoff einmal an die Stahloberfläche gebunden, so findet dieser als kleinstes Atom im Universum mit Sicherheit einen Weg ins Werkstoffinnere (Absorption).

Eine weitere Voraussetzung zur Schädigung des Werkstoffes ist eine Zugbelastung (rote Pfeile). Häufig treten diese für eine Schädigung notwendigen Spannungen im Bauteil durch dessen Montage oder aufgrund von Betriebsbelastungen auf. Durch die anliegende Kraft wirkt nun unterhalb der Kerbe eine erhöhte Spannung (s. Abb. 3), welche eine elastische Aufweitung des Kristallgitters des Stahls bewirkt.

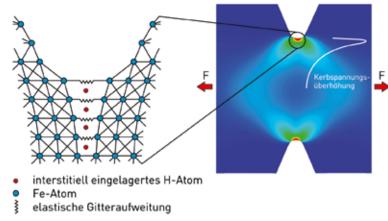


Abb. 3: Kerbwirkung

Eine Besonderheit gekerbter Bauteile besteht darin, dass trotz einachsiger Beanspruchung ein mehrachsialer Spannungszustand im Bauteil hervorgerufen wird. Aufgrund der Fließbehinderung vor der Kerbe können die wirkenden Spannungen zum Teil deutlich oberhalb der nominellen Spannungen liegen, dass heißt oberhalb der Spannungen, die bei gleicher Kraft ohne Kerb in der Probe wirken würden. In den elastisch gedehnten Bereichen vor dem Kerb reichern sich bevorzugt Wasserstoffatome an, die die Bindungen zwischen den Metallatomen schwächen. Bei Erreichen einer kritischen H2-Konzentration kommt es zur spontanen Dekohäsion der Metallatome. Die Folge ist ein plötzliches Versagen des Bauteils ohne vorherige plastische Verformung, welche normalerweise als Zeichen für das Bevorstehen einer "Havarie" dient. Das schrittweise Risswachstum im Bauteil, welches typisch für diese Versagensform ist, führt nicht nur zu einer Verminderung des tragenden Querschnitts. Vor allem begünstigt der atomar scharfe Kerb an der Rissspitze ein sprödes Versagen des Werkstoffes.

VIERFACH HÖHERE FESTIGKEIT Ein besonderes Augenmerk der Forschungsarbeiten lag auf hochfesten Mehrphasenstählen. Dies sind Stähle, die aus unterschiedlichen Gefügebestandteilen, so genannten Phasen, bestehen. Durch die Mischung von gut verformbaren mit sehr harten Pha-



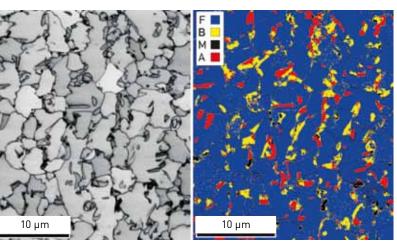


Abb. 4: Werkstoffgefüge eines Mehrphasenstahls: Metallographischer Schliff (li.), Verteilung der Phasen Ferrit (F), Bainit (B), Martensit (M) und Austenit (A)

sen können die mechanischen Eigenschaften dieser Stähle gezielt auf die späteren Anforderungen im Automobil zugeschnitten werden. Gut verformbar sind z.B. ferritische oder austenitische Phasen. Zur Steigerung der Festigkeit wird der Bainit- oder Martensitanteil im Stahl erhöht. Ein Beispiel für einen Mehrphasenstahl ist in Abbildung 4 dargestellt, der aus all diesen vier Phasen besteht. Das Besondere bei diesem Werkstoff ist der Austenit, der sich bei der Formgebung zum Bauteil ebenfalls in Martensit umwandelt und so dem Werkstoff eine noch höhere Festigkeit verleiht. Aber nicht nur durch diese Transformation, sondern auch durch die mit der Umformung einhergehende Kaltverfestigung gewinnt der Stahl an Festigkeit, die etwa 4-fach höher liegt als bei den bisher verwendeten Tiefziehqualitäten.

Sowohl durch die Kaltverfestigung als auch durch die zuvor beschriebene Phasentransformation vom Austenit zum Martensit steigt nicht nur die Festigkeit des Stahls, sondern auch dessen Anfälligkeit für wasserstoffinduzierte Spannungsrisskorrosion, wenn der Stahl die oben genannten kritischen Festigkeitswerte von 800 N/mm² überschreitet.

GEZIELTE KONTAMINATION MIT H₂ Um das Verhalten der Mehrphasenstähle unter H₂-Einfluss und den Aspekt der Kaltverfestigung zu untersuchen, belastet ma n gekerbte Proben statisch auf unterschiedlichen Lastniveaus. Die Zeit bis zum plötzlichen Versagen der Probe gilt als Maß für die Wasserstoffempfindlichkeit. Tritt innerhalb von langen Zeiten (ca. 4 Wochen) kein Bruch ein, gilt der Stahl als unempfindlich für wasserstoffinduzierte Spannungsrisskorrosion. Dieses Prüfverfahren wird als Zeitstandprüfung bezeichnet.

Im Bereich des Kerbs verformt sich der Werkstoff unter Belastung besonders stark. Dies führt zu einer lokalen Kaltverfestigung (s. Abb. 3). Zur systematischen Untersuchung des Materialverhaltens unter Wasserstoff ist die Kenntnis der genauen Aufhärtungshöhe des jeweiligen Stahls von übergeordneter Bedeutung, was durch so genannte Mikrohärte-Mappings untersucht wurde (Abb. 5). Die rot eingefärbten Bereiche in dieser Abbildung stellen Zonen mit einer besonders hohen Härte dar.

Um nun das Materialverhalten in Abhängigkeit von unterschiedlichen H₂-Gehalten zu untersuchen, muss der Stahl vor der Zeitstandprüfung definiert mit Wasserstoff beladen werden. Bei der elektrochemischen Wasserstoffbeladung wird die zu beladende Probe in einem elektrisch

leitenden Medium als Kathode und eine Gegenelektrode als Anode geschaltet (s. Abb. 6). An der Kathode kommt es beim Anlegen einer Gleichspannung zur Wasserstoffentwicklung und somit auch zum Wasserstoffeintrag in den Stahl. Über die Höhe des Stromes, die Beladezeit und den Elektrolyten kann der Wasserstoffgehalt angepasst und exakt auf unterschiedliche Niveaus eingestellt werden. Die gezielte Zugabe von Promotoren erhöht den Wasserstoffeintrag in den Stahl weiter.

Variiert man systematisch die Belastungshöhe und den Wasserstoffgehalt im Stahl, so ergibt sich für einen untersuchten Mehrphasenstahl ein Zeitstandschaubild (s. Abb. 7). Hierin können die Automobilhersteller für die einzelnen Stahlsorten mit unterschiedlichen Wasserstoffgehalten die Grenzbelastungen ablesen, unterhalb derer keine Schädigung des Stahls durch wasserstoffinduzierte Spannungsrisskorrosion auftritt. Werden die Stähle in dem grün gefärbten Bereich betrieben, besteht keine Gefahr für wasserstoffinduzierte Spannungsrisskorrosion.

In Kooperation mit dem Institut für Werkstofftechnologie in der Schweiz ist auch der Nachweis der lokalen Wasserstoffanreicherung im Bereich des Kerbs mit einem elektrochemischen Verfahren und dem Einsatz einer Mikrokapillare gelungen.

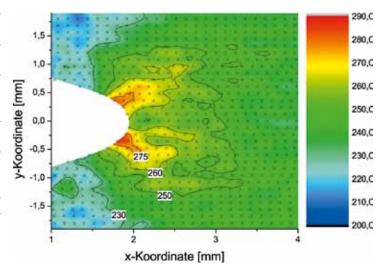


Abb. 5: Mikrohärte-Mapping auf der Oberfläche einer Kerbzeitstandprobe

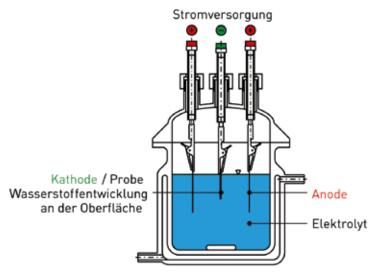


Abb. 6: Versuchsaufbau zur Wasserstoffbeladung

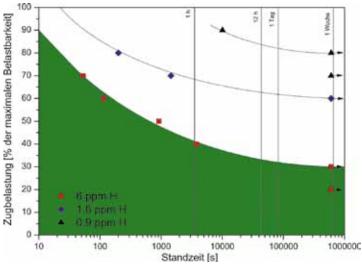


Abb. 7: Zeitstandschaubild zur Beurteilung kritischer Spannungen und Wasserstoffgehalte

Die vorliegenden Forschungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Stahlgüten. Mittlerweile gibt es noch höherfestere Mehrphasenstähle. Ob diese ebenfalls ein so hohes kritisches Wasserstoffniveau tolerieren, ist Gegenstand aktueller und zukünftiger Forschungsarbeiten.

Literatur:

- □ Kühn, S., Einfluss von diffusiblem Wasserstoff auf die mechanischen Eigenschaften von hochfesten Mehrphasenstählen unter Berücksichtigung der Kaltverfestigung, Diss., Ruhr-Universität Bochum, 2011
- □ Unterumsberger, F., Charakterisierung hochmanganhaltiger Stähle bezüglich ihrer Neigung zur verzögerten Rissbildung unter Berücksichtigung neuer Legierungskonzepte, Diss., Ruhr-Universität Bochum, demnächst



Autoren:

Prof. Michael Pohl Ruhr-Universität Bochum → pohl@wp.ruhr-uni-bochum.de



Dr. Sebastian Kühn Freudenberg Forschungsdienste KG, Weinheim → Sebastian.Kuehn@Freudenberg.de

25



Ein Partner von Handelsblatt

NACHFOLGE IN GEFAHR?



Mit einem Inserat auf DUB.de erreichen Sie bis zu 1,2 Millionen potenzielle Nachfolger – einfach, sicher und schnell.

Service für "HZwei"-Leser

DUB ZUM SONDERPREIS: Schalten Sie einfach Ihr Drei-Monats-Verkaufsangebot auf DUB.de zum Preis von zwei Monaten. Sie sparen 59 Euro. Es fallen keine weiteren Kosten an.

UND SO GEHT'S: Schreiben Sie eine E-Mail mit dem Betreff "HZwei" an kai.mueller@dub.de oder rufen Sie an unter 040/468832-661. Sie erhalten dann umgehend Ihre Zugangsdaten. So können Sie DUB.de ausprobieren und sparen.

WWW.DUB.DE

DER DURCHBRUCH STEHT VOR DER TÜR

Interview mit Staatssekretär Rainer Bomba



BMVBS-Staatssekretär Rainer Bomba

Rainer Bomba ist aktuell ein gefragter Mann. Es gibt derzeit kaum eine Veranstaltung im Wasserstoff-, Brennstoffzellen- und Elektromobilitätssektor, auf der er nicht zugegen ist. Diese allseitige Präsenz hat sowohl mit seiner Position im Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) zu tun als auch mit seinem persönlichen Interesse an diesen Technologien. Die HZwei-Redaktion nahm Ende 2011 die Gelegenheit wahr, ihm einige Fragen zur aktuellen Entwicklung zu stellen: zur Ergebniskonferenz der Modellregionen Elektromobilität, zum Auf und Ab von E-Mobilität und Wasserstofftechnologie, zur Markteinführung von Brennstoffzellen sowie zur IPHE-Präsidentschaft Deutschlands.

HZwei: Sehr geehrter Herr Staatssekretär, Sie sind jetzt seit ziemlich genau zwei Jahren in Ihrer heutigen Funktion beim Bundesverkehrsminister aktiv. Haben Sie damals damit gerechnet, dass das Thema Elektromobilität eine derart zentrale Stellung bei Ihrer Arbeit einnehmen wird?

Bomba: Ja, das hatte ich sogar gehofft! Als Maschinenbauingenieur ist mir schon seit langem klar, dass sich das Auto, dass sich das Gesicht der Mobilität in den kommenden Jahren verändern, modernisieren wird. Innovative, effiziente Antriebstechnologien wie die Batterie und Brennstoffzelle und alternative Kraftstoffoptionen wie etwa erneuerbarer Strom und Wasserstoff sind Schlüsselthemen für den Verkehr der Zukunft. Diesen Prozess zu gestalten ist eine tolle Aufgabe.

HZwei: Gleich bei einem der ersten Treffen im Jahr 2009 fiel auf, dass Sie sich merklich für das Thema E-Mobilität einsetzen. Was fasziniert Sie so an dieser Technologie?

Bomba: Elektromobilität mit Batterie und Brennstoffzelle führt das Automobil des vergangenen Jahrhunderts der "Verbrennungskraftmaschinen" schrittweise in die Moderne. Mit diesen Technologien kann das Auto nicht nur leise, sauber und energieeffizienter sein. Die technologische Weiterentwicklung deutscher Kernkompetenzen – des Maschinenbaus – bietet insbesondere unserem Wirtschafts- und Technologiestandort neue, wichtige Wettbewerbsmöglichkeiten auf internationalen Märkten. Chancen, die wir nicht aus der Hand geben sollten.

HZwei: Die zentrale Botschaft Ihres Ministeriums ist ja, dass "technologieoffen" gefördert werden soll. Gilt dies noch immer? Sind Batterien und Brennstoffzellen tatsächlich absolut gleichgestellt?

Bomba: Ja, Politik ist gut beraten, Industrie und Wissenschaft keine "Produktvorgaben" zu machen. Wir halten generell an dem Prinzip fest: Wir sagen, wie etwas "wirken" soll, anstatt zu sagen, mit welcher Technologie oder welchem Produkt dies erreicht werden kann. Wir müssen das kreative Potenzial und den Sachverstand Wissenschaftlern und Ingenieuren überlassen. Im Übrigen, dies spricht sich glücklicherweise langsam herum: Batterie und Brennstoffzellen sind keine Konkurrenten. Es sind technologische Partner, die wir in Zukunft beide brauchen.

HZwei: Seit Sie im Amt sind, schwimmt das Thema Elektromobilität wie auf einer Welle der Begeisterung dahin. Wie damals aber schon prophezeit, ebbt solch ein Hype irgendwann ab. Dieser Zeitpunkt scheint nun erreicht zu sein, oder wie sehen Sie die derzeitige emotionale Abkühlung in der E-Mobilitätsbranche?

Bomba: So ist das ja häufig mit neuen Themen. Die Entwicklung der Batterietechnologie in Deutschland hat durch die große - vielleicht überzogene - öffentliche Aufmerksamkeit einen wichtigen Schub erhalten. Jetzt kommt es darauf an, die Erwartungen wieder auf eine realistische Basis zu bringen und konzentriert und energisch weiterzuarbeiten. Der Brennstoffzelle hat es nach dem Hype - wie Sie sagen - vor einigen Jahren übrigens gut getan, aus dem Rampenlicht gefallen zu sein. Die Ruhe der letzten Jahre hat der Entwicklung gut getan. Die technischen Fortschritte, die uns zuletzt präsentiert wurden, sind sehr beeindruckend. Da gilt es heute, Glaubwürdigkeit zurückzugewinnen. Die eigentliche Problematik liegt eher in der irrigen Vorstellung begründet, man könne Energiesysteme und komplexe, neue Technologieoptionen wie Batterie- und Brennstoffzellentechnologie quasi über Nacht einführen. Dies braucht mehr Zeit und Elan, als die ungeduldige Öffentlichkeit bisweilen zu geben bereit ist.

HZwei: Wird denn die aktuelle "Rückbesinnung" auf die Wasserstofftechnik nun den endgültigen Durchbruch dieser seit Jahren in den Startlöchern befindlichen Technologie mit sich bringen?

Bomba: Von einer "Rückbesinnung" kann nicht die Rede sein. Wissenschaft, Industrie und auch die Politik - Bundesregierung wie auch viele Bundesländer - haben all die Jahre intensiv an dem Thema weitergeforscht und -gearbeitet. Das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie NIP ist nicht umsonst als ein Langfristprogramm aufgelegt. Dieses umfassende F&E-Programm der Bundesregierung gewährleistet Kontinuität der Entwicklung und vertrauensvolle Kooperationen der unterschiedlichen Programmpartner. Übrigens etwas, wofür uns viele internationale Wettbewerber beneiden. Die Umsetzung wird erfolgreich von unserer Programmgesellschaft, der NOW GmbH, vorangebracht. Der technische Durchbruch der Technologie, so die Botschaft der letzten NIP-Vollversammlung vor wenigen Wochen, steht vor der Tür. Jetzt gilt es, mit gemeinsamer Anstrengung die Markteinführung zu organisieren.

26

HZwei: Das NIP befasst sich mit der Marktvorbereitung, nicht mit der Markteinführung. Laufen denn bei Ihnen im Hause schon Arbeiten oder Gespräche, wie die Brennstoffzelle in den Markt gebracht werden kann?

Bomba: Selbstverständlich, das wird die Aufgabe der nächsten Jahre sein. Der neue NIP-Entwicklungsplan 3.0 widmet sich bereits diesem Thema. Bei der NOW laufen – das wissen ihre Leser – intensive Aktivitäten und Arbeiten zum Thema Wasserstoffinfrastruktur. Ergebnisse der "H2 Mobility"-Initiative werden im kommenden Jahr der Öffentlichkeit vorgestellt. Auch in der EU finden erste Überlegungen dazu statt. Markteinführungsstrategien waren dieses Mal das Hauptthema bei der Ende November 2011 in Brüssel stattfindenden Wasserstoff- und Brennstoffzellenkonferenz.

HZwei: An wen können sich denn die HZwei-Leser wenden, wenn sie konkrete Anliegen haben, was in solch einem Programm berücksichtigt werden sollte?

Bomba: An die NOW GmbH. Aber das hat sich meines Wissens ja bereits herumgesprochen. Selbstverständlich stehen auch ich sowie meine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für den Dialog zur Verfügung.

HZwei: Insbesondere im Bereich der Brennstoffzellenheizgeräte wird schon seit Jahren nach konkreten Maßnahmen gerufen, die den Zugang zum Markt erleichtern. Der USV-Sektor gilt ohnehin als einer der frühen Märkte. Wann werden wir in diesen Bereichen mit entsprechenden Instrumenten rechnen können, beispielsweise mit einem 100.000-Keller-Programm ähnlich dem damaligen 100.000-Dächer-Programm in der Photovoltaikbranche?

Bomba: Strategien für die Markteinführung machen – das wird manchmal in der Kommunikation etwas vernachlässigt – nicht bei der Mobilität halt. Die Hausenergieversorgung mir der Brennstoffzelle gehört hier ebenfalls in den Fokus. Das Callux-Programm beispielsweise gewinnt immer mehr an Fahrt. Hieraus werden wir entsprechende weitere Aktivitäten für die Zukunft entwickeln. Der USV-Sektor, dies ist meine Einschätzung, wird der Bereich sein, der sich vermutlich als erster selbst im Markt behaupten wird. Auch hier hat die NOW ein großes, viele Partner umfassendes Programm auf den Weg gebracht, das als Basis für die Marktentwicklung dient.

HZwei: Diese Programme laufen jedoch irgendwann mal aus. Wird es denn nach der Beendigung des NIP ein Folgeprogramm geben? Bomba: Wir werden uns über die weitere Zukunft Gedanken machen müssen. Wie bereits erwähnt: Das ist die Aufgabe der nächsten Monate und Jahre.

HZwei: Kommen wir jetzt zu den Modellregionen Elektromobilität: Die Laufzeit dieses Vorhabens ist jetzt zum Jahreswechsel ausgelaufen. Ende November 2011 hielt Ihr Ministerium dazu eine Ergebniskonferenz ab. Sind Sie mit den Ergebnissen zufrieden?

Bomba: Ja sehr. Ich kann nur jedem empfehlen, unsere umfangreiche Bilanzbroschüre zu lesen. Die Bilanzkonferenz Ende November 2011 war ein großer Erfolg. Die Modellregionen, dies wurde nochmals ganz deutlich, sind echte Keimzellen für die batterieelektrische Mobilität. In keinem Programm in Europa konnten so viele Fahrzeuge auf die Straße gebracht, Ladepunkte installiert, innovative Mobilitätsformen erprobt und begleitende Forschung durchgeführt werden wie in den acht Modellregionen. Aber, wir haben nicht nur Bilanz gezogen und Ergebnisse kritisch hinterfragt. Wir haben uns auch den Blick nach vorne gestattet.

HZwei: Die in den Modellregionen aufgebauten Strukturen sollen ja weiter genutzt werden. Wo kommen die dafür benötigten Gelder her?

Bomba: Die Bundesregierung wird ihre Aktivitäten im Bereich Batterietechnologie aus Mitteln des "Energie- und Klimafonds" fortsetzen.

HZwei: Außerdem soll jetzt im Frühjahr 2012 eine Entscheidung über die "E-Mobilitäts-Schaufenster" fallen. Worum geht es dabei kurz gesagt?

Bomba: Der neue Programmansatz "Schaufenster Elektromobilität" ergänzt aufgebaute Strukturen. Der Gedanke dahinter ist, in einigen großen "Schaufenstern" das Thema Elektromobilität unübersehbar zu machen und als einen Teil der städtischen Mobilität zu verankern. Ähnlich wie beim Thema Wasserstoff und Brennstoffzelle wird in den Modellregionen und Schaufenstern Elektromobilität das Fundament zur Markteinführung gelegt.

HZwei: Kommen wir jetzt zu einem anderen Thema: Deutschland hat derzeit den Vorsitz der IPHE inne. Jetzt war gerade dazu ein zweitätiges Treffen der Partner in Berlin. Worum ging es da?

Bomba: Auf Einladung der IPHE sind im November 2011 maßgebliche Akteure aus der Wasserstoff- und Brennstoffzellenbranche aus dem Ausland nach Berlin gekommen. Ein wichtiges Signal, zeigt es doch: die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie macht an nationalen Grenzen nicht mehr Halt. Eine – wie ich finde – positive Entwicklung. Unternehmen in technologischen Leitmärkten – wie beispielsweise in Deutschland, Nordamerika und Asien – sind darauf angewiesen, dass ihre innovativen Produkte irgendwann auch Fuß auf internationalen Märkten fassen. Internationale Kooperationen und Partnerschaften – zwischen den Unternehmen aber auch auf Seiten der Politik - sind dafür wichtige Voraussetzungen. Auf Regierungsebene bildet die IPHE genau den Rahmen für den politischen Austausch. Die IPHE hat hier ein Alleinstellungsmerkmal und – wie ich finde – die wichtige Aufgabe, Wasserstoff und Brennstoffzellen als zentrale Elemente einer effizienten, klimaschonenden Energiewirtschaft zu etablieren.

HZwei: Was hat sich Deutschland denn für Ziele gesetzt, die im Laufe dieser Präsidentschaft erreicht werden sollen?

Bomba: Ziel der Veranstaltung war es, gemeinsam Ansätze zu diskutieren, wie die Marktvorbereitung politisch flankiert werden und die Aufmerksamkeit für die Marktentwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie – auch auf politischer Ebene – gesteigert werden kann. Ich bin der Meinung: neue, zukunftsfähige, nachhaltige Märkte zu erschließen, hat viel mit partnerschaftlichem Denken zu tun und damit, dass in diesem Bereich alle Beteiligten den Mehrwert offener Kooperationen erkennen. Wir müssen ausloten, wie wir in enger Zusammenarbeit die richtigen politischen Rahmenbedingungen zur Markteinführung schaffen können. Wir müssen aus der Lernphase heraus und in eine Phase kommen, die standardisierte, technisch stabile, bezahlbare und kundentaugliche Lösungen ermöglicht.

HZwei: Letzte Frage: Nutzen Sie eigentlich auch ein Batterie- oder Brennstoffzellenfahrzeug?

Bomba: Mein Dienstwagen ist – noch – ein Diesel. Damit fahre ich insbesondere weitere Strecken und an den Wochenenden zu meiner Familie nach Hause. Der BMVBS-Fuhrpark verfügt aber inzwischen über mehrere Batterieund Brennstoffzellenautos. Die stehen jedem Mitarbeiter und jeder Mitarbeiterin für Dienstfahrten zur Verfügung. Und, sie werden reichlich genutzt.

HZwei: Herzlichen Dank, Herr Staatssekretär, für dieses Interview.



Nilgün Parker spricht vor den IPHE-Partnern [Foto: NOW]

Thema: International Autorin: Nilgün Parker

MARKTEINTRITT BESCHLEUNIGEN

Deutschland empfängt IPHE-Partner in Berlin

Am 17. November 2011 hat in Berlin ein Expertentreffen zum Thema Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (H2BZ) auf allerhöchster internationaler Ebene stattgefunden. Rund 80 Vertreter von Industrie, Forschung und Politik aus dem In- und Ausland waren zu dieser Veranstaltung der International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy (IPHE – Internationale Partnerschaft für Wasserstoff und Brennstoffzellen in der Wirtschaft) erschienen. Das erklärte Ziel dieses eintägigen Treffens war, die globalen Herausforderungen aufzuzeigen, mit denen sich die Industrie bei der Einführung der H2BZ-Technologie auf dem Weg zum Massenmarkt konfrontiert sieht.

Staatssekretär Rainer Bomba vom Ministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) erklärte dementsprechend in seiner Begrüßungsrede: "Die Initiative der IPHE für eine solche Veranstaltung findet genau zur richtigen Zeit statt, denn wir müssen deutlich machen, was Wasserstoff und Brennstoffzellen heute schon technisch leisten können. Wir müssen jetzt mit der Marktvorbereitung beginnen und dürfen keine Zeit mehr verlieren, zu überlegen, wie wir das bewerkstelligen wollen. Die Veranstaltung soll Vorschläge unterbreiten und Empfehlungen formulieren, wie Zweifler überzeugt und Unwissende informiert werden können und wie das Wasserstoff- und Brennstoffzellenthema aus seiner Expertenecke den Weg in die Gesellschaft und zum Kunden findet."

VERSCHIEDENE SICHTWEISEN Während der Veranstaltung wurden zusammen mit den Regierungsvertretern Lösungsstrategien diskutiert und Maßnahmenkataloge definiert, die eine Markteinführung beschleunigen könnten. Nach neun Jahren des Bestehens der IPHE sollten aber auch Zwischenergebnisse präsentiert und die Weichen für die zukünftige IPHE-Arbeit gestellt werden. So wurden in zahlreichen Vorträgen und drei Panel-Diskussionen geeignete Maßnahmen

und Instrumente erörtert, die den Schritt auf den Markt erleichtern könnten. Insbesondere die Wirtschaftsvertreter brachten in ihren Präsentationen klar zum Ausdruck, welche Fortschritte in den letzten Jahren erzielt wurden und welche konkreten Pläne sie in der Schublade haben.

Die Automobilindustrie, vertreten durch Daimler, GM, Hyundai, SAIC und Toyota, verdeutlichte die globalen Marktperspektiven und zeigte mögliche Markteinführungsszenarien für den Verkehrssektor auf. Zusammen mit Gaseherstellern und Energieversorgern diskutierten die Autobauer darüber, welche Herausforderungen mit der Herstellung, Distribution und dem Aufbau der Tankstelleninfrastruktur verbunden sind. Gleichzeitig unterstrichen sie die enorme Bedeutung von Demonstrationsprogrammen zur Unterstützung des Infrastrukturaufbaus. Brennstoffzellenhersteller wie SOFC Power, Panasonic und UTC Power als Lieferanten von Schlüsselkomponenten brachten ebenfalls ihre Sichtweise in die Debatte mit ein und legten dar, welche Bedeutung Brennstoffzellen in der zukünftigen Energieversorgung spielen und wie einheitliche globale Normen die Markteinführung von Wasserstoff und Brennstoffzellen weiter voranbringen können. Darüber hinaus wiesen sie auf das große Potenzial hin, mit H2BZ-Technologien weltweit neue Arbeitsplätze zu schaffen.

Über die Erfahrungen und Erkenntnisse aus der Anwenderpraxis in verschiedenen Ländern sprachen die Vertreter unterschiedlicher Demonstrationsprogramme wie zum Beispiel die California Fuel Cell Partnership (CaFCP) und Callux. Die Vertreter aus nationalen und internationalen Forschungseinrichtungen machten deutlich, dass die Perspektive der Anwender und deren Anforderungen an die Produkte ein wesentlicher Aspekt für den Markterfolg sind.

Im Verlauf der Veranstaltung wurde klar, dass die Industrieunternehmen bereit sind, die erforderlichen Investitionen für die Entwicklung marktfähiger Produkte sowie den Aufbau

der Infrastruktur zu leisten. Allerdings wiesen sie während der Debatten mehr als einmal darauf hin, dass es dazu solider und verlässlicher gesetzlicher Rahmenbedingungen bedarf, um das wirtschaftliche Risiko kalkulierbar zu machen. Die Teilnehmer waren sich einig, dass die Kostenlücke zwischen Markteinführung und Markthochlauf finanziert werden und die Risiken zwischen Industrie und Politik geteilt werden müssten. Dies gilt auch für die notwendigen Erstinvestitionen in den Aufbau der Wasserstoffinfrastruktur.

ERNEUERBARE ENERGIEN UND WASSERSTOFF Eine eindeutige Botschaft der Veranstaltung war, dass die Nutzung von Wasserstoff zur Speicherung erneuerbarer Energien weiter intensiviert werden sollte. Mit der zunehmenden Energiegewinnung aus erneuerbaren, fluktuierenden Energien wie der Windenergie wird die Speicherung in Überschusszeiten immer wichtiger. Die Erzeugung von Wasserstoff mittels Elektrolyse bietet hier eine erfolgversprechende Option. Da sich Wasserstoff zudem auch mit Hilfe bereits vorhandener Technologien gut transportieren lässt – auch in einem Erdgasnetz –, kann die H₂-Erzeugung auch dort erfolgen, wo überschüssige Energie verfügbar ist. Wasserstoff kann daher wesentlich dazu beitragen die Stromnetze zu entlasten, vor allem bei erfolgreicher Anbindung von Offshore- oder Solar-Parks an die großen Übertragungskorridore.

Erste Unternehmen entwickeln mit solchen Wind-Wasserstoff-Systemen bereits neue Geschäftsmodelle. Seit Herbst 2011 ist beispielsweise das weltweit erste Wind-Wasserstoff-Kraftwerk in Betrieb (s. S. 10). Wasserstoff als Speichermedium eröffnet somit viele neue Möglichkeiten, um mehr Dezentralität und größere Autarkie in der Energieversorgung zu erreichen. Dies eröffnet auch ländlichen Regionen, beispielsweise in Schwellen- und Entwicklungsländern ohne bestehende Energienetze, neue klimafreundliche Versorgungsoptionen.

WEICHENSTELLUNG FÜR DEN MARKT In den letzten zehn Jahren erlebten alle Bereiche der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie eine rasche Innovationsfolge und kontinuierlich technische Fortschritte. Dies gilt auch für die Entwicklung gesetzlicher Bestimmungen und Regelungen. Die erfolgreiche Demonstration von Wasserstoffbussen und-autos hat bewiesen, dass Wasserstofffahrzeuge die Leistungs-, Sicherheits- und Zuverlässigkeitsanforderungen sowie die Erwartungen der Kunden und der Öffentlichkeit erfüllen können. Während die technische Marktfähigkeit etlicher Produkte nachgewiesen ist, steht jetzt die Vorbereitung der ökonomischen Marktfähigkeit an, so ein Fazit der Konferenz.

Beispielsweise sind sinkende Preise nur über größere Stückzahlen erzielbar. Hierfür wäre eine vorausschauende Planung sowie eine schrittweise Auslieferung von Fahrzeugen beim gleichzeitigen Aufbau einer bedarfsgerechten Infrastruktur erforderlich. Um jedoch entsprechende Märkte für H2BZ-Anwendungen etablieren zu können, sind zunächst ein entschlossener politischer Wille, die konzertierte Aktion aller Beteiligten sowie substantielle private und öffentliche Investitionen in großer Höhe über einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten erforderlich. Ist dies erreicht, könnten H2BZ-Anwendungen zur Erreichung der Klimaziele sowie zu einer sicheren Energieversorgung nachhaltig beitragen. Es gibt allerdings noch immer große Risiken, die es zuvor zu minimieren gilt. Dies betrifft sowohl die notwendigen Produktions- und Distributionskapazitäten für Wasserstoff, die zunächst aufgebaut werden müssen, als auch marktfähige Produkte sowie eine entsprechende Infrastruktur. Hierbei

kann eine enge internationale Zusammenarbeit die Findung potentieller Lösungen und Antworten erleichtern.

IPHE FÖRDERT GLOBALE KOOPERATIONEN Die International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy wurde 2003 ins Leben gerufen. Die beteiligten Länder kündigten mit der Unterzeichnung der Gründungsurkunde an, die Entwicklung und Markteinführung der Wasserstoffenergie-Technologien unter Berücksichtigung der Themen Energiesicherheit, Wettbewerb, Umweltschutz und weltweites Klima zu beschleunigen. Die IPHE besteht aus Regierungsmitgliedern von derzeit 17 Ländern - Australien, Brasilien, China, Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Island, Indien, Italien, Japan, Kanada, Neuseeland, Norwegen, Russische Föderation, Südafrika, Südkorea, Vereinigte Staaten von Amerika – und der Europäischen Kommission und dient als Forum zum Informations- und Erfahrungsaustausch mit dem Ziel, die Integration von Wasserstoffund Brennstoffzellentechnologien in der Wirtschaft zu beschleunigen. Deutschland hat derzeit den Vorsitz dieses internationalen Gremiums für vier Jahre inne. Vertreten wird die Bundesrepublik durch das BMVBS und die NOW.

Die IPHE ist in multinationale Forschungs- und Entwicklungs- sowie Demonstrationsprogramme eingebunden, die die Einführung der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Technologien voranbringen. Zu Beginn lag der Schwerpunkt ihrer Aktivitäten vorwiegend im Bereich Forschung und Entwicklung. Mittlerweile hat sie ihren Wirkungsbereich jedoch auf die Kommerzialisierung und die Schaffung geeigneter politischer Rahmenbedingungen ausgeweitet. Die IPHE versteht sich als "lernende Organisation", die offen für neue Ideen ist und auf Veränderungen, aktuelle Themen und Herausforderungen reagieren kann. Sie trägt dazu bei, die Kompetenzen der Partner zu bündeln. Darüber hinaus ergänzt die IPHE mit ihrer Arbeit die Bemühungen anderer internationaler Institutionen wie beispielsweise der Internationalen Energieagentur (IAE).

Seit Gründung ist die IPHE bemüht, internationale Kooperationen zu erleichtern sowie Zusammenkünfte unter Forschern und Entwicklern mit Regierungsstellen zu fördern. Sie hat sich zudem zum Ziel gesetzt, an der Schaffung einheitlicher Bestimmungen und Normen mitzuwirken sowie gemeinsame, zukunftsfähige Strategien für die Kommerzialisierung zu erarbeiten. Darüber hinaus informiert sie sowohl Interessengruppen als auch die breite Öffentlichkeit über die Chancen und Herausforderungen bei der Einführung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie. Durch die Arbeit der IPHE ist es gelungen, in fast allen Partnerländern Roadmaps beziehungsweise nationale Strategien für die H2BZ-Entwicklung aufzustellen. Die IPHE hat rund 30 internationale, gemeinschaftlich Projekte unterstützt, die ein breites Spektrum an relevanten Themen abdecken. Darüber hinaus hat die IPHE im Rahmen eigener Workshops bereits mehr als 500 Experten aus über 25 Nationen zusammengebracht. ||

→ www.iphe.net



Autorin:

Nilgün Parker, BMVBS, Berlin Vorsitzende IPHE



Abb. 1: Präsentation des Ergebnisberichts 2011 (v.l.): K. Bonhoff, H. K. Voigstberger, H. Fiedler, R. Bomba, M. Boddenberg, B. Egert

Thema: Elektromobilität | Autor: Sven Geitmann |

MODELLREGIONEN WERDEN ZU SCHAUFENSTERN

Ergebniskonferenz in Berlin

Von den acht Modellregionen Elektromobilität soll es fast nahtlos übergehen zu voraussichtlich fünf Schaufenstern Elektromobilität in Deutschland. Um diesen Übergang von einem Förderprogramm zum nächsten zu erleichtern, wurde die Veranstaltung am 29. und 30. November 2011, die zum Ende des zweijährigen Projekts Modellregionen Elektromobilität in Berlin stattfand, kurzerhand von "Abschlusskonferenz" in "Ergebniskonferenz" umbenannt. Es soll also weitergehen mit dem Thema Elektromobilität, auch wenn sich einige Verantwortliche noch nicht eingestehen wollen, dass der bisherige E-Hype bereits an Schwung verliert.

Schätzungsweise 200 Teilnehmer aus den verschiedenen Modellregionen, darunter etliche Vertreter der Landespolitik, waren der Einladung des Bundesverkehrsministeriums gefolgt, um im Hotel *Berlin, Berlin* über die erlangten Ergebnisse zu berichten beziehungsweise von diesen zu erfahren. Dabei standen wieder einmal – wie schon bei der NOW-Vollversammlung (s. S. 8) – Rainer Bomba und Dr. Klaus Bonhoff im Mittelpunkt des Geschehens und berichteten aus Sicht des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) beziehungsweise aus Sicht der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) über das Erreichte.

8 AUS 130 BEWERBUNGEN Kurz zur Erinnerung: Im Jahr 2008 war im Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität eine Strategie entwickelt worden, in deren Rahmen zunächst technologieoffen überregionale Projekte zur Forschung und Entwicklung von E-Fahrzeugen gefördert wurden. Anschließend wurden insgesamt acht Regionen aus über 130 Bewerbungen ausgewählt, um dort den Markthochlauf optimal vorzubereiten. Diese acht Modellregionen wurden innerhalb der vergangenen zwei Jahre aus-

führlich der Reihe nach in der HZwei vorgestellt. Mit dem Jahresende 2011 fand diese Phase der Technologie- und Marktvorbereitung ihren Abschluss.

Allein von den Zahlen her sind die Ergebnisse dieses Förderprojekts beachtlich: 8 Modellregionen mit 220 Einzelprojekten, in die 130 Mio. Euro aus dem Konjunkturpaket II investiert wurde. Heraus kamen 881 Pkw, 243 Nfz, 59 Busse, über 1.200 Zweiräder, fast 1.100 installierte Ladesäulen und mehr als 2,2 Mio. Fahrkilometer. Insbesondere unter Berücksichtigung dessen, dass dieses Programm erst 2010 startete, muss festgehalten werden, dass in relativ kurzer Zeit bemerkenswert viele Elektrofahrzeuge und eine erste Infrastruktur auf die Straße gebracht worden sind. Entsprechend selbstzufrieden zeigten sich die Verantwortlichen in Berlin. Bonhoff war jedoch auch selbstkritisch: "Wir haben auch erkannt, dass Batterien nicht die Welt retten." Gleichzeitig lautete das Fazit des NOW-Geschäftsführers jedoch: "Ziel erreicht." [...] "Der schrittweise Umbau des Verkehrssektors hat damit begonnen."

Zu den Zielen gehörte beispielsweise, in verschiedenen Regionen parallel durchaus ähnliche Technologien zu testen, weil mit den vermeintlich gleichen Ansätzen bei verschiedenen lokalen Voraussetzungen ganz unterschiedliche Erfahrungen gemacht wurden. Überraschend war die Erkenntnis, dass die Nachfrage in ländlichen Regionen unerwartet hoch ist. Elektrofahrzeuge sind somit nicht nur als Stadtflitzer geeignet, sondern auch als Pendlerfahrzeug. Bomba berichtete zudem: "Wir merken jetzt schon, dass gar nicht an jeder Ecke eine Ladesäule stehen muss, da das Verhalten anders ist als zunächst erwartet." Ein weiteres Ergebnis war, dass insbesondere die gewerbliche Nutzung schon heute interessant ist. Der Betrieb in Flotten sowie beim Carsharing soll daher zukünftig forciert werden. Als konkretes Beispiel aus der Gewerbenutzung erzählte Michael Boddenberg, Hessischer Minister für Bundesangelegenheiten: "Uns berichtete

UPS, dass die Fahrer ihre Routen nicht schaffen, weil sie so oft angesprochen werden. Es ist also eine ungeheure Neugier in der Bevölkerung vorhanden."

FÜNF SCHAUFENSTER Klaus Bonhoff konstatierte hinsichtlich der aktuellen Lage: "Batterieelektrische Mobilität ist heute so nicht im Markt vorhanden." Um hier Abhilfe zu schaffen, soll 2012 der Markthochlauf in Angriff genommen werden. Die Bundesregierung stellt dafür neuerlich 180 Mio. Euro über drei Jahre bereit (BMWi und BMVBS: je 67 Mio. €, BMU: 25 Mio. €, BMBF: 20 Mio.). Bundesverkehrsminister Dr. Peter Ramsauer hatte dazu bereits im Vorfeld der Veranstaltung erklärt: "Das System Elektromobilität soll für potenzielle Nutzer und die breite Öffentlichkeit in Deutschland erfahrbar gemacht werden. Die Schaufenster sind gleichzeitig Erprobungsraum und Werkstatt, um offene Fragestellungen (z.B. zu Kundenerwartungen oder Anforderungen an die Infrastruktur) zu beantworten." Staatssekretär Rainer Bomba ergänzte während der Ergebniskonferenz: "Wir wollen mit qualitativ guten Produkten auf den Markt kommen, wir wollen aber keine Schnellschüsse." Als Begründung, warum sich die Regierung jetzt nochmals mit einem Millionenbetrag in diesem Technologiefeld engagiere, sagte er: "Elektromobilität wird kommen. Das Thema ist kein kurzfristiger Trend. Wir sind aber noch ziemlich am Anfang und müssen noch viel tun." Einig waren sich Bomba und Bonhoff darin, dass die Elektromobilität zukünftig "nicht mehr partiell, sondern in Kombination mit den Themen Bauen und urbanes Wohnen gesehen werden muss, als Teil des gesellschaftlichen Lebens."

Deswegen ist die Etablierung von drei bis fünf Schaufenstern Elektromobilität (Bomba: "Eher fünf.") geplant, wie es die Nationale Plattform Elektromobilität in ihrem zweiten Bericht vom 16. Mai 2011 empfohlen hatte. Der Startschuss mit der Bekanntgabe der Förderrichtlinien war bereits am 12. Oktober 2011 gefallen, am 16. Januar 2012 lief die Bewerbungsfrist ab. Bomba sagte dazu während der Ergebniskonferenz: "Wir erwarten mindestens 30 Bewerbungen für die Schaufenster, olympiareife Bewerbungen." Bereits im Vorfeld hatten sich dafür die in Frage kommenden Regionen in Stellung gebracht. So verkündete Harry K. Voigtsberger, Wirtschaftsminister von Nordrhein-Westfalen: "NRW will sich mit 250.000 Fahrzeugen an den 1 Mio. Elektrofahrzeugen bis 2020 beteiligen." Auch Staatssekretär Hartmut Fiedler vom sächsischen Wirtschaftsministerium beteuerte: "Wir sind fest entschlossen, als Freistaat Sachsen auf dem Zukunftsmarkt der neuen Mobilität in Deutschland eine führende Stellung einzunehmen." Kurz zuvor hatte das sächsische Kabinett beschlossen, von 2012 bis 2015 insgesamt 15 Mio. Euro aus der Landeskasse bereitstellen zu wollen. In ähnlicher Form hatte der Hamburger Senat im November 2011 erklärt, dass 10,4 Mio. Euro bereitgestellt würden. Bomba räumte zwar ein, dass es durchaus eine Rolle spiele, was die Länder mit in dieses neue Fördervorhaben einbringen, wie hoch also die Mitgift ist, noch wichtiger sei aber die Story: "Jetzt muss etwas Besonderes kommen, das Hand und Fuß hat."

Neue Chancen rechnet sich dieses Mal die Region Hannover-Braunschweig-Göttingen-Wolfsburg aus. Dr. Rudolf Krebs, der Leiter für Elektro-Traktion bei Volkswagen, sagte hierzu: "Das Schaufenster Niedersachsen bietet die ideale Plattform für die Markteinführung und den Markthochlauf von Elektrofahrzeugen." Krebs berichtete weiterhin: "In den Werken Braunschweig und Kassel werden derzeit die Kernkompetenzen zur Produktion von Elektromotoren und der Batterietechnologie mit der dazu-



Abb. 2: Zum Konferenzauftakt fuhr ein langer E-Mobil-Konvoi quer durch Berlin

gehörigen Leistungselektronik aufgebaut." Bisher hatte VW konkrete Erfahrungen mit 80 *Golf Blue-e-Motion* in Berlin, Hannover und Wolfsburg gesammelt. 2012 will Volkswagen diesen Flottentest auf die internationale Ebene heben. 2013 soll dann zunächst der *e-up!* und kurze Zeit später der Golf Blue-e-Motion in Serie gehen.

Aber auch die Regionen, die im März 2012 nicht als Schaufenster ausgewählt werden, sollen die bis dato angeschafften Fahrzeuge inklusive der Infrastruktur weiterhin nutzten können. Für diese Weiterführung stellte das BMVBS nochmals 113 Mio. Euro bereit. "Insgesamt", so hieß es vom BMVBS, "soll die Forschung und Entwicklung für Elektromobilität nach Auslaufen des Konjunkturpakets II mit einer weiteren Milliarde Euro bis Ende 2013 gefördert werden."

AUSBLICK Natürlich kam auch wieder die Frage nach einer Kaufprämie auf. Diesbezüglich hielt Bomba an der bisherigen Linie fest, technologieoffen die Entwicklung innovativer Technologie fördern zu wollen. Er gab aber erstmals zu verstehen, dass zu gegebener Zeit auch über Zuschüsse beim Kauf von Elektroautos nachgedacht werde. Aktuell mache eine Kaufprämie aber keinen Sinn, denn, so Bomba: "Wenn ich mich so umschaue, kann ich momentan definitiv kein deutsches Auto kaufen." Sein Chef, Verkehrsminister Dr. Peter Ramsauer, betonte indessen: "Das Ziel bleibt unverändert – 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf deutschen Straßen. Mindestens die Hälfte hiervon sollte auf diesem Zukunftsmarkt aus deutscher Produktion stammen." 2030 sollen es dann sechs Mio. E-Fahrzeuge sein.

Auf die Nachfrage der HZwei-Redaktion, ob die Regierung auf ein abnehmendes Interesse am Thema Elektromobilität vorbereitet sei, sagte der BMVBS-Staatssekretär: "Wir erwarten den Rückgang dieses Hypes nicht. Wenn er am Horizont zu sehen wäre, würden wir uns mit aller Kraft dagegen stellen." [...] "Wir werden keinen Millimeter weichen." Er sah aber auch ein, dass "die E-Mobilität nicht von heute auf morgen kommen wird." Voigtsberger hingegen zeigte sich trotz erster Meldungen über das Ende des E-Mobilitäts-Hypes optimistisch: "Wir werden in Kürze erste Fahrzeuge haben und dann wird es hier richtig losgehen." Als Zielvorgabe gab Boddenberg aus, "möglichst viele Leute mit diesem Virus zu infizieren, der einen befällt, sobald man in einem Elektroauto sitzt. Das ist ein tolles Erlebnis." ||

Thema: Elektromobilität | Autor: Sven Geitmann |

BATTERIE VS. BRENNSTOFFZELLE

Erfahrungsberichte mit F-Cell B-Klasse und Mini E





Geht es um den Markteinstieg von Brennstoffzellen, wird meist als erstes auf die Mobilitätsbranche geschaut, obwohl hier die technischen Anforderungen und wirtschaftlichen Hemmnisse am höchsten sind. Wahrscheinlich liegt das besondere Interesse an der speziellen Faszination, die Autos insbesondere auf Deutsche ausüben. Auch Elektrofahrzeuge sind stark emotional behaftet. Aber wie weit ist diese Technologie wirklich? Um dies herauszubekommen, hat Sven Geitmann zwei Fahrzeuge getestet und versucht einen Vergleich, auch wenn sie gar nicht zu vergleichen sind.

DIE F-CELL B-KLASSE VON DAIMLER Erst vor kurzem sind drei Modelle dieser B-Klasse einmal um den Globus gefahren. Dementsprechend heißt es aus dem Hause Daimler: "Die Technik ist fertig." Aber stimmt das wirklich? Ist die BZ-Technik in diesem Fahrzeug tatsächlich reif für den Alltag, oder ist das nur ein Marketingspruch? Um dies selbst zu testen, fragte ich bei der NOW nach und bekam freundlicherweise ein Fahrzeug aus deren Fuhrpark für fünf Tage zur Verfügung gestellt.

Die Fahrzeugübergabe Anfang Dezember klappt reibungslos. Ich begebe mich zur NOW-Geschäftsstelle in die Fasanenstraße nach Berlin und bekomme dort den Schlüssel ausgehändigt. Das Auto steht auf dem Parkplatz hinter dem Bürogebäude bereit, so dass ich ohne langwierige technische Einweisung gleich losfahren kann.

SPANNENDE PROBEFAHRT Auf meinem Terminplan steht als Erstes eine Fahrt nach Prenzlau, über 100 km nördlich von der Bundeshauptstadt, wo ein Treffen der Fördergesellschaft Erneuerbare Energien stattfinden soll. Da der Tank nur halb voll ist, fahre ich sicherheitshalber zunächst in die Heerstraße nach Spandau, obwohl ja eigentlich bei einer angegebenen Reichweite von fast 400 km keine Komplikationen auftreten dürften. An der dortigen H₂-Station funktioniert alles einwandfrei. Das Prozedere, um nach dem Einstecken der Tankkarte die richtige Zapfsäule und den passenden Betankungsdruck auszuwählen, ist zwar neu, es erklärt sich aber alles von selbst. Das An- und Abkuppeln der Zapfpistole klappt ohne Probleme. Als Testfahrer muss ich noch nicht einmal bezahlen. Der Sprit wird über die Karte automatisch abgerechnet. Die einzige Überraschung ist, dass der ausgewiesene Preis an der Zapfsäule, der schon subventioniert ist, nicht mehr bei 8 Euro pro Kilogramm Wasserstoff liegt, sondern inzwischen 9,50 Euro beträgt.

Frohen Mutes fahre ich anschließend auf die Stadtautobahn in Richtung Uckermark. Vorsichtshalber vermeide ich DER MINI E VON BMW Bis vor wenigen Monaten fuhren noch 50 Mini-E-Modelle quer durch Berlin, jeweils 40 durch München und London und 450 durch New Jersey. Offiziell ist dieser Feldtest längst zu Ende. BMW arbeitet mittlerweile an den Nachfolgern *i3* und *i8*, aber um selbst mal die Alltagstauglichkeit von Elektrofahrzeugen testen zu können, fragte ich direkt bei BMW nach, ob denn noch ein Exemplar für Erprobungszwecke zu bekommen sei. Zunächst war es schwierig, weil die Testautos nur tageweise in München ausgehändigt werden, aber dann zeigten sich die Bayern doch bereit, mir für vier Tage einen Mini E überlassen zu können.

Alles Weitere geht dann wie am Schnürchen. Der Kleinwagen wird mir frei Haus per Lastwagen direkt von München aus vor die Tür gestellt. Der Lkw-Fahrer drückt mir einfach nur den "Schlüssel" in die Hand, so dass ich plötzlich ohne jegliche Einweisung mit einem Elektro-Mini im Garten dastehe. Passenderweise hatte ich kurz zuvor einen auf Flüssiggas (= Autogas = LPG) umgerüsteten Mini Cooper erworben, so dass ich nun – zumindest für vier Tage – stolzer Besitzer von zwei Minis bin.

SPRITZIG UND SCHWER Eine erste Überraschung offenbart sich beim Blick ins Fahrzeuginnere: Die Rückbank fehlt komplett. Direkt hinter den Vordersitzen beginnt das Gehäuse für die 5.088 Batteriezellen (35 kWh), das auch im Kofferraum nur einen minimalen Freiraum für das Ladekabel lässt. Gepäck oder Einkaufstaschen finden somit nur auf dem Beifahrersitz Platz. Sitzt dort schon jemand, wird es eng. Gleich die erste Kurzstreckenfahrt zeigt die Grenzen dieses Konzepts auf: Ich will Sohn und Tochter vom Kindergarten abholen und muss – ausnahmsweise – beide gemeinsam auf dem Beifahrersitz platzieren.

Die gute Nachricht ist dafür, dass die große und schwere Lithium-Ionen-Batterie dem Mini E ein äußerst ansprechendes Beschleunigungsverhalten verleiht. Sowohl aus dem

32

energieintensive Beschleunigungsversuche, schließlich bin ich noch unsicher, wie weit ich bei kühlen 5 °C tatsächlich mit einer Tankfüllung komme. Und liegen bleiben möchte ich nicht, weil mangels eines 700-bar-Reservekannisters dann eine Abschleppung notwendig würde.

Die Kombilimousine fährt sich gut, luxuriöse Ausstattung, hohe Sitzposition, angenehmes Ambiente. Vom Elektromotor höre ich nur ein moderates Summen. Da noch keine Winterreifen aufgezogen wurden, sind auch die Abrollgeräusche nur dezent zu hören, es überwiegen die Windgeräusche. Insgesamt eine recht ruhige Fahrt gen Norden. Trotz des sehr moderaten Tempos von durchschnittlich nur 90 Stundenkilometern bewegt sich die Nadel der Füllstandsanzeige relativ zügig in die Mitte. Als ich in Dauerthal bei der Enertrag-Zentrale ankomme, ist nur noch etwas mehr als die Hälfte des Kraftstoffs da. Für den Rückweg suche ich mir eine etwas kürzere Strecke aus. Ich fahre jetzt mit mehreren elektrischen Verbrauchern (Abblendlicht, Scheibenwischer, Heizung) und verzichte auf eine schnellere Fahrt, denn bereits vor der Ortsgrenze Berlins fängt die Reserveanzeige an zu leuchten. Ich bin froh, dass ich nach insgesamt 282 km ohne Probleme bis zur Tankstelle am Sachsendamm komme.

Hier benötige ich drei Versuche, bis es mit der Befüllung klappt, weil ich die Zapfpistole zu früh angekuppelt habe. Zwischenzeitlich stoppt dann mal der Befüllvorgang, damit auf den nächstgrößeren Kompressor umgeschaltet werden kann. Das irritiert zu Anfang, aber nach wenigen Minuten ist die Betankung mit 2,92 kg $\rm H_2$ (27,84 Euro; entspricht 1,03 kg $\rm H_2$ auf 100 km) abgeschlossen. Als ich anschließend etwas forscher zurück nach Hause fahre, kann ich quasi zusehen, wie die Tanknadel sinkt. Dafür bekomme ich den Zwei-Tonner immerhin bis auf 160 Stundenkilometer beschleunigt.

START EINES BRENNSTOFFZELLENAUTOS Am nächsten Morgen chauffiere ich meinen Nachwuchs mit dem silbergrünen Brennstoffzellenauto in den Kindergarten. Meine Tochter erzählt es sofort allen weiter: "Da kommt nur Wasser raus, kein stinkendes Abgas." Als ich nach weiteren 145,3 km wieder tanken fahre, zeigt die Zapfsäule 1,81 kg H₂ für 17,20 Euro. Obwohl der 3,7 kg fassende Gastank anschließend noch nicht mal ganz voll ist, entspricht dies einem Verbrauch von immerhin 1,25 kg H₂ auf 100 km. Der Durchschnittsverbrauch auf

Stillstand als auch bei höheren Geschwindigkeiten zieht der E-Motor mit seiner Leistung von 150 kW gut an, auch noch bei über 100 Stundenkilometern. Trotz dieser Spritzigkeit ist das beträchtliche Gewicht des Stromspeichers (Batterie: 260 kg, Fahrzeug: 1.465 kg) am Fahrverhalten und an der harten Federung zu spüren.

Die Aufladung erscheint zunächst bei der Lektüre der Bedienungsanleitung etwas kompliziert, was sich glücklicherweise als Fehleinschätzung herausstellt: Ist doch ganz einfach. Je nach Stromquelle muss man zunächst vor dem Ladevorgang die passende Stromstärke auswählen. Dafür muss über eine Menuführung im Cockpit die korrekte Amperezahl eingestellt werden, damit die Elektronik nicht überlastet wird. Ist dies erfolgt, kann das Ladekabel angeschlossen werden. Da die Leitung auch zur Schnellbeladung geeignet ist, verfügt sie über einen entsprechend großen Querschnitt, ist somit relativ schwer und etwas sperrig. Wurden beide Seiten des Kabels eingestöpselt, beginnt automatisch der Ladevorgang. Signalisiert wird dies durch eine blinkende Lampe über der Ladekontrollanzeige am Cockpit. Diese erlischt, sobald der Ladevorgang beendet ist. Angezeigt wird dann eine maximale Reichweite von 150 km.

Voller Tatendrang und Vorfreude chauffiere ich meine Frau am Tag 2 abends nach Berlin. 120 km hin und zurück sollten mit einer Batterieladung zu schaffen sein. Als wir uns auf die Autobahn begeben, stellen wir jedoch schnell fest, dass die Angabe der Restreichweite schneller als erwartet dahinschmilzt. Sicherheitshalber fahre ich daher nur moderate 90 km/h und schalte besser auch die Heizung aus. Als wir schon etwas verkrampft endlich von der Autobahn runterfahren, scheint bereits die Hälfte des gespeicherten Stroms verbraucht zu sein. Die stockende Fahrt ins Stadtzentrum mit Bremsen und Beschleunigen lässt die Reichweitenangabe aber wieder ansteigen, so dass wir am Ziel angekommen laut Bordcomputer noch ausreichend Energie für 85 km haben. Erleichterung macht sich breit. Meine Frau friert zwar, aber zumindest kommen wir wieder ohne Zwischenladung zurück.

In der Tat läuft auf dem Rückweg alles gut, so dass wir sogar die Heizung leicht aufdrehen können.

START EINES BATTERIEAUTOS Faszinierend ist, wie leise der Startvorgang abläuft. Kein Brummen, kein Klicken. Man legt

BESTELL-FORMULAR

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

Das Abonnement gilt für 1 Jahr und kostet 27,50 Euro inkl. MwSt. zzgl. 6,50 Euro Versand innerhalb Deutschlands.

Diese Bestellung kann innerhalb von 10 Tagen schriftlich beim Verlag widerrufen werden. Zur Fristwahrung genügt die Rückmeldung innerhalb dieser 10 Tage.

Ich habe von meinem Rücktrittsrecht Kenntnis genommen und bestätige dies mit meiner 2. Unterschrift.

Firma/Name	Vorname
Straße	
PLZ, Ort	
Ort, Datum	1. Unterschrift

Ort, Datum 2. Unterschrift

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

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



Abb. 2: Cockpit mit BZ-Status- (li.) und Leistungsanzeige

der F-Cell World Tour lag bei 1,2 kg H₂. Ich widme mich daraufhin nochmals dem Testwagen in aller Ruhe:

Wenn beim Startvorgang die Zündung eingeschaltet wird, klicken einige Ventile, es summt ein bisschen und die Brennstoffzelle fährt hoch. Wird das Bremspedal losgelassen, rollt die B-Klasse sofort langsam los, da der Motor immer unter Spannung steht, also stets in Fahrbereitschaft ist. Er ist somit augenblicklich betriebsbereit. Hat der Wagen über Nacht in der Kälte gestanden, verweilt die BZ-Betriebsanzeige (s. Abb. 2, ganz links) zwar zunächst für mehrere Sekunden in der unteren Hälfte, aber nach längstens einer Minute schwenkt der Zeiger rasch zur Maximalposition, was sich auch durch deutlich mehr Schub bemerkbar macht. Ist die Brennstoffzelle noch einigermaßen auf Temperatur, beispielsweise nach einem Einkaufsstopp, steht die volle Leistung bereits innerhalb von wenigen Sekunden zur Verfügung.

Die Mercedes-Benz B-Klasse F-Cell ist neben der normalen 12-V-Batterie für das Bordnetz und der Brennstoffzelle zusätzlich mit einer Lithium-Ionen Batterie ausgerüstet. Letztere dient für den Fahrbetrieb im klassischen Hybridmodus: Bei niedrigen Geschwindigkeiten (z. B. beim Rangieren) erfolgt die Energieversorgung rein batterie-elektrisch, beim Beschleunigen schaltet automatisch die Brennstoffzelle zu. Zudem wird beim Abbremsen Energie zurückgewonnen und in die Batterie eingespeist. Über die Menuführung im Cockpit kann der Ladezustand der Lithium-Ionen-Batterie angezeigt werden. Dieser schwankt typischerweise um einen Wert zwischen 50 und 60 %.

FAZIT Die F-Cell B-Klasse ist ein vollwertiges Auto für fünf Personen und verfügt über einen normal großen Kofferraum, da der H₂-Tank unterflur installiert ist. Mit einer Leistung von 77 kW ist der Wagen flott unterwegs, aber wegen des hohen Gesamtgewichts nicht sonderlich spritzig. Er reagiert in gewohnter Manier aufs "Gaspedal" und fährt sich wie ein Automatikauto, nur deutlich leiser. In der Stadt kommt häufig die Rekuperation (Bremsenergierückgewinnung) zum Einsatz, so dass der Verbrauch moderat ist. Auf der Autobahn hingegen bewegt sich die Nadel der Füllstandsanzeige relativ schnell in Richtung Reserve, überraschend schnell sogar. Ich hatte eine deutlich höhere Reichweite erwartet. Rein theoretisch wäre mit dem 3,7 kg H₂ fassenden Tank zwar eine Reichweite von 300 bis 370 km möglich. Realistisch ist aber wohl eine Fahrstrecke von unter 300 km, weil jeder normale Fahrer umgehend eine Tankstelle ansteuern wird, sobald die Reservelampe leuchtet. Insbesondere bei der momentan noch sehr übersichtlichen Infrastruktur wird bei jeder Tour vor Fahrtantritt sorgfältig abgewogen, ob nicht doch besser zunächst die Zapfsäule angesteuert werden sollte. Bis 2014/2015 muss der Verbrauch also noch weiter runter- beziehungsweise die Speicherkapazität hochgeschraubt werden.

Meinen Sohn kümmern solche Überlegungen nicht. Er ist einfach nur traurig, dass er nicht länger mit dem Brennstoffzellenauto fahren kann: "Der war echt cool." ||



Abb. 2: Tachometer mit Leistungsanzeige

einfach den "Zündschlüssel" in die dafür vorgesehene Vertiefung und drückt auf den Startknopf, schon ist das Fahrzeug aktiviert. Legt man den Vorwärts- oder Rückwartsgang ein und lässt die Bremse los, passiert zunächst nichts. Erst bei vorsichtiger Betätigung des Gaspedals bewegt sich das Auto absolut leise vor- beziehungsweise rückwärts. Ein tolles Gefühl. Wird dann etwas stärker beschleunigt, surrt der E-Motor wie bei einer S-Bahn. Bei schnellerer Fahrt sind die Rollgeräusche deutlich zu hören, schließlich hat der Mini E auch schon Winterreifen mit gröberem Profil drauf.

Auf der Autobahn ist bei 135 Stundenkilometern Schluss. Es leuchtet dann eine Kontrolllampe: "Volle Motorleistung nicht mehr verfügbar", weil die Batterie überlastet ist. Auch bei plötzlicher starker Beschleunigung auf der Landstraße (Kick-down) kann es passieren, dass die Lampe kurz aufleuchtet, dann aber sofort wieder erlischt, sobald ich den Fuß vom Pedal nehme.

Die Bremsen habe ich bei den Testfahrten kaum betätigt. Der relativ starke Elektromotor verzögert bei umgekehrter Wirkrichtung so stark, dass bei etwas vorausschauender Fahrweise Beschleunigen und Bremsen allein über das "Gaspedal" vorgenommen werden kann. Damit trotzdem der nachfolgende Verkehr gewarnt wird, gehen beim Loslassen des Pedals vorsorglich die Bremslichter an.

FAZIT Das Ergebnis des Praxistests ist zweigeteilt: Während das hier angewandte Installationskonzept völlig inakzeptabel ist (BMW: "Der Mini E ist im Moment noch ein Experiment."), macht das Fahren mit diesem leistungsstarken E-Auto durchaus Spaß. Die Einschränkungen bei der Reichweite waren von vornherein klar. Die tatsächliche zurücklegbare Distanz hängt jedoch stark von der eigenen Fahrweise und der Außentemperatur ab. Auf der Autobahn zieht der Elektromotor vergleichsweise viel Strom, so dass die Reichweitenangabe schneller sinkt, als die Zahl der zurückgelegten Kilometer steigt. Innerorts kann es hingegen passieren, dass die Reichweitenanzeige zulegt, wenn beispielsweise durch die Rekuperation Energie zurückgewonnen wird oder sich der Akkumulator infolge eines längeren Halts etwas regeneriert. Entspanntes Fahren ist allerdings nur möglich, wenn man weiß, wo man langfährt und aufladen kann. Bei einer immer gleichen Fahrstrecke (z. B. ins Büro) treten sicherlich schnell Gewöhnungs- und damit auch Entspannungseffekte ein.

Eine präzise Abrechnung der verbrauchten Energie ist bei der Aufladung an der häuslichen Steckdose nur schwer möglich, da über den normalen Stromzähler auch andere Haushaltsgeräte laufen. Nach Herstellerangaben liegt der kombinierte Verbrauch bei 15 kWh auf 100 km. Eine Akkufüllung mit 30 kWh würde zu Hause also ungefähr 7,50 Euro kosten. Eine Aufladung an einer öffentlichen Ladesäule war aufgrund der Kürze der Zeit nicht realisierbar, wird aber in einer nachfolgenden Ausgabe der HZwei dokumentiert. ||

E-Mobilität ist in aller Munde.

Wir bringen sie auf die Straße.

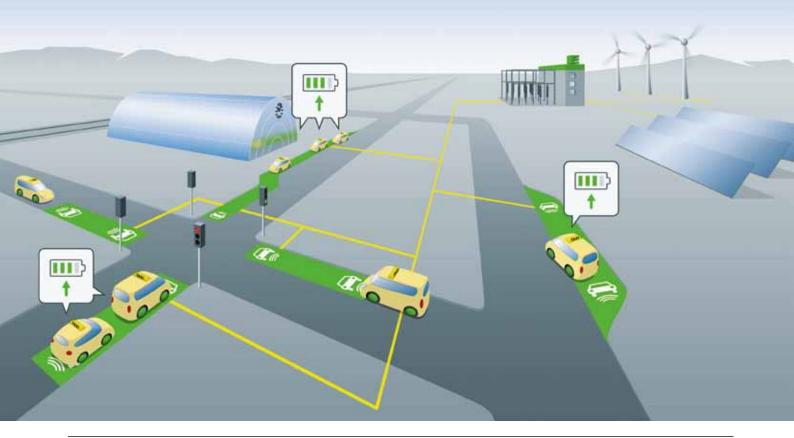


Elektrisch unterwegs.

Am besten mit den E-Autos, die ab 2013 serienmäßig bei Volkswagen vom Band laufen. Gespeist mit Strom aus erneuerbaren Energien. Ausgerüstet mit elektrischem Antrieb und leistungsstarken Batterien von unseren niedersächsischen Unternehmen.

www.emobil-niedersachsen.de





Thema: Elektromobilität | Interviewpartner: Frank Fickel

GUTE CHANCEN FÜR INDUKTIVE LADETECHNIK

Interview mit Frank Fickel von der IAV

Um Elektrofahrzeugen zum Durchbruch zu verhelfen, müssen nicht nur technische Herausforderungen gemeistert werden. Entscheidend ist auch, dass die potenziellen Nutzer von den Produkten überzeugt sind. Sie erwarten einen vernünftigen Anschaffungspreis, eine akzeptable Reichweite und eine komfortable Lösung für das Nachladen der Batterie. Heute werden die Energiespeicher der Fahrzeuge meist über ein Kabel aufgeladen. Erprobt wird zudem der Batteriewechsel (s. S. 38). Es gibt aber noch eine weitere Alternative, die durchaus einige Vorteile bietet: die berührungslose Aufladung mit Hilfe der Induktion. Sie basiert auf dem Transformatorprinzip: Eine Spule im Boden erzeugt ein magnetisches Feld, das in einer zweiten Spule im Fahrzeug eine Spannung induziert. Sie wird gleichgerichtet und steht dann für das Nachladen der Batterie zur Verfügung. Zusätzlich können auch Daten ausgetauscht werden, zum Beispiel für die Abrechnung. Wie das im Einzelnen funktioniert, erläuterte Dipl.-Ing. Frank Fickel, Senior Projektleiter Technologie Monitoring bei der Ingenieurgesellschaft Auto und Verkehr GmbH (IAV), im Gespräch mit HZwei.

HZwei: Ist die induktive Aufladung im Straßenverkehr eine neue Idee oder gibt es schon Beispiele aus der Vergangenheit?

Fickel: Es gibt beispielsweise das Elektrofahrzeug EV1 von General Motors. Das wurde zwischen 1996 und 1999 gebaut und mit einem induktiven Paddel namens Magne Charge geladen, das in einen Schlitz vor der Motorhaube geschoben werden musste. So ließen sich selbst bei widrigsten Witterungsbedingungen 6,6 Kilowatt Leistung übertragen, ohne dass für den Nutzer die Gefahr eines elektrischen Schlags bestanden hätte. Dieser Ansatz erreichte dank der guten Position des Schlitzes und des kleinen Luftspalts einen sehr guten Wirkungsgrad. Allerdings musste der Nut-

zer das Paddel von Hand relativ umständlich einführen, dadurch ging der Vorteil bei der Handhabung im Vergleich zum Kabel wieder verloren.

HZwei: Wurden denn schon Prototypen gebaut, die sich einfacher bedienen lassen?

Fickel: Ja, nehmen Sie zum Beispiel den Karabag Fiat 500e aus dem Jahr 2010: Bei diesem Fahrzeug ist die Sekundärspule hinter dem Nummernschild an der Frontseite untergebracht. Der Fahrer muss nur noch auf einen Ladeplatz fahren und an einer speziellen Markierung stehen bleiben. Die Batterie kann dann genauso schnell aufgeladen werden, wie wenn sie über ein Kabel an eine 230-Volt-Steckdose mit 16-A-Absicherung angeschlossen ist. Aufgrund der guten Sichtbarkeit der Frontseite kann das Fahrzeug mit dieser Lösung sehr einfach über der Spule im Boden positioniert werden. Es gibt aber auch einen Nachteil: Der Abstand zwischen Primär- und Sekundärspule schwankt je nach Fahrzeuggröße, und wenn er zu groß wird, müssen wir für einen Ausgleich sorgen, um die Energie weiterhin mit hohen Wirkungsgraden übertragen zu können.

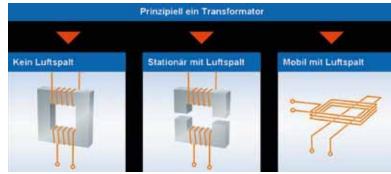


Abb. 2: Energieübertragung durch das Transformatorprinzip

HZwei: Wie könnte solch ein Ausgleich in der Praxis aussehen?

Fickel: Ein Beispiel dafür ist der elektrische *Renault Clio* von 1998: Seine Sekundärspule war im vorderen Bereich des Unterbodens eingebaut, und die Primärspule hatte einen mechanischen Aufbau, der den Fahrer zugleich bei der Positionierung seines Autos unterstützte. Ein solcher Aufbau ragt etwas aus dem Boden heraus und nimmt die Übertragungseinheit der Primärseite auf oder dient dem mechanischen Ausgleich. Allerdings zieht er auch Vandalismus an und kann sich als Stolperfalle für Fußgänger erweisen.

HZwei: Gibt es dazu eine Alternative?

Fickel: Systeme zu ebener Erde haben diese Nachteile nicht. Sie konnten ihr Potenzial bereits in der Praxis beweisen, etwa bei einem Test, den Conductix-Wampfler und EPT seit 2002 mit Linienbussen in Genua und Turin durchführen. Die wassergekühlten Ladeflächen mit 60 Kilowatt Leistung sind unsichtbar in die Parkflächen an den Haltestellen integriert, und ein optisches System hilft dem Fahrer bei der Positionierung des Omnibusses. Um den Luftspalt zu verkleinern, wird die Übertragungsfläche im Fahrzeug auf 30 Millimeter über dem Straßenniveau abgesenkt. Es geht aber auch noch einfacher: SEW-Eurodrive zeigte 2009 ein System, das trotz ebenerdigem Einbau und Luftspalten zwischen 100 und 200 Millimetern ganz ohne Aufbau auskam.

HZwei: Dies sind bereits mehrere Beispiele für einzelne Projekte. Braucht man da nicht eine Standardisierung, um der induktiven Ladetechnik zum Durchbruch zu verhelfen?

Fickel: So ist es. Die verschiedenen Systeme müssen hersteller- und systemübergreifend funktionieren – und zwar mit ausreichend hohem Wirkungsgrad. Genau dieses Ziel verfolgt ein Arbeitskreis der Deutschen Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (DKE), an dem sich unter anderem Automobilhersteller, Zulieferer, die Hersteller induktiver Energieübertragungssysteme, Forschungseinrichtungen, Universitäten und IAV beteiligen. Die Teilnehmer arbeiten an einer Richtlinie, die die Interoperabilität bei größtmöglichem Wirkungsgrad sicherstellen soll und dies bei den verschiedensten Kombinationen von Primär- und Sekundärseite sowie für alle Fahrzeughersteller und Modelle. Die übertragbare Leistung liegt bei rund 3,3 Kilowatt, der Luftspalt beträgt zwischen 50 und 150 Millimeter, und die Primärspule benötigt eine Fläche von maximal einem Quadratmeter.

HZwei: Was hat der Nutzer von dieser Art der Aufladung?

Fickel: Zunächst einmal muss er für das Nachladen nichts tun. Es reicht, wenn er sein Elektrofahrzeug auf einem speziellen Ladeplatz abstellt. Dadurch entfällt das Hantieren mit dem schweren Ladekabel, das insbesondere im Herbst und im Winter nass und sehr schmutzig sein kann. Außerdem gibt es keinen Verschleiß, weil keine Kabel und Steckverbindungen im Spiel sind. Aber nicht nur für die Fahrzeugbesitzer hat die induktive Ladetechnik viele Vorteile. Auch das Stadtbild profitiert davon, weil man keine Ladesäulen aufstellen muss. Und da die gesamte Technik im Boden untergebracht wird, ist sie auch vor Vandalismus geschützt. IAV glaubt darum, dass die induktive Ladetechnik gute Chancen hat, sich durchzusetzen.

HZwei: Sehen Sie keine Probleme mit der elektromagnetischen Verträglichkeit?

Fickel: Wir müssen tatsächlich darauf achten, dass die Grenzwerte für die magnetische Flussdichte nicht überschritten

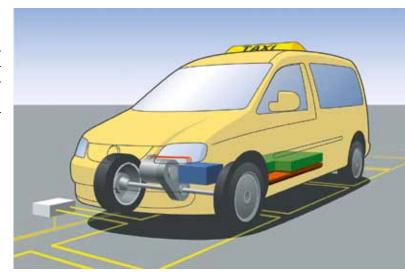


Abb. 3: Positionierungsneutrale Unterbodenintegration

werden. Unsere Simulationen zeigen, dass es bei Übertragungsleistungen von 3,3 Kilowatt keine Probleme gibt, und auch höhere Ladeleistungen zwischen zehn und 20 Kilowatt lassen sich ohne mechanische Ausgleichssysteme beherrschen. Damit kommen wir in Leistungsbereiche, in denen sich die Batterie ausgesprochen schnell nachladen lässt. Um das in der Praxis zu demonstrieren, wollen wir eine Flotte von Elektrotaxis mit induktiver Ladetechnik ausstatten. Sie werden an Taxiständen in kurzer Zeit nachgeladen, während der Fahrer auf neue Gäste wartet.

HZwei: Verliert man nicht zu viel Energie, wenn man statt eines Kabels einen Transformator einsetzt?

Fickel: Im Gegensatz zu einem normalen Transformator gibt es hier keinen ferromagnetischen Kern. Die Energie wird vielmehr über einen Luftspalt übertragen. Dadurch sinkt der Wirkungsgrad tatsächlich etwas ab, aber durch eine resonante Auslegung des Systems schaffen wir dennoch deutlich mehr als 90 Prozent Wirkungsgrad. Das ist gut genug für den praktischen Einsatz. Und dass solche resonanten Systeme zuverlässig arbeiten, beweisen seit vielen Jahren die fahrerlosen Transportsysteme in der Automatisierungstechnik.

HZwei: Könnte man die Batterie auch während der Fahrt induktiv nachladen?

Fickel: Ja, das ist durchaus möglich. IAV hat diese Form der dynamischen Energieversorgung auf der Hannover Messe 2009 gemeinsam mit dem Institut IMAB der TU Braunschweig und Vahle anhand eines Modells demonstriert. Derzeit arbeiten zahlreiche Wissenschaftler an diesem Thema, und in Südkorea gibt es sogar schon eine erste Anwendung



Frank Fickel, IAV, Gifhorn

bei geringer Geschwindigkeit. Langfristig ist es denkbar, Busspuren oder bestimmte Fahrbahnen auf der Autobahn mit induktiven Ladesystemen auszustatten. Mit ihrer Hilfe ließe sich die Batterie während der Fahrt kontinuierlich nachladen, und Reichweitenproblem der Elektrofahrzeuge wäre dank induktiver Ladetechnik gelöst. ||



Thema: Elektromobilität | Autor: Christian Finger |

BATTERIEWECHSEL AUF DEUTSCH

Next Energy macht Better Place Konkurrenz

Insgesamt gibt es drei unterschiedliche Ladekonzepte für Elektrofahrzeuge: 1. Die Aufladung per Kabel wahlweise an der Haussteckdose oder an einer öffentlichen Ladesäule. 2. Die induktive Aufladung, wie gerade auf den vorausgegangenen Seiten beschrieben. 3. Die Aufladung der ausgebauten Batterie, während das Auto an einer automatisch betriebenen Wechselstation innerhalb weniger Minuten einen voll beladenen Akku erhält. Die Variante 1 ist die einfachste, die derzeit auch schon praktiziert wird (s. S. 32). Die Variante 2 befindet sich noch im Forschungsstadium (s. S. 36), und die Variante 3 wird insbesondere von Better Place forciert und befindet sich in Dänemark und Israel in der Erprobung (s. HZwei-Heft Okt. 2011). Obwohl Shai Agassi, der Geschäftsführer von Better Place, vor Jahren hier in Deutschland zunächst auf taube Ohren stieß, wird dieses Konzept auch in der Bundesrepublik bearbeitet, und zwar in einem Städtchen in Niedersachsen, wo sich einige "Aufständische" gefunden haben.

Oldenburg und Bremen bilden gemeinsam eine von elf Metropolregionen in Deutschland. Beide Städte beteiligten sich gemeinsam an dem Förderprogramm Modellregionen Elektromobilität (s. HZwei-Heft Apr. 2011). Teil dieses Programms war das zweijährige Projekt GridSurfer, das vom BMWi gefördert und im September 2011 abgeschlossen wurde. Bei diesem Vorhaben ging es insbesondere um die spezifischen Probleme der Elektromobilität in ländlichen Regionen. Es wurde untersucht, wie im Versorgungsnetz mit dem vergleichsweise hohen Anteil fluktuierender Energien, die es dort infolge der Windenergieeinspeisungen gibt, umgegangen werden kann. Dabei wurde das so genannte Vehicle-to-Grid-Konzept verfolgt, bei dem beispielsweise Ökostrom in den Batterien von Elektrofahrzeugen zwischengespeichert wird. Dieses Konzept sah ein intelligent gesteuertes, bidirektionales Be- und Entladen der Fahrzeugbatterien vor. Dafür wurde die gesamte Systemkette betrachtet: vom Nutzer über

das Fahrzeug, die Fahrzeugbatterie, den Ladeumrichter, die Ladeinfrastruktur bis zum Energieversorgungssystem inklusive der überlagerten IT-Infrastruktur zur Steuerung und Abrechnung. Ein zusätzliches herausragendes Merkmal der dort entwickelten Technologiekette ist die Batteriewechselstation, die auf dem Gelände des Forschungsinstituts Next Energy in Oldenburg entstanden ist.

AUTOMATISCHER AKKU-AUSTAUSCH Das Konzept einer Batteriewechselstation vereint die Vorteile einer hohen Verfügbarkeit der Elektrofahrzeuge mit einer großen, kumulierten Speicherkapazität, die von Netzbetreibern genutzt werden kann. Um die Realisierbarkeit dieses Grundgedankens zu überprüfen, errichtete Next Energy im Rahmen des GridSurfer-Projekts extra ein eigenes Gebäude und installierte darin eine selbst konzipierte Wechselstation. Diese Station erlaubt in gut drei Minuten einen vollständigen Batteriewechsel. Erprobt wurde diese Technik an den eigens entwickelten E3-Fahrzeugen, die parallel zu diesem Vorhaben ebenfalls im Rahmen der Modellregion aufgebaut wurden. Insgesamt sechs Fahrzeugbatterien werden in einem Hochregal gelagert und können über eine automatisierte Mechanik dem ebenerdig einfahrenden Fahrzeug entnommen und zugeführt werden. Der Fahrer bleibt während des Wechsels im Fahrzeug sitzen und kann den gesamten Tauschvorgang indirekt über ein Informationssystem und auch direkt über durchsichtige Verkleidungen beobachten.

Die im Gebäude gelagerten Fahrzeugbatterien bilden außerdem einen stationären Energiespeicher, der über eine Kapazität von insgesamt 180 kWh verfügt. Diese Energiemenge kann (fast) frei verfügbar hin und her geschoben werden. Hat sich kein Fahrzeug für einen Batteriewechsel angemeldet, kann über 4-Quadrantenumrichter insgesamt eine Leistung von 360 kW in das Versorgungsnetz eingespeist und auch entnommen werden. Wird jedoch über die automatisch zugesandten Tagesfahrpläne mitgeteilt, dass eine



Batterie ausgewechselt werden muss, bekommt die Anlage von einem übergeordneten Energiemanagement eine entsprechende Benachrichtigung, damit sichergestellt ist, dass die Batterie aus den Vehicle-to-Grid-Zyklen herausgenommen wird und zum anvisierten Zeitpunkt voll geladen in ein Fahrzeug eingebaut werden kann.

DESINTERESSE DER INDUSTRIE Angesichts der steigenden Anteile regenerativer Energien kann dieses Konzept einen wesentlichen Beitrag zur Stabilisierung der Versorgungsnetze liefern, da hiermit das fluktuierende Energieangebot geglättet werden kann. Gleichzeitig bietet sich eine Lösungsmöglichkeit hinsichtlich der begrenzten Reichweite von Elektroautos. Trotzdem werden die Vorzüge dieser Technologie in weiten Teilen der deutschen Industrie noch nicht entsprechend wahrgenommen. Anderswo hingegen verfolgen große Firmen wie Better Place und Renault weiterhin dieses Thema und engagieren sich mit großer Energie in Israel, Japan, Australien und Dänemark (s. HZwei-Heft Okt. 2011). Der französische Automobilhersteller favorisiert in seinen Fahrzeugen das so genannte Quickdrop-System, das kompatibel zu den Better-Place-Systemen ist. Parallel dazu wird intensiv an einer brancheninternen Standardisierung gearbeitet. Derartige Wechselkonzepte sind insbesondere im Betrieb homogener Flotten wie Taxiverbänden, in der Fahrgastbeförderung und im Logistiksektor von Interesse.

12.000 KM ÜBER LAND Weitere Aspekte des Gridsurfer-Projekts beleuchteten die Nutzbarkeit im alltäglichen Gebrauch insbesondere auf dem Land. Nach der Auswertung eines zehnwöchigen Feldtests mit drei auf Elektroantrieb

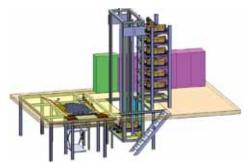


Abb. 3: Mechanisches Konzept der Batteriewechselstation

umgerüsteten Audi A2 lässt sich festhalten, dass die Testfahrer (vorrangig Pendler) die Autos ohne jede Einschränkung in ihren Alltag einbinden konnten. Insgesamt legten die Fahrzeuge 12.166 km rund um Oldenburg zurück. Zum Einsatz kamen dabei besonders leistungsfähige Akkus mit 40 kWh, die von der Berliner Firma DBM Energy entwickelt wurden. Sie bestätigten im Test zuverlässig eine Reichweite von 200 km. Bei gemäßigter Fahrweise bereiten auch Strecken bis 230 km keine Probleme. Die durchschnittliche tägliche Reichweitenausnutzung lag bei 60 Prozent. Das entsprach einer Fahrleistung von rund 120 km. Eine Ausreizung der Batteriekapazität bis zur vollständigen Entladung erfolgte in keinem Fall. Dies belegt, dass die begrenzte Reichweite von keinem Probanden als Einschränkung empfunden wurde. Selbst der ECO-Energiesparmodus, mit dem die Motorleistung begrenzt und damit die Reichweite verlängert werden kann, wurde von den meisten Testfahrern nicht genutzt. Stattdessen wurde die starke Beschleunigung bevorzugt. Die lange Ladezeit von bis zu acht Stunden spielte kaum eine Rolle, da die Aufladung meist nachts geschah.

AUSZEICHNUNG FÜR DBM-INHABER HANNEMANN Der Fachverband Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement GPM verlieh Mirko Hannemann am 28. November 2011 in Berlin den Roland Gutsch Project Management Award. Der Nürnberger Verband ehrte mit dem DBM-Firmengründer nach eigenen Angaben einen Innovator, der mit seinem Forschungs- und Entwicklungsprojekt Deutschland weltweit an die Spitze der Elektromobilität gebracht hat. Seine Pioniertat, mit einem Elektrofahrzeug über 600 km von München nach Berlin zu fahren, könne nachhaltig die Gesellschaft verändern, urteilte die Fachjury. (sg)



Autor:

Christian Finger
Next Energy, Oldenburg
→ christian.finger@next-energy.de





Thema: Elektromobilität | Autor: Thorsten Haas |

INTELLIGENTES MOBILITÄTSMANAGEMENT

Future Fleet: Von der Logistik-Software bis zur Akzeptanzanalyse

Unabhängig von der Weiterentwicklung der Antriebstechnik für Elektrofahrzeuge müssen für eine zukünftige und nachhaltige Mobilität auch passende Logistikprogramme entwickelt werden. Ein intelligentes Mobilitätsmanagement ist für große Fahrzeugflotten heutzutage unabdingbar, insbesondere beim Einsatz von E-Autos, um eine ausreichende Anzahl voll beladener Fahrzeuge verfügbar zu haben. Aus diesem Grund wurde das Projekt *Future Fleet* ins Leben gerufen, an dem sich neben dem Konsortialführer SAP auch der Energieversorger MVV Energie sowie die Hochschule Mannheim, das Öko-Institut und das Institut für sozialökologische Forschung (ISOE) beteiligen.

Future Fleet ist ein vom Bundesumweltministerium gefördertes Forschungsprojekt, das die Einbindung von Elektrofahrzeugen in die Firmenwagenflotte untersuchte. Im Rahmen dieses Vorhabens wurden nicht nur theoretische Überlegungen angestellt, sondern Elektromobilität auch innerhalb eines Feldversuchs praktisch erprobt. Ziel war es, die für die Elektromobilität benötigte Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) zu untersuchen. So wurden ein Prototyp für das Reservieren und Steuern von Ladesäulen sowie ein intelligentes Mobilitätsmanagement entwickelt. Neben Fahrzeugtechnik und Ladeinfrastruktur ist IKT eine tragende Säule der Elektromobilität. Darüber hinaus galt es, die Alltagstauglichkeit von Elektromobilität zu überprüfen, notwendige Voraussetzungen für den Einsatz in der Praxis zu erforschen sowie Interesse bei den Mitarbeitern zu wecken.

Auch die Fahrzeuge selbst spielten bei Future Fleet natürlich eine zentrale Rolle, da sie dazu beitragen können, die CO₂-Bilanz zu verbessern, wenn sie, wie bei Future Fleet, mit Strom aus erneuerbaren Energiequellen "betankt" werden. Zu Beginn des Forschungsprojektes im Jahr 2009 ging

es daher zunächst darum, Elektrofahrzeuge in ausreichender Menge zu beschaffen. Für den Feldversuch, der von Januar bis September 2011 stattfand, wurden 27 Elektrofahrzeuge vom Typ *Stromos* des Herstellers *German-E-Cars* eingesetzt. In diesem Zeitraum waren die weißen Elektroflitzer mit der bunten Beklebung in der Metropolregion Rhein Neckar häufig zu sehen. Sie wurden in zwei Szenarien eingesetzt:

- Nutzung für Dienstfahrten: Kollegen, die einen geschäftlichen Termin an einem SAP-Standort in der Metropolregion Rhein-Neckar hatten, konnten für diese Fahrt anstatt ihres herkömmlichen Fahrzeugs ein Elektrofahrzeug nutzen.
- 2. Nutzung für private und dienstliche Fahrten: In diesem Szenario wurde das Elektrofahrzeug für eine Woche einem Mitarbeiter überlassen. Dieser konnte in diesem Zeitraum den Stromos sowohl privat als auch für seine dienstlich veranlassten Fahrten nutzen.

An dem Feldtest nahmen mehr als 500 Personen teil. Sie legten insgesamt über 100.000 km mit den Stromos zurück. Die Fahrzeuge hatten abhängig von Rahmenbedingungen wie Temperatur und Fahrstil eine durchschnittliche Reichweite von 100 Kilometern und eine Spitzengeschwindigkeit von 120 km/h.

LADEN UND LESEN Die Elektroautos stellten dabei nur einen Baustein des Projekts dar. Bei allen beteiligten Partnern war klar, dass ihre Expertise nicht in der Fahrzeugtechnik selbst liegt, sondern in Technologien und Methoden, die die Elektroautos und ihre Fahrer bei der Planung von Fahrten und den Ladevorgängen unterstützen. So hat MVV Energie im Rahmen von Future Fleet eine intelligente Ladeinfrastruktur aufgebaut, an der bei einer Ladespannung

von bis zu 400 Volt die Fahrzeuge in etwa zwei Stunden geladen wurden. Mehrere Dutzend Ladepunkte sind an den Standorten Walldorf, St. Leon-Rot, Bensheim und Karlsruhe sowie auf dem MVV-Gelände in Mannheim entstanden. Zur Infrastruktur gehören so genannte Chargepoints und Chargemaster.

Unter einem Chargepoint ist ein Ladepunkt zu verstehen, an dem Fahrzeuge mit Strom versorgt werden, an dem gleichzeitig aber auch Daten des Fahrzeugs in den Chargemaster übertragen werden. Der Chargepoint liest den aktuellen Ladezustand der Batterie, die Identifikationsnummer des Fahrzeugs sowie den Kilometerstand aus und übermittelt diese Daten zum Chargemaster. Weiterhin verfügt jeder Chargepoint über einen RFID-Kartenleser, über den der Nutzer sich mit einer entsprechenden Karte (z.B. Firmenausweis) authentifizieren kann. Jede Ladesäule ist mit einem oder mehreren Chargepoints ausgestattet.

Der Chargemaster ist die Kommunikationsschnittstelle zwischen Ladesäule und SAP-Software: Er übermittelt Daten und Autorisierungsanfragen an die Software und kann Autorisierungsbestätigungen zurück an den Chargepoint senden.

Die Ladeinfrastruktur wurde ergänzt durch einen Softwareprototypen für den intelligenten Einsatz der Fahrzeuge. Gerade wegen der begrenzten Reichweite und der langen Ladezeiten ist moderne Informations- und Kommunikationstechnik für Elektromobilität unabdingbar.

Um die Flotte aus Elektrofahrzeugen sowie die aus 34 voll vernetzten Ladepunkten bestehende Infrastruktur zu steuern, wurde ein Software-Prototyp entwickelt, getestet und während des Feldtests verbessert. Die Software dient zur Einsatzplanung von Fahrzeugen und Ladesäulen, Authentifizierung der Nutzer und Autorisierung der Ladevorgänge. Im Projekt Future Fleet stellte die Software eine individuelle, einsatzbezogene Mobilitätsplanung sicher: So konnten Ladesäulen am Zielort reserviert werden, es wurden Fahrzeuge für Mobilitätsanfragen zugewiesen und das Aufladen der Fahrzeuge gesteuert. Dadurch konnte jedem Mitarbeiter stets ein ausreichend geladenes Fahrzeug zur Verfügung gestellt werden. Um dies zu realisieren war eine durchgängige Kommunikation zwischen Fahrzeug, Ladesäule und Prototyp notwendig.

AKZEPTANZSTUDIE Neben technischen Fragen wurden im Projekt auch die Ökobilanz der Fahrzeuge sowie das Nutzungsverhalten der Feldtestteilnehmer und die Akzeptanz der Elektrofahrzeuge erforscht. Die Projektpartner Öko-Institut, Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE) und die Hochschule Mannheim haben das Projekt dazu wissenschaftlich begleitet. Sie untersuchten die Ökobilanz der Fahrzeuge. Außerdem befragten sie die Teilnehmer des Feldtests, um die Akzeptanz, das Nutzungsverhalten und die Anforderungen an die Elektrofahrzeuge zu ermitteln. Dabei ging es um ganz praktische Fragen wie Leistung, Bedienung, Laden oder Funktionalität. Wichtig waren auch symbolische und Image-Aspekte. Zentrale Erkenntnis: Die Mitarbeiter haben mit Freude an dem Feldtest teilgenommen – und sa- → www.futurefleet.de hen darin die Chance, Elektroautos erstmals auszuprobieren und lokal emissionsfreies Autofahren zu erproben. Den leisen Motor fanden die meisten angenehm. Die beschränkte Reichweite stellte kein Problem dar, solange für längere Fahrten ein konventionelles Fahrzeug bereit steht.

Der Feldversuch hat gezeigt, dass sich Elektrofahrzeuge unter gewissen Rahmenbedingungen sehr gut in Unternehmensflotten einsetzen lassen. Dies wurde bei SAP in



Deutschland und auch in Indien und den USA erfolgreich demonstriert. Weitere Elektrofahrzeuge sollen in die Firmenflotte integriert und die Software-Lösungen zum Management dieser Flotte weiter optimiert werden. Potenzielle Abnehmer dafür könnten Car-Sharing-Unternehmen, Logistikkonzerne oder Organisationen mit einer großen Fahrzeugflotte sein. ||

ERGEBNISSE:

- Der Einsatz von Elektrofahrzeugen in Dienstwagenflotten ist umsetzbar.
- Software zum effizienten Management einer Mobilität mit Elektrofahrzeugen stellt einen zentralen Erfolgsfaktor dar: Dank einer durchgängigen Kommunikation zwischen Fahrzeug, Ladesäule und Software-Prototyp lassen sich Autos gezielt und intelligent einsetzen und laden. Über den Software-Prototypen bestand zudem für die Nutzer die Möglichkeit, Ladepunkte zu reservieren.
- Ladeinfrastruktur wurde an Standorten von SAP und MVV Energie in der Metropolregion Rhein Neckar aufgebaut. Sie wird auch weiterhin genutzt.
- Elektromobilität hat das Potenzial, den CO₂-Ausstoß von Flotten um bis zu 50 % zu verringern
- Über 75 % der TeilnehmerInnen am Feldversuch sind mit der Nutzung des Elektroautos sehr zufrieden oder
- · Die TeilnehmerInnen des Feldversuchs verzeihen dem Elektroauto Kinderkrankheiten.
- Das Prestige, mit einem solchen Auto zu fahren, ist hoch.
- · In den nächsten drei Jahren kommt für 20 % der Kauf eines Elektroautos in Frage.
- Innerhalb der nächsten fünf Jahre können sich das sogar knapp 50 % der Befragten vorstellen.
- Für mehr als 60 % der kurzfristig Kaufentschlossenen darf der Anschaffungspreis nicht mehr als 10 % über dem eines vergleichbaren Autos mit Verbrennungsmotor liegen.
- Das Fahrgefühl beschreiben die Teilnehmer als überraschend angenehm. Viele genießen die Stille beim Fahren.



Autor:

Thorsten Haas SAP, Walldorf → thorsten.haas@sap.com

ZWISCHEN HOPE UND HYPE

eTrust-Studie: Wenig Interesse an Elektromobilität in der Öffentlichkeit

Von der Bundesregierung werden Steuermittel in erheblichem Umfang zur Verfügung gestellt, die den strukturellen Wandel im Verkehrssektor hin zu einer nachhaltigen Mobilität unterstützen sollen. Eines dieser Instrumente, die die Forschung und Entwicklung, aber auch Demonstrationsprojekte im Bereich der Elektromobilität voranbringen sollen, ist der Nationale Entwicklungsplan Elektromobilität. Aber weiß denn der Steuerzahler, wofür sein Geld investiert wird? Gibt es seitens des Normalbürgers überhaupt ein Interesse an dieser Technologie? Was denken die Leute, die später mal die Elektrofahrzeuge kaufen sollen, heute über diese Antriebstechnik? Die eTrust-Studie hat über ein Jahr lang untersucht, ob diese Bemühungen beim Verbraucher Früchte getragen haben. Das ernüchternde Ergebnis lautet: Den Menschen ist bislang noch nicht klar, welchen persönlichen Mehrwert sie von der Elektromobilität haben.



Das Thema Elektromobilität ist in den vergangenen Jahren aus den Forschungs- und Entwicklungsabteilungen der großen Konzerne und den Labors der öffentlich geförderten Forschung herausgekommen und auf eine politische Bühne gehoben worden. Durch diese größere Öffentlichkeit, aber auch durch die bevorstehende Möglichkeit, erste Elektroautos tatsächlich kaufen zu können, wurde diese Thematik auch in der deutschen Bevölkerung zunehmend prominenter. Bei aller gegenwärtigen Euphorie über die Vorteile und Zukunftsperspektiven der Elektromobilität gilt es jedoch, die unmittelbaren technologischen, politischen und nachfrageseitigen Umsetzungsbedingungen nicht aus den Augen zu verlieren. Ganz so einfach, wie der derzeitige "Hype" um Elektrofahrzeuge mitunter suggerieren mag, ist der Umstieg im Mobilitätssektor nicht. Batteriehersteller, Autoindustrie und Energieversorger benötigen noch einige Jahre, bis die Fahrzeug- und Batterietechnologien technisch ausgereift und bezahlbar für einen Massenmarkt zur Verfügung stehen und ein Netz von Ladestationen aufgebaut ist. Insbesondere die Akzeptanz seitens der zukünftigen Nutzerinnen und Nutzer wird entscheidend für die Entwicklung eines elektromobilen Massenmarktes sein.

DAS ETRUST-PROJEKT Ziel der Studie "eTrust – Leitbilder und Zukunftskonzepte der Elektromobilität" war es deshalb, die Wahrnehmung der Elektromobilität in der Gesellschaft zu analysieren sowie die heute bestehenden Leitbilder und Zukunftskonzepte der Elektromobilität herauszuarbeiten. Evaluiert wurde dabei, in welchen Kontext Elektroautos und neue Mobilitätskonzepte eingeordnet werden, welche Bilder damit verbunden werden und welche Herausforderungen sich für die Etablierung von Elektrofahrzeugen ergeben könnten. Um die Akzeptanz von Elektroauto und neuen Mobilitätskonzepten bei Endkunden zu hinterfragen, wurden in

der eTrust-Studie einstündige Tiefeninterviews mit 24 Bürgerinnen und Bürgern geführt. Weitere 15 Bürgerinnen und Bürgern nahmen an zwei Fokusgruppendiskussionen teil.

Die Studie wurde von April 2010 bis Juni 2011 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) erstellt und durch die Nationale Organisation für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) GmbH koordiniert. Das Unabhängige Institut für Umweltfragen e.V. führte das eTrust-Projekt gemeinsam mit dem Institut für Transportation Design der Hochschule für Bildende Künste Braunschweig und der Spilett New Technologies GmbH durch.

nisse der Studie verdeutlichen, dass Bürgerinnen und Bürger noch nicht von der Technologie überzeugt sind. Werden sie beispielsweise gebeten, ihre Assoziationen zu Elektroautos zu äußern, fallen ihnen als erstes negative Dinge ein. Bemängelt werden die langen Ladezeiten, die zu geringe Reichweite, die hohen Kosten von Elektrofahrzeugen und das fehlende Tankstellennetz. Negative Assoziationen sind präsenter, vielfältiger und konkreter als die positiven Assoziationen. Der primär wahrgenommene Vorteil des Elektroautos ist seine Umweltfreundlichkeit. Doch wie umweltfreundlich das

NUR UMWELTFREUNDLICH IST NICHT GENUG Die Ergeb-

"Ja, also keine Emission und keinen Ausstoß. Also, wobei ich mir dann wieder überlege: Gut, Elektro kostet Strom. Der wird erzeugt. Wie wird er erzeugt? Ist auch wieder so eine Frage. Ist das alles jetzt so umweltfreundlich? Ist es Atomstrom? Ist es Windkraft?"

Fahrzeug tatsächlich ist, hängt von der Herkunft des einge-

setzten Stroms ab. Eine Bürgerin aus Berlin meinte beispiels-

weise zur Umweltfreundlichkeit:

Auch mögliche Probleme beim Batterie-Recycling beeinträchtigen aus Bürgersicht die Umweltfreundlichkeit von Elektroautos. Es wird befürchtet, dass viele Batterien gar nicht zu recyceln sind, und die Gefahr gesehen, dass Altbatterien in die Dritte Welt "entsorgt" werden. Die bestehenden Unsicherheiten zu Stromherkunft und Batterie-Recycling sind ein Problem, weil damit der Hauptvorteil der Elektroautos, die Umweltfreundlichkeit, auf tönernen Füßen steht. Erwähnenswert ist weiterhin, dass die Sicherheit von Elektrofahrzeugen und Ladesäulen kein nennenswertes Problem für die Akzeptanz zu sein scheint.

Tab.: Mit Elektroauto spontan assoziierte Themenfelder

Frage: "Wenn Sie den Begriff Elektroauto hören, was fällt

Ihnen dazu spontan ein?"	
NEGATIVE THEMENFELDER	POSITIVE THEMENFELDER
1. rund um die Batterie 2. Reichweite 3. zu teuer in der Anschaffung 4. Tankstellennetz 5. unausgereift 6. Stromproblematik 7. langsam 8. Einzelnennung	1. undifferenziert positiv (grundsätzlich gut, interessant,) 2. umweltfreundlich 3. leise 4. Einzelnennungen
Qualle, aTrust Finzelinterviews Basis, alle n = 24	

Die positiven Eigenschaften der Elektromobilität rufen zudem auf der Seite der Endkunden kaum Kaufbegeisterung hervor. Es fehlen die persönlichen Vorteile sowohl auf der pragmatischen als auch auf der emotionalen Ebene. In der Wahrnehmung potenzieller Endkunden eignen sich Elektroautos aufgrund ihrer Kleinheit und ihrer begrenzten Reichweite weder als Transport- noch als Langstreckenfahrzeug, sondern allenfalls als Stadt- oder Zweitauto. Ein Bürger aus Freising führte an:

"(...); ich mein', ein Auto kauf' ich mir jetzt nicht nur, damit ich jetzt so kleine Strecken fahre, sondern man fährt ja auch mal wirklich irgendwo hin. Was ich mir jetzt vorstellen könnt, wär' einfach, man hat ein normales Auto, ein Benziner, zu Hause. Man ist eine Familie und kauft sich das wirklich als Zweitauto zum Beispiel für die Frau, die zu Hause ist und wirklich nur die Kinder dahin oder dahin fahren muss."

Darüber hinaus werden Elektroautos kaum mit positivem Fahrgefühl, Spaß und Ästhetik in Verbindung gesetzt. Sie werden als "lahme Krücke", "Behindertenmobil" und "Spielzeug, das nicht vom Hof kommt," beschrieben.

Ganz offensichtlich ist es bis jetzt nicht gelungen, der breiten Bevölkerung eine klare, positive Vorstellung zum Fahrgefühl, Fahrspaß oder Design zu vermitteln. Ein solcher unmittelbar persönlicher Mehrwert könnte jedoch für die Beurteilung von Elektroautos und letztlich für die Kaufmotivation große Bedeutung haben. Hier erscheint es notwendig, Endkunden sehr viel mehr als bislang Gelegenheiten zu bieten, in denen sie Elektroautos unter Alltagsbedingungen "er-fahren" können.

LANGER WEG ZUM MASSENMARKT In den Ergebnissen der Studie zeigt sich, dass die Elektromobilität in der Gesellschaft nicht abgelehnt und vor allem mit Umweltfreundlichkeit, Emissionsfreiheit und weniger Lärm verbunden wird. Die Begeisterung für Elektrofahrzeuge hält sich jedoch in Grenzen. Verglichen mit den Fahreigenschaften herkömmlicher Automobile schneiden Elektrofahrzeuge in den Augen von Endkunden eher schlecht ab. Diesen sind die Reichweiten zu kurz und die Ladezeiten zu lang. Außerdem wird Umweltfreundlichkeit nicht primär als persönlicher Nutzen wahrgenommen. Insbesondere vier Themenfelder sind derzeit aus der Perspektive der Endkunden mit Unsicherheit behaftet und stehen einer Ausbreitung der Elektromobilität im Weg:

- 1. Unsicherheit über die Umweltfreundlichkeit von Elektrofahrzeugen: Damit wird das heute primär gelernte Hauptargument für das Elektroauto in Frage gestellt.
- 2. Unsicherheit über den persönlichen Nutzen von Elektromobilität: Da kaum ein unmittelbarer Nutzen verinnerlicht ist, wird dieser, wenn überhaupt, erst in der Zukunft realisierbar, z.B. eine erhöhte Lebensqualität in den Städten.
- 3. Unsicherheit über die Entwicklung der Technologie und deren Marktausbreitung: Da unklar ist, ob sich die Technologie überhaupt durchsetzt, bedeutet der Kauf eines Elektroautos derzeit ein persönliches Risiko.
- 4. Neue Elektromobilitätskonzepte sind unbekannt und schwierig einzuordnen: Unbekanntes hat es schwer, Vertrauen und Akzeptanz zu generieren, insbesondere, wenn es nicht unmittelbar zugänglich ist oder an Bestehendes anschließt.

Wenn es das Ziel ist, dass die Elektromobilität in der Gesellschaft angenommen werden soll, lässt sich auf der Basis der eTrust-Studie sagen: In Zukunft muss bei den Menschen klarer ankommen, was der Mehrwert von Elektromobilität ist, um die oben genannten Unsicherheiten abzubauen. Es muss nicht nur transparenter sein, was Elektromobilität für die Umwelt bedeutet. Es müssen vielmehr die potentiellen Nutzer informiert sein, welchen unmittelbaren sachlichen und emotionalen Nutzen Elektromobilität ihnen bringt, das heißt welche Mobilitätsbedürfnisse damit befriedigt werden können. Die große Herausforderung besteht darin, das Umweltargument zu stärken, indem die Unsicherheiten geklärt und für die Allgemeinheit verständlich kommuniziert werden ohne dass vereinfachende Lösungen und platte Werbebotschaften geboten werden, die weder den Bürgern noch dem Problem gerecht werden.



Autoren:

Dr. René Zimmer → rene.zimmer@ufu.de



Nicole Lüdi-Geoffroy

→ nicole.luedi@ufu.de

beide: Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V. (UfU), Berlin





ANWENDERZENTRUM H2HERTEN

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

NEUER H₂-CONTAINER FÜR KARLSRUHE

Der Minister für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft von Baden-Württemberg, Franz Untersteller (s. Foto re.), hat am 9. Dezember 2011 den Prototyp einer ersten Wasserstofftankstelle in Karlsruhe in Betrieb genommen. Zur Einweihung befüllte er ein Brennstoffzellenfahrzeug aus dem Fuhrpark seines Ministeriums. Die Container-Lösung ist keine H2-Zapfsäule an einer Markentankstelle, sondern eine, an der die Cold-Fill-Schnellbetankungsmethode zunächst für zwei Jahre erprobt werden soll. Dafür wird der gasförmige Wasserstoff zunächst auf -40 °C abgekühlt, um dann verdichtet bis auf 700 bar möglichst rasch getankt werden zu können. Eine Befüllung dauert dadurch nicht länger als drei Minuten. Die entsprechende Technik, deren Praxistauglichkeit und Leistungsfähigkeit zunächst noch getestet werden soll, ist nach SAE 2601 A70 zertifiziert. In dem Container können insgesamt 56 kg Wasserstoff bevorratet werden, was für über 15 Fahrzeuge pro Tag ausreicht. Seitens des Energieversorgers EnBW, auf dessen Betriebsgelände diese mit Mitteln aus dem Konjunkturpaket II geförderte Anlage steht, hieß es, im laufenden Jahr solle in Stuttgart noch eine zweite Wasserstofftankstelle errichtet werden. ||



WASSERSTOFF BEWEGT SKANDINAVIEN

Die norwegische Hauptstadt Oslo hat am 21. November 2011 eine 700-bar-Wasserstofftankstelle bekommen. Wie bereits Anfang 2010 im Rahmen europäischer Förderprogramme angekündigt, wurde diese von H2Logic errichtete Station mit reger Beteiligung der Öffentlichkeit in Betrieb genommen. Es handelt sich hierbei um die insgesamt dritte Betankungsstation für Oslo, die bei der Forschungsorganisation SINTEF in Gaustad platziert ist. Wegen des hohen Drucks von 700 bar können dort Wasserstofffahrzeuge innerhalb von drei Minuten betankt werden. Der dafür benötigte Wasserstoff wird vor Ort nachhaltig per Elektrolyse erzeugt. Die Tankstelle ist Teil des europäischen Demonstrationsvorhabens *H2Moves Scandinavia* (s. HZwei-Heft Okt. 2010), das über ein Budget von 19,5 Mio. Euro verfügt und über das



EU-Programm Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking (JTI) gefördert wird. Das Ziel ist, sowohl die Betankungstechnik als auch die Fahrzeugtechnik der zwei SUV ix35 FCEV von Hyundai (s. Foto), der fünf Think city cars sowie der zehn F-Cell B-Klasse-Modelle von Daimler zu erproben. Dafür fand gleich fünf Tage nach der Einweihung ein spezieller Ride&Drive-Tag statt, an dem jeder Bürger mit einem gültigen Führerschein die Fahrzeuge testen konnte.

BMW MACHT IN BRENNSTOFF-ZELLEN

Lange Zeit machten die Bayerischen Motorenwerke nur durch ihre Aktivitäten im Elektromobilitätssektor von sich reden. Um Wasserstoff ist es nun mittlerweile schon seit einigen Jahren gänzlich still geworden. In der Dezember-Ausgabe der ADAC-Motorwelt äußerte sich jetzt jedoch Dr. Klaus Draeger, Vorstand für Entwicklung bei BMW, auf die Frage: "Was macht der Wasserstoffantrieb?" Draeger erklärte daraufhin: "Der Wasserstoffverbrennungsmotor steht zurzeit nicht im Fokus unserer Entwicklungen. Wir werden aber ein Brennstoffzellenauto aufbauen, das elektrisch fährt und Wasserstoff als Energie nutzt. Hier forschen wir am Thema Tank."

HYUNDAI BAUT 1.000 FCV IX35

Der koreanische Autobauer beabsichtigt, 1.000 Exemplare der dritten Generation des FCV ix35 im Zeitraum zwischen 2012 und 2014 zu fertigen, berichtete WardsAuto.com. Der Start der Massenproduktion mit etwa 10.000 Fahrzeugen im ersten Jahr ist dann für 2015 eingeplant. ||



TERMINKALENDER

JANUAR

22.-27.01. Symposium Hydrogen & Energy

Kongress, Dübendorf/Schweiz, EMPA, Tel. +41-44-8234-692, Fax -022, www.empa.ch/h2e-symposium

23.-24.01. Kraftstoffe der Zukunft Kongress, Berlin, BBE & UFOP, Tel. 0228-81002-22, Fax -58, www.kraftstoffe-der-zukunft.com

FEBRUAR

2.02. Brennstoffzellen- und Wasserstoff-Technologie

Fachseminar, Ulm, WBzU, Tel. 0731-17589-0, Fax -10, www.wbzu.de

2.-3.02. FVI-Forum Brennstoffzelle & Instandhaltung

Konferenz, Herborn, Forum Vision Instandhaltung, Tel. 02054-9698-114, Fax -914, www.ipih.de

7.02. Fachkongress Zukunftsenergien Konferenz, Essen, EnergieAgentur. NRW, Tel. 0211-86642-0, Fax -22, www.energieagentur.nrw.de

7.-9.02. E-world energy & water Messe, Essen, E-world energy & water GmbH, Tel. 0201-1022-210, Fax -333, www.e-world-2012.com

8.-9.02. CAR-Symposium Konferenz, Bochum, Center Automotive Research, Tel. 0203-379-1111, Fax -4157, www.uni-due.de/car/car_10.php

21.-25.02. Solar Energy Messe, Berlin, ProFair, Tel. 05121-20626-0, Fax -26, www.messen-profair.de/Solarenergy

22.-23.02. elektro:mobilia Messe & Kongress, Köln, Koeln Messe, Tel. 0221-821-2499, Fax -2571, www.elektromobilia.de

27.-29.02. Energy Masters Konferenz, Berlin, econique business

Konferenz, Berlin, econique business masters, Tel. 030-8020804-0, Fax -30, www.energymasters.de

29.02.-2.03. FC Expo Messe, Tokio/Japan, Reed Exhibitions Japan Ltd., Tel. +81-3-334985-76, Fax -35, www.fcexpo.jp/en/

29.02.-2.03. Battery Japan

Messe, Tokio/Japan, Reed Exhibitions Japan Ltd., Tel. +81-3-334985-76, Fax -35, www.batteryjapan.jp

MÄRZ

5.-6.03. Stromversorgung mit Mikrobrennstoffzellen

Seminar, München, Haus der Technik, Tel. 0201-1803-211, Fax -280, www.hdt-essen.de

5.-7.03. Batterietag

Konferenz, Münster, Haus der Technik, Tel. 0201-1803-211, Fax -280, www.battery-power.eu

6.-7.03. Kraftwerk Batterie

Konferenz, Aachen, Haus der Technik, Tel. 0201-1803-211, Fax -280, www.kraftwerk-batterie.de

6.-10.03. CeBIT

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

7.-9.03. Sicherheit im Umgang mit Wasserstoff

Praxisseminar, Ulm, WBzU, Tel. 0731-17589-0, Fax -10, www.wbzu.de

12.-15.03. International Battery Seminar & Exhibit

Konferenz & Messe, Fort Lauderdale/ USA, Florida Educational Seminars, Tel. +1-561367-0193, Fax -8429, www.powersources.net

12.-16.03. Drive-E-Akademie Ferienschule, Berlin, Forum Elektromobilität Berlin, Tel. 069-5979431-0, Fax -1, www.drive-e.org

13.-15.03. Elektromobilität Praxisseminar, Ulm, WBzU, Tel. 0731-17589-0, Fax -10, www.wbzu.de

29.-31.03. Clean Energy Power Messe & Konferenz, Stuttgart, Reeco GmbH, Tel. 07121-3016-0, Fax -100, www.cep-expo.de

APRIL

11.-12.04. Fuel Cell 2012 Science & Technology

Konferenz, Berlin, Elsevier, Tel. +44-1451-830129, Fax -870-1991100, www.fuelcelladvances.com

12.-14.04. EV Battery Forum Messe & Konferenz, Barcelona/Spanien, Dufresne,

Barcelona/Spanien, Dufresne, Tel. +65-624-30050, Fax -57232, www.evbatteryforum.com

12.-15.04. i-Mobility

Messe, Stuttgart, Landesmesse Stuttgart GmbH, Tel. 0711-18560-2656, Fax -701, www.i-mobility.mobi

17.-19.04. Lithium-Batterien Fachseminar, Ulm, WBzU, Tel. 0731-17589-0, Fax -10, www.wbzu.de

18.-19.04 VDI-Fachkonferenz Elektromobilität

Konferenz, Nürtingen, VDI-Wissensforum, Tel. 0211-6214-201, Fax -154, www.vdi.de/elektromobilitaet

23.-27.04. Gemeinschaftsstand Wasserstoff und Brennstoffzellen

Messe, Hannover, Tobias Renz Fair, Tel. 089-7201-384-0, Fax -20, www.h2fc-fair.com

28.04.-1.05. E-Mobil Rallye Wettfahrt, Tondern-Hamburg, Eco-Mobility, Tel. 0431-24746372, www.emobil-rallye.com

ΜΔΙ

6.-9.05. Electric Vehicle Symposium 26

Konferenz, Los Angeles/USA, EDTA, www.evs26.org

15.-16.05. Forum ElektroMobilität – KONGRESS

Kongress, Berlin, Forum ElektroMobilität, Tel. 030-2404745-8, Fax -9, www.forum-elektromobilitaet.de

15.-18.05. Hydrogen + Fuel Cells Konferenz, Vancouver/Kanada, JPdL, Tel. +1-514-2871-070, Fax -248, www.hfc2011.com

17.-20.05. electric avenue Messe, Friedrichshafen, Messe Friedrichshafen, Tel. 07541-708-376, Fax -2376, www.tea-expo.de

23.-25.05. Berliner Energietage Messe & Konferenz, Berlin, Berliner ImpulsE, Tel. 030-2014308-04, Fax -10, www.berliner-energietage.de

BERATUNG & PLANUNG

PLANET GbR,

Ingenieurbüro für Energie- und Versorgungstechnik, Donnerschweer Str. 89/91, 26123 Oldenburg, Tel. 0441-85051, info@planet-energie.de

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

MESSDATENMANAGEMENT UND MONITORING

Werum Software & Systems AG,

Wulf-Werum-Straße 3, 21337 Lüneburg, Tel. 04131-8900-0, Fax -20, info@werum.de, www.werum.de

ORGANISATION

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

PRÜFTECHNIK

Maximator GmbH, Hochdrucktechnik, Lange Straße 6, 99734 Nordhausen, Tel. 03631-9533-0, Fax -5010, info@maximator.de

SPEICHERTECHNIK

Ballonbau Wörner GmbH, flexible Gasspeicher,

Zirbelstraße 57 c, 86154 Augsburg, Tel. 0821-4-50406-0, Fax: -19641, info@ballonbau.de, www.ballonbau.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 H₂-Projekten, H₂-Tankstelle, H₂-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

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.

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 – Wasserstoff Region Rheinland e. V., Goldenbergstr. 1, 50354 Hürth, Tel. 02233-406123, 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

Borit NV, Bipolarplatten und Interconnects, Lammerdries 18d, 2440 Geel, Belgien, Büro Deutschland: Tel. 08171-3650039, joachim.kroemer@borit.be, www.borit.be

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

SMA Solar Technology AG, Sonnenallee 1, 34266 Niestetal, Tel. 0561-9522-3308, Fax -4896, www.sma.de



2. MCC-KONGRESS







Erneuerbare Energien 2012

14. und 15. März 2012 in Berlin

- ► Die EEG-Novelle 2012 Rahmenbedingungen für den regenerativen Aufschwung
- ► Das Energiesystem von Morgen: Zentral oder Dezentral?
- ► Erneuerbare Energien im europäischen Kontext
- ► Investitions- und Optimierungsstrategien bei Erneuerbaren Energien – Wieviel Ausbau ist trotz sinkender Förderungen möglich?
- ▶ "Pack die Sonne in den Tank"
 - Energiespeicher für Erneuerbare Energien
 - Effektivitäts- und Effizienzbetrachtungen
- ► Erneuerbare Energien heute und morgen: Aktuelle Entwicklungen bei Solar-, Wind-, Wasserkraft-, Bio-Energie und Geothermie

KEYNOTE SPEAKER:



Thomas Rachel parl. Staatssekretär, Bundesministerium für Bildung und Forschung



Stephan Kohler Vorsitzender der Geschäftsführung, Deutsche Energie-Agentur GmbH

Ihre Referenten und Diskussionspartner:

Dr. Martin Altrock, Rechtsanwalt und Partner, Becker Büttner Held
 Cord Müller, Geschäftsführer, Stadtwerke Aalen GmbH • Fritz Nüßle, Geschäftsführer, Zent Frenger GmbH • Dr. Axel Müller-Groeling, Vorstand, CENTROSOLAR Group AG • Dr. Klaus Weber, Geschäftsführer, Strabag Offshore Wind GmbH • Prof. Dr. Manfred Fischedick, Vizepräsident, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH • Boris Schucht, CEO, 50Hertz Transmission GmbH • Michael Riechel, Mitglied des Vorstands, Thüga AG • Holger Gassner, Leiter Märkte und Politik, RWE Innogy GmbH • Dr. Wolfgang von Geldern, Vorsitzender, Wirtschaftsverband Windkraftwerke e.V. • Dr. Matthias Dümpelmann, Geschäftsführer, 8KU Renewables GmbH

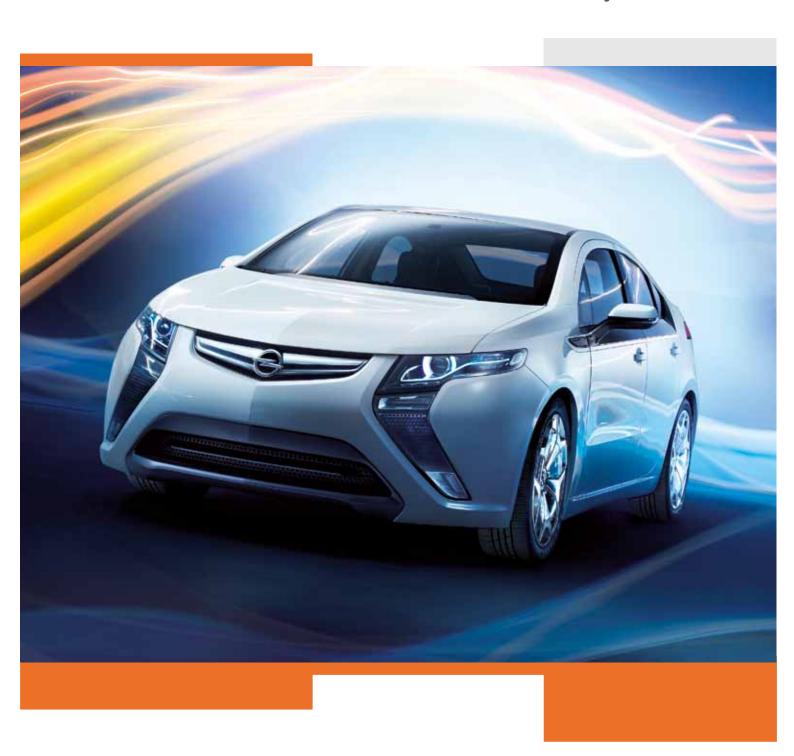




April 3-5, 2012 Porte de Versailles, Paris

eCarTec Paris 2012

3rd International Trade Fair for Electric Mobility



www.ecartec-paris.eu