Hydrogeit Verlag / www.hzwei.info / 16. Jahrgang / Juli 2016 / 8 €

Hzwei

DAS MAGAZIN FÜR WASSERSTOFF UND BRENNSTOFFZELLEN

→ HONDA NIMMT MIT CLARITY FUEL CELL KAMPF MIT MIRAI UND IX35 FCEV AUF

→ INTERVIEW MIT NOW-CHEF DR. KLAUS BONHOFF: WIR SIND NOCH NICHT FERTIG!

07016
9 771862 393005

INHALTSVERZEICHNIS

2 Impressum

3 Editorial

4 Meldungen
Kuhn unterstützt Elcore
Käppner geht zu Thyssen Krupp
Exytron gewinnt GreenTec Award
1,4 MW für Mannheim

8 Messen
Große Investments im H_2-Sektor

10 Hausenergie
Die IBZ rüstet sich fürs TEP
EU nimmt PACE auf

12 Politik
Interview mit NOW-Geschäftsführer Dr. K. Bonhoff

15 Energiespeicherung
Ökostrom für Orkney-Inseln
H2ORIZON – DLR investiert in H_2-Standort

18 Elektromobilität
H_2Mobility-Kongress vom BMVI in Berlin
H_2 MOBILITY mit neuer Führung
Honda übergibt den ersten Clarity Fuel Cell
H_2 tanken – Routine oder Herausforderung?
Kaufprämie für Batterie- und Brennstoffzellenautos
Abschlusskonferenz Schaufenster Elektromobilität
8. ePrix der Formel E in Berlin
eCarTec wird zur eMove360°
BeeZero bietet BZ-Carsharing an

32 Entwicklung
SOFC-Systeme für Schwellenländer

34 Markt
Brennstoffzellen mit Potenzial

38 International
Südkorea investiert in Brennstoffzellen
Neuengland bemüht sich
Japan plant Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft

43 Terminkalender

44 Firmenverzeichnis

12 NOW-Chef Dr. Klaus Bonhoff im HZwei-Gespräch

18 Politik und Wirtschaft bekennen sich zu Wasserstoff

30 Formula E Championship mitten in Berlin

IMPRESSUM HZwei

HZwei – Das Magazin für Wasserstoff und Brennstoffzellen

ISSN: 1862-393X
Jahrgang: 16. (2016) / Heft 7, Juli 2016

Verlag: Hydrogeit Verlag
Inh. Sven Geitmann, Gartenweg 5
D - 16727 Oberkrämer

USt!D.: DE 221143829

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

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

Anzeigen: Kirsten Laasner Projektmanagement, Bad Segeberg
Lektorat: Dione Gutzmer, Berlin

Druck: Printec Offset – medienhaus, Kassel
PEFC-zertifiziertes Papier

Druckauflage: 4.500 Stück (plus 20.000 Downloads/Jahr)
Erscheinungsweise: 4 x jährlich

Einzelpreis (Inland): 8,00 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 2,00 € Versand)
Jahrespreis (Inland): 30,00 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 7,00 € Versand)
Einzelpreis (Europa): 8,00 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 4,00 € Versand)
Jahrespreis (Europa): 30,00 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 16,00 € Versand)

Studenten: 50 % Ermäßigung
Kündigung: jederzeit möglich, 6 Wochen vor nächster Ausgabe

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

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

H_2YDROGEIT Verlag

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

Titelbild:
Honda Clarity Fuel Cell (Foto: Honda)

NUR ZUR ERINNERUNG

Liebe Leserinnen und Leser!

Während meiner Recherche zu dem Bericht über die zweite Generation des Brennstoffzellenfahrzeugs von Honda, den *Clarity Fuel Cell* (s. S. 21), erinnerte ich mich plötzlich an längst vergangene Tage. Genauer gesagt an Texte, die ich vor vielen Jahren geschrieben beziehungsweise gelesen habe. Ich blätterte nach und fand folgende Zeilen, die ich Ihnen nicht vorenthalten möchte:

„Als besonderer Erfolg des zweitgrößten japanischen Automobilunternehmens muss anerkannt werden, dass es Honda – ebenso wie dem Erzrivalen Toyota – vor allen westlichen Autokonzernen gelungen ist, Brennstoffzellenautos in Kundenhand zu übergeben. Diesem symbolischen Akt war ein monatelanges Wettrennen vorausgegangen, das darin mündete, dass sowohl Honda als auch Toyota am selben Tag, dem 2. Dezember 2002, jeweils sechs Fahrzeuge an Kooperationspartner übergaben. Vier Exemplare des Toyota FCHV kamen im Großraum Tokyo bei Ministerialbehörden zum Einsatz, zwei weitere wurden am gleichen Termin in den USA an die kalifornischen Universitäten Irvine und Davis übergeben. Die Hochschulen erhielten die Fahrzeuge für 10.000 Euro pro Monat über einen Leasing-Zeitraum von 30 Monaten.

Für Honda war dieser Event derart wichtig, dass der Konzernchef Hiroyuki Yoshino zunächst morgens in Japan einen FCX an den japanischen Ministerpräsidenten Junichiro Koizumi überreichte, dann direkt nach Kalifornien flog und dort am Nachmittag dem Bürgermeister von Los Angeles, James K. Hahn, ein weiteres Exemplar aushändigte.

Ein weiterer Schritt auf dem Weg zur normalen Nutzung dieser innovativen Fahrzeuge machte Honda im Juli 2005. Der japanische Autokonzern übergab das erste Brennstoffzellenauto an Privatleute in Kalifornien, weil dort die derzeit beste Infrastruktur für derartige Fortbewegungsmittel vorzufinden ist (rund 26 Tankstellen). Die symbolische Leasingrate (inkl. Wartung und Versicherung) lag bei etwa 500 US-Dollar im Monat.“

Dieser Text stammt aus meinem Buch *Wasserstoff-Autos – Was uns in Zukunft bewegt,* erschienen im März 2006 im Hydrogeit Verlag (ISBN 978-3-937863-07-8).

Ich blätterte weiter und fand auch noch folgende Pressemeldung aus dem Hause Honda:

„Tokyo, Japan, 13. Juni 2008 – Mit dem FCX Clarity stellt Honda den Teilnehmern des G8-Gipfels in Toyako, Japan, das weltweit erste in Serie produzierte Brennstoffzellenfahrzeug vor. Eine kleine Flotte des Civic Hybrid dient während des Gipfels zur umweltschonenden Fortbewegung.“

Nach kurzer Recherche fand ich passend dazu eine recht ähnliche Version – ebenfalls aus dem Hause Honda – nur mit aktuellerem Datum:

„Tokyo, Japan, 26. Mai 2016 – Honda Motor Co., Ltd. stellt Hondas Brennstoffzellenauto Clarity Fuel Cell und Automated Drive, ein Entwicklungsfahrzeug für autonomes Fahren für den G7-Gipfel 2016 in Ise-Shima, Japan, der vom 26. bis 27. Mai 2016 stattfindet, zur Verfügung.“

Sie fragen sich vielleicht, warum ich dies hier im Editorial schreibe, was durchaus berechtigt wäre. Ich würde Ihnen dann antworten:

Ich bin es allmählich leid, immer wieder von Verzögerungen und Versäumnissen in der Brennstoffzellenbranche zu berichten. Deswegen dachte ich mir, vielleicht ist es schlauer, einfach mal innezuhalten und zurückzuschauen, was bisher geschehen ist. Somit überlasse ich es jetzt Ihnen, eigene Schlüsse aus diesen Texten zu ziehen.

Als kleine Hilfestellung empfehle ich Ihnen aber, einfach mal selber zu überlegen, wer damals und wer heute führend ist bei BZ-Autos. Oder fragen Sie sich, warum hier nicht einfach die Namen anderer Automobilhersteller eingesetzt werden können. Und lesen Sie einfach mal die Seiten 21 oder 41 und schauen, welche Unternehmen hier wirklich nachhaltig agieren und die Brennstoffzellentechnik voranbringen, ohne immer auf die „Renditen der Aktionäre“ Rücksicht zu nehmen (s. Bonhoff-Interview S. 12).

Vielleicht sprechen Sie dann bei nächster Gelegenheit mal einen Mitarbeiter aus Stuttgart, München, Wolfsburg, Rüsselsheim oder Ingolstadt an, was dort innerhalb der letzten 14 Jahre passiert ist, und fragen Sie einfach mal Daimler, warum die jetzt einen F-Cell-Plug-in-Hybrid bauen wollen. ||

Herzlichst

Sven Geitmann
HZwei Herausgeber

PS: Und bitte vergleichen Sie auch mal die Anzahl der öffentlichen H_2-Tankstellen in den USA – damals und heute (s. S. 40).

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

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

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

DWV
Deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband

Weltkonferenz WHEC in Saragossa ... Deutscher Wasserstoffkongress in Berlin ... Der DWV wird 20 Jahre alt ...

KUHN UNTERSTÜTZT ELCORE

Quelle: Elcore

Der Hersteller von Brennstoffzellen-Heizungen Elcore hat bereits Anfang des Jahres Sascha Kuhn in die Geschäftsführung berufen. Der ehemalige Geschäftsführer der Bayerngas Energy Trading GmbH soll mit seiner Management-Kompetenz das Wachstum des Münchener Unternehmens weiter vorantreiben. Kuhn verfügt über langjährige Erfahrung in der Energiewirtschaft und gilt als Spezialist für Unternehmen in Wachstumsphasen. Bei der Elcore GmbH übernimmt er die kaufmännischen Aufgaben innerhalb der Geschäftsführung. Er sagte: „Ich freue mich sehr über die Chance, eine effiziente und zukunftsweisende Technologie wie die Brennstoffzelle gemeinsam mit dem Elcore-Team voranzubringen und meine Erfahrung auch auf physische Produkte zu übertragen.“ Der Unternehmensgründer Dr. Manfred Stefener ergänzte: „Nun kommt es darauf an, die Vertriebswege auszubauen und die Organisation zu optimieren. Dafür braucht es genau die betriebswirtschaftlichen und juristischen Kompetenzen, die Sascha Kuhn mitbringt.“ ||

Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung

HESSEN

www.H2BZ-Hessen.de/BZ-Forum2016

15. Brennstoffzellenforum Hessen

Innovationen für eine nachhaltige Logistik

13. September 2016, HOLM, Frankfurt am Main

Foto: Still GmbH

HessenAgentur
HA Hessen Agentur GmbH

H2BZ Initiative Hessen

Bei uns hat ENERGIE ZUKUNFT
www.energieland.hessen.de

DWV FEIERT 20. JUBILÄUM

Wenn diese Zeitschrift ausgeliefert wird, ist der Deutsche Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband e. V. (DWV) bereits 20 Jahre alt. Am 12. Juni 1996 trafen sich acht Gründungsmitglieder in Berlin und hoben den gemeinnützigen Verein aus der Taufe. Die entsprechende Jubiläumsveranstaltung wird am 6. Juli 2016 mit etwa 200 geladenen Gästen aus Wirtschaft, Politik und Wissenschaft in der Bundeshauptstadt begangen. Zeitlich passend dazu wird ebenfalls in Berlin am 5. und 6. Juli der alle zwei Jahre stattfindende siebte Deutsche Wasserstoff Congress in der Vertretung des Landes Nordrhein-Westfalen abgehalten und einen Tag später, am 7. Juli 2016, die 21. ordentliche Mitgliederversammlung des DWV. ||

EXYTRON GEWINNT GREENTEC AWARD

Quelle: GreenTec Awards

Zunächst war allein schon die Nominierung bei den diesjährigen GreenTec Awards ein Erfolg für Exytron, aber dann gewann das Rostocker Unternehmen sogar noch den Start-up-Sonderpreis. Zum neunten Mal wurden in diesem Jahr die Umweltpreise verliehen. Überreicht wurden sie im Rahmen einer Gala am 29. Mai 2016 im Internationalen Congress Center München. Das im Jahr 2013 gegründete Unternehmen Exytron erhielt seinen mit 10.000 Euro dotierten Preis bereits im Rahmen der Hannover Messe Ende April (s. Foto). Ausgezeichnet würde das Team von Dr. Manfred Grigo für seine *SmartEnergyTechnology®*, die eine besonders effiziente Stromspeicherung ermöglicht.

Überschüssiger Ökostrom wird dabei zunächst mit Hilfe eines speziellen Katalysators, der vom Rostocker Leibniz-Institut für Katalyse entwickelt wurde, kurzzeitig in Wasserstoff zwischengespeichert, bevor das energiereiche Gas methanisiert und in einem Erdgastank eingelagert wird. Bei Bedarf kann das Methan verbrannt werden, wobei das freiwerdende Kohlendioxid als Wertstoff in einem geschlossenen Kreislauf rückgeführt und wieder für die Methanisierung genutzt wird, so dass weder fossile Ressourcen verbraucht werden noch CO_2 in die Umgebung abgegeben wird. Die Wärme kann für Heizzwecke und Warmwasser genutzt werden – sowohl in Einfamilienhäusern als auch in großen Gewerbeimmobilien. Erprobt wird diese Technologie derzeit im rheinhessischen Alzey, wo die Bewohner von 37 Häusern

in einer neuen Wohnsiedlung (kommerziellen Pilotprojekt) bis Oktober 2016 auf diese Weise dezentral mit Strom und Wärme versorgt werden – CO_2- und NO_X-frei. ||

KÄPPNER GEHT ZU THYSSEN KRUPP

Roland Käppners Reise durch die Unternehmen geht weiter: Zunächst war er jahrelang bei Siemens aktiv, bevor er Geschäftsführer bei der McPhy Energy Deutschland GmbH wurde. Im August 2015 wechselte er dann zu GKN Sinter Metals (s. HZwei Okt. 2015). Seit dem 1. Juli 2016 erfüllt er nun neue Aufgaben als Leiter von Vertrieb und Geschäftsentwicklung der Industriesparte von Thyssen Krupp. Dort bei der Thyssen Krupp Industrial Solutions AG wird er sich unter anderem mit dem Bau von brennstoffzellenbetriebenen U-Booten, mit der Chloralkali- und Wasserelektrolyse sowie mit Lösungen zur Dekarbonisierung (z. B. Carbon2Chem) beschäftigen. ||

1,4 MW FÜR MANNHEIM

Große Brennstoffzellenanlagen im Megawatt-Leistungsbereich stehen bislang vorrangig in Korea oder in den USA. Jetzt soll auch Deutschland ein Kraftwerk mit 1,4 MW bekommen. Der Bau der neuen Anlage von FuelCell Energy Solutions erfolgt derzeit in Mannheim-Friedrichsfeld (s. Foto). E.ON Connecting Energies installiert das *DirectFuelCell®*-Aggregat seit Februar 2016 auf dem Gelände der Friatec AG. Die technische Abnahme der Schmelzkarbonatbrennstoffzelle soll laut Michael Schaefer, Leiter der Friatec-Betriebstechnik, Ende Juli, die feierliche Inbetriebnahme im September 2016 stattfinden. 60 Prozent des Gesamtenergiebedarfs des Kunststoffverarbeiters soll dann per Kraft-Wärme-Kopplung von der Brennstoffzelle gedeckt werden (elektr. Wirkungsgrad: 47 %). Der Friatec-Geschäftsführer Klaus Wolf erklärte: „Unsere Produktionsprozesse lösen einen hohen Bedarf an Strom und Wärme aus. Mit der Brennstoffzellentechnologie decken wir diesen Bedarf effizient und sauber." (s. auch Aktienanalyse auf S. 34) ||

Quelle: Friatec

THE LINDE GROUP
Linde
Linde Hydrogen – From A to Zero.
We are the company with complete Hydrogen technology know-how. We make it and manage it, so that you can move with Zero emissions.
Our innovative solutions start with renewable Hydrogen production, storage and distribution, extending to dispenser manufacturing, fuelling stations and infrastructures for bus fleets, material handling vehicles and cars.
Complemented by our wide range of services along the entire Hydrogen value chain, we are your partner from A to Zero. Zero emissions mobility powered by Linde.
www.linde-gas.com/hydrogen

WORLD OF ENERGY SOLUTIONS
10. – 12. Oktober 2016
Messe Stuttgart

Let's motivate the market!

f-cell

Was die Branche bewegt.
Wie Sie vorwärts kommen.

Die internationale Messe und Konferenz **f-cell** zeigt, wie Brennstoffzelle und Wasserstofftechnologien die Energie- und Mobilitätswende voranbringen.

Im Mittelpunkt: Technischer Fortschritt, Produktion, Vernetzung, Märkte.

Mit dabei: Produzenten und Anwender, Wissenschaft und Industrie, Experten aus aller Welt.

Die Plattform: Die **WORLD OF ENERGY SOLUTIONS** vernetzt die Themen Wasserstoff, Brennstoffzelle und Batterie. Entdecken Sie Lösungen für mobile und stationäre Anwendungen.

Werden Sie Teil des Netzwerks!

Fokus 2016:
Intelligente Systemlösungen für vernetzte Anwender

www.world-of-energy-solutions.de

EZELLERON WANDERT AUS

Quelle: eZelleron

Während die einen von einer Insolvenz des Dresdner Start-ups eZelleron reden, heißt es bei den anderen nur, der Firmensitz würde in die USA verlegt. Was ist also dran an diesen Gerüchten? Klar ist zunächst einmal, dass sich die Auslieferung des Brennstoffzellengeräts *kraftwerk* verzögert. Hintergrund ist, dass am 18. April 2016 das Insolvenzverfahren über das Vermögen der eZelleron GmbH beim Amtsgericht Dresden eröffnet wurde.

Obwohl das sächsische Unternehmen im Januar 2015 in einer spektakulären Crowdfunding-Aktion (s. HZwei-Heft Apr. 2015) über 1,5 Mio. US-$ zusammenbekommen hatte, scheint dieses Geld bei weitem nicht für die geplante Weiterentwicklung und Fertigung der flüssiggasbetriebenen BZ-Ladegeräte auszureichen. Hier wird es allerding schon kompliziert, denn das Crowdfunding lief über die US-amerikanische Internetplattform Kickstarter.com, und für die hatte eZelleron-Chef Sascha Kühn (s. Foto) eine eigene Gesellschaft in den USA gegründet, die eZelleron Inc. Die über Kickstarter getätigten Vorbestellungen der über 11.500 Unterstützer laufen also über diese amerikanische Firma, die normal weiterarbeitet. Insolvent ist lediglich die deutsche eZelleron GmbH.

Fast gleichzeitig mit der Eröffnung des Insolvenzverfahrens, genau genommen fünf Tage früher, eröffnete eZelleron in Palo Alto ein neues Büro. Passend dazu verkündeten die Sachsen, dass der Geschäftssitz in die Vereinigten Staaten von Amerika verlagert würde, weil „die Einstellung und der Antrieb für solch eine revolutionäre Technik nur in Silicon Valley geboren und herangezogen werden können". Mitgründer Martin Pentenrieder erklärte: „Unglücklicherweise ist es nach wie vor eine unmögliche Aufgabe, in Europa nach Wachstumskapital zu suchen."

Trotzdem möchte Sascha Kühn seine Mannschaft in Dresden weiterhin bei der Stange halten und die Produktion der BZ-Kraftwerke wie ursprünglich geplant in seinem Heimatort durchführen. Voraussichtlich wird dafür jedoch die eZelleron GmbH aufgelöst und in eine kraftwerk Inc. Holding überführt, die ihren Hauptsitz in Silicon Valley hat.

Am 1. Juni 2016 vermeldete nun das Unternehmen über seine Kickstarter-Homepage, dass sich aufgrund all dieser Unwägbarkeiten die Geräteauslieferung um sechs Monate verzögern wird, was unter den Unterstützern zu teils harscher Kritik führte. ||

GERMAN ACCELERATOR
kraftwerk nimmt ebenso wie Hydrogenious an dem vom Bundeswirtschaftsministerium initiierten Programm *German Accelerator* teil, das Start-ups den Zugang zu internationalen Märkten erleichtern soll. Mitte Oktober war die eZelleron GmbH bereits von einer Fachjury für das Programm auserkoren worden. Außerdem wurde das Büro in Palo Alto von *German Accelerator* zur Verfügung gestellt.

BAU KANN BEGINNEN

Jetzt wird's konkret in der Schweiz: Wie die IBAarau AG Mitte Juni 2016 vermeldete, hat der schweizerische Energieversorger konkrete Schritte in die Wege geleitet, um das von H2 Energy und Coop Mineraloel AG initiierte Vorhaben (s. HZwei-Hefte Juli 2015 & April 2016) in die Praxis umzusetzen. Und zwar reichte IBAarau kürzlich ein Baugesuch ein, um eine H_2-Produktionsanlage an seinem Wasserkraftwerk in Aarau zu errichten. Das dortige Kraftwerk soll ab 2017 zwei Prozent seiner Stromproduktion für die geplante Elektrolyseanlage nebst Verdichterstation abzweigen. Der komprimierte Wasserstoff soll dann in großen Flaschentanks gespeichert und zur ersten öffentlichen H_2-Station in der Schweiz transportiert werden. Die bereits in Hunzenschwil in Betrieb befindliche Coop-Mineraloel-Tankstelle wird dann ausreichend Wasserstoff für etwa 170 Personenwagen bereitstellen. ||

NEUER FCH-JU-CHEF

P. Vannson und B. Biebuyck (r.) [Quelle: FCH JU]

Das Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH2 JU) hat seit Mai 2016 einen neuen Geschäftsführer. Bart Biebuyck übernahm Mitte des Monats die Aufgaben von Bert de Colvenaer, der nach Beendigung seiner Amtszeit im Dezember 2015 von Philippe Vannson, dem Abteilungsleiter für fortschrittliche Energiesysteme der Europäischen Kommission, zeitweise vertreten worden war. Biebuyck war zuvor als Technical Senior Manager in der Brennstoffzellenabteilung von Toyota Motor Europe aktiv, wo er auch im Rahmen der deutschen Clean Energy Partnership (CEP) in Berlin tätig war. Darüber hinaus arbeitete der Niederländer zwei Jahre lang am Small Vehicle Development Project von PSA und Toyota.

Pierre-Etienne Franc, Vorsitzender des FCH-JU-Lenkungsrats für Hydrogen Europe, erklärte: „Der Wasserstoff- und Brennstoffzellensektor hat einen entscheidenden Punkt erreicht, und wir brauchen für die Chancen und Herausforderungen der Zukunft eine starke Führung. Bart Biebuyck bringt die umfangreiche Erfahrung […] sowie ein tiefes Verständnis für die Technologie.“ Biebuyck selbst sagte: „Ich fühle mich geehrt, ausgewählt worden zu sein, um die FCH2 JU zu führen, und ich freue mich darauf, mit allen Mitgliedern diese saubere Technologie in der europäischen Gesellschaft bekannter zu machen und damit zu einer klimafreundlichen Wirtschaft beizutragen.“ ||

Höchste Qualität
ist unser Standard
GRAEBENER MASCHINENTECHNIK
www.graebener-maschinentechnik.de
Vom Erstmuster bis zur Aufskalierung
einbaufertig für Ihr System
Ihr kompetenter Technologie-Partner für
• metallische Bipolarplatten
• Separatorplatten
• Mikrostrukturplatten
Präzision bis ins Detail
Gräbener Maschinentechnik GmbH & Co. KG Achim Edelmann: a.edelmann@graebener-group.com Tel. 02737 - 989 367

Thema: Messen | **Autor:** Sven Geitmann

GROSSE INVESTMENTS IM H_2-SEKTOR

Hannover Messe 2016

Abb. 1: Maroš Šefčovič, EU-Kommissar für die Energieunion (l.), nahm sich viel Zeit für Brennstoffzellen, hier im Gespräch mit Franz Loogen von e-mobil BW

Tobias Renz konnte in diesem Jahr einen kleinen Rekord feiern: Mit insgesamt 160 Ausstellern aus 25 Ländern gab es so viele Stände wie noch niemals zuvor auf dem von ihm organisierten Gemeinschaftsstand Wasserstoff + Brennstoffzellen + Batterien. Mit ein Grund für diesen Erfolg dürfte die rege Teilnahme aus den USA mit allein 21 Vertretern gewesen sein. Die Vereinigten Staaten von Amerika waren dieses Mal Partnerland der weltweit größten Industrieschau, weshalb es am Vormittag des ersten Veranstaltungstages aus Sicherheitsgründen etliche Komplikationen auf dem Messegelände gab, als US-Präsident Barack Obama zur Eröffnung den traditionellen Rundgang mit Bundeskanzlerin Angela Merkel antrat.

Die Stimmung in der *Energy*-Halle 27 war in diesem Jahr insgesamt neutral bis zuversichtlich und damit weitaus besser als noch in den vergangenen Jahren, in denen sie zeitweise zwischen Resignation und Ungeduld hin und her wechselte. Durchaus positive Rückmeldungen waren beispielsweise von der Brennstoffzellen-Zulieferindustrie zu hören, die inzwischen in einigen Bereichen recht hohe Stückzahlen fertigt und ausliefert. So berichtete die borit Leichtbau-Technik GmbH, dass ihre Produktionskapazität mit 100.000 Bipolarplatten im Jahr derzeit ausgelastet ist. Allerdings ist aktuell nicht ersichtlich, wo genau all diese Platten verbaut werden. Selbst mit der Zusatzinformation, dass rund 400 Stück pro Stack benötigt werden, bleibt die Frage offen, wer all diese Stacks einsetzt. Bislang ist nur klar, dass vorrangig der Automotivsektor als Abnehmer fungiert und etliche Platten für die vielen verschiedenen Tests benötigt.

Insgesamt erschienen 5.200 Aussteller aus 75 Ländern auf der Hannover Messe. Gemeinsam belegten sie fünf Prozent mehr Fläche als im Vergleichsjahr 2014.

DOE FÖRDERT BZ-TECHNIK SEIT 1970 Zur Würdigung des Partnerlandes USA hatte auch Tobias Renz einen US-amerikanischen Gast bei sich im Public Forum aufs Podium geladen. Dr. Sunita Satyapal, Direktorin für Fuel Cell Technologies beim US Department of Energy (DOE), berichtete während der Pressekonferenz am ersten Messetag unter anderem, dass die Brennstoffzellenaktivitäten in den Vereinigten Staaten bereits in den 1970er Jahren im Los Alamos National Laboratory, einer Forschungseinrichtung der US-amerikanischen Regierung in New Mexico, begonnen hätten. Im Jahr 2009 habe dann das DOE eine Initiative speziell für Material-Handling- und Backup-Systeme gestartet, weshalb heute – anders als in Europa – in Nordamerika insbesondere brennstoffzellenbetriebene Niederflurzeuge relativ weit verbreitet sind. Mikro-KWK-Systeme mit Brennstoffzellen seien dort hingegen nicht wirklich ein Thema, auch wenn sie in Japan bereits zigtausendfach installiert werden (s. auch S. 10). Die meisten Aktivitäten im BZ-Sektor gibt es sicherlich in Kalifornien, berichtete Satyapal weiter und ergänzte, dass auch auf Hawaii viel passiere.

NEL INVESTIERT IN H2 LOGIC Stark vertreten war auch Norwegen mit insgesamt acht Institutionen auf seinem Gemeinschaftsstand. Mit dabei war unter anderem wieder NEL Hydrogen, das 2015 zu 100 Prozent den dänischen Anbieter von Wasserstofftankstellen H2 Logic A/S für 34,3 Mio. Euro übernommen hatte. Die aus Norsk Hydro hervorgegangene NEL ASA, in der H2 Logic mit seinem bisherigen Management und auch mitsamt all seinen Mitarbeitern als Tochterunternehmen weitergeführt wird, entwickelt sich damit vom Elektrolyseurhersteller hin zu einem weltweit führenden Anbieter von Wasserstofftankstellen. Dementsprechend hatte NEL Anfang April 2016 verkündet, am H2-Logic-Geschäftssitz in Herning eine neue Produktionsstätte für H_2-Stationen aufbauen zu wollen. Die Fabrik, in die NEL rund 9 Mio. Euro investiert, soll eine ausreichende Kapazität aufweisen, um jährlich 200.000 neue Brennstoffzellenfahrzeuge mit Wasserstoff versorgen zu können: Nach dem Ramp-up sollen dort 300 *H2Station*® pro Jahr produziert werden können.

RGH2 KOOPERIERT MIT TU GRAZ Ein interessanter neuer Player, der sich erstmals der Öffentlichkeit präsentierte, war die Rouge H2 Engineering GmbH (RGH2). Das in Graz ansässige Unternehmen ist spezialisiert auf Energiespeicherung. Ihr Konzept sieht vor, Dampfreformer direkt an Tankstellen zu installieren, um vor Ort (onsite) Wasserstoff aus Biogas zu erzeugen und somit den aufwändigen H_2-Transport zu umgehen. RGH2 greift dafür auf das Know-how von Prof. Viktor Hacker, Leiter der BZ-Gruppe an der TU Graz, und auch von AVL zurück. Das Besondere an ihrem Reformer ist, dass alle wichtigen Bestandteile (H_2-Erzeugung, -Speicherung, -Abgabe) in einer Einheit zusammengefasst werden. Aus Gas verschiedenster Herkunft kann auf diese Weise Wasserstoff hergestellt werden, der dann in einer metallhaltigen „Kontaktmasse“ gespeichert und nach der Erwärmung wieder freigesetzt werden kann. Heraus kommt dann H_2-Gas bei einem vergleichsweise hohen Druck von 40 bis zu 100 bar.

Abb. 2: Obama fand zwar nicht den Weg bis zur Halle 27, aber dafür erschien der französische Wirtschaftsminister Emmanuel Macron auf dem Gemeinschaftsstand

Bei der „Kontaktmasse" handelt es sich nach Auskunft von Hacker, der dieses Verfahren zur Herstellung im Januar 2016 patentieren ließ, um kein Metallhydrid, sondern wahlweise um Eisen, Wolfram, Molybdän oder Germanium, die Wasserstoff oder auch Kohlenmonoxid oder gasförmige Kohlenwasserstoffe unter den gegebenen Temperaturen zumindest teilweise reduzieren. So können verschiedene Kohlenwasserstoffe als Ausgangsmaterial verwendet werden. Außerdem ermöglicht dieses Verfahren eine vergleichsweise einfache Druckerhöhung, indem Gas bei Umgebungsdruck zugeführt und äußerst reiner Wasserstoff dann bei Überdruck entnommen wird.

Die Erzeugung von H_2-Gas erfolgt im Inneren des Reformers mit heißem Dampf bei Temperaturen von vorzugsweise 400 bis 1.000 °C. Das Metall wird dadurch oxidiert und setzt Wasserstoff frei, wobei insbesondere die hohe Reinheit des Gases einer der vielen Vorteile dieses Konzepts ist, so Hacker. Geschäftsführer Florian von Hofer ergänzte, dass mehrere dieser Reformer in beliebiger Anzahl in Parallelschaltung kombiniert werden können. 50 Einheiten könnten somit beispielsweise eine Tankstelle mit ausreichend Wasserstoff für 50 bis 80 BZ-Autos am Tag (ca. 250 kg) versorgen. Weiter berichtete er, dass im nächsten Jahr eine erste Anlage in Österreich installiert werden soll.

Von Hofer sagte *HZwei* zudem, dass er bewusst die Hannover Messe als erste Veranstaltung und speziell den Gemeinschaftsstand von Tobias Renz als Plattform gewählt habe, um dieses Konzept erstmals vorzustellen. Nach einem Vergleich mit zahlreichen anderen Events sei er überzeugt gewesen, dass genau hier sein Zielpublikum zu finden sei. Für ihn ist die Hannover Messe die „qualifizierteste Veranstaltung". Und tatsächlich zeigte er sich äußerst zufrieden – sowohl mit seinem Stand als auch mit dem Interesse seitens der Besucher („großartige Betreuung, da stimmt alles").

DOE FÖRDERT BZ-TECHNIK SEIT 1970 De Nora wählte ebenfalls die Hannoveraner Industriemesse, um hier seine neuste Generation der Gasdiffusionselektroden (GDE) zu präsentieren. Das italienische Unternehmen führt in Lizenz die Arbeiten weiter, die von der BASF begonnen wurden. Vor einigen Jahren war BASF Fuel Cells zunächst in die USA abgewandert und hatte sich dann komplett aus diesem Bereich zurückgezogen. Ihre damaligen Arbeiten an der Celtec-MEA werden jetzt in Lizenz weitergeführt von De Nora und Advent (Elektroden), von Trigona (Membran) sowie von Serenergy und Advent (MEA). De Nora Deutschland beschäftigt derzeit in Rodenbach rund 100 Mitarbeiter, die insbesondere in den Bereichen Chlor-Alkali-Elektrolyse, sauerstoffentwickelnde Elektroden und Wasseraufbereitung tätig sind.

AVL UND GREENLIGHT KOOPERIEREN AVL List und Greenlight Innovation nutzten ihre Präsenz auf der Messe und gaben bekannt, dass sie eine gemeinsame Testplattform für Brennstoffzellenantriebe (Pkw & Nfz) entwickeln wollen. Das österreichische und das kanadische Unternehmen schlossen eine entsprechende Kooperationsvereinbarung, gemäß der eine zeitgerechte Lösung für Automobil-OEMs und Hersteller von Lastkraftwagen mit Brennstoffzellenantrieb angeboten werden soll. Die neue Testplattform soll über Lastbänke, E-Motor-Prüfstände und Klimakammern verfügen und mit Software zur Automatisierung und Simulation sowie für Mess-, Test- und Prüfsysteme ausgestattet werden.

Ross Bailey, CEO von Greenlight Innovation, erklärte: „Greenlight hat 25 Jahre Erfahrung auf dem Gebiet der Brennstoffzellen- und Wasserstoffindustrie, AVL mehr als 65 Jahre Erfahrung in der Antriebsstrangentwicklung. Mit diesem vereinten Know-how wird es uns gelingen, Prüftechnik und Dienstleistungen für Brennstoffzellen anzubieten, die als best-in-class bezeichnet werden können." Weiter sagte er: „Wenn ein Unternehmen wie AVL ein Bekenntnis zu dieser Technologie abgibt, ist dies ein Signal für die Welt, dass Brennstoffzellenfahrzeuge Realität werden können."

NEUORDNUNG BEI HOCHDRUCKSPEICHERN Neuigkeiten gibt es auch aus dem Hochdruckspeichersektor: Nachdem bereits vor vier Jahren der deutsche Hersteller von Composite-Behältern Dynetek nach wirtschaftlichen Problemen von dem britischen Unternehmen Luxfer übernommen worden war, meldete am 23. März 2016 auch der kalifornische Mitbewerber Quantum Insolvenz an (Chapter 11 im US-Recht) und sucht seitdem nach einem Übernahmekandidaten. Weniger Probleme scheint xperion Energy & Environment zu haben, jedenfalls präsentierten sich die Kasseler zum ersten Mal in Hannover. Das zur Avanco Gruppe gehörende Unternehmen ist spezialisiert auf Typ-4-Composite-Hochdruckbehälter und beschäftigt derzeit rund 150 Mitarbeiter im Erdgas- und Wasserstoffbereich.

MOBILITEC WEITER RÜCKLÄUFIG Das Thema Elektromobilität war dieses Mal weniger stark präsent als in der Vergangenheit. Beim Ride&Drive gab es anders als noch in den Vorjahren nur BZ-Autos für Probefahrten, keine batteriebetriebenen. Zudem standen in Halle 27 deutlich weniger E-Fahrzeuge als in den Vorjahren. Während es im Vergleichsjahr 2014 noch 154 Aussteller auf knapp 4.000 m² waren, erschienen in diesem Jahr 120 Aussteller auf 2.000 m². Dafür ging es verstärkt um die Digitalisierung der Mobilität. So erklärte der NPE-Vorsitzende Prof. Henning Kagermann zur Eröffnung des *MobiliTec*-Forums: „Die Zukunft der Mobilität ist vernetzt, elektrisch und automatisiert. […] Wenn wir mal autonomes Fahren haben, kann das nur elektrisch sein. […] Irgendwann zwischen 2020 und 2030 wird sich Elektromobilität gegenüber konventionellen Antrieben schließlich durchsetzen." ||

Abb. 3: Schnitt durch einen Composite-Hochdruckspeicher

Thema: Hausenergie | **Autor:** Sven Geitmann

DIE IBZ RÜSTET SICH FÜRS TEP

Neues Führungsduo stellt sich vor

Es tut sich was im Heizgerätesegment: Neben neuen Akteuren, die derzeit versuchen, sich im Markt zu platzieren, laufen momentan die Bemühungen auf Hochtouren, damit 2017 der Hochlauf der Installationszahlen von Brennstoffzellenheizgeräten starten kann. Vorerst liegt allerdings das Technologieeinführungsprogramm (TEP) noch in Brüssel und wartet auf seine Genehmigung. In Vorbereitung darauf hat sich jetzt die Initiative Brennstoffzelle (IBZ) personell neu aufgestellt.

Da immer noch nicht klar ist, wie das noch für dieses Jahr erwartete TEP schlussendlich aussehen wird, konzentrieren sich die aktuellen Aktivitäten der verschiedenen Player zunächst vornehmlich auf die Personalebene. So bedurfte es im BZ-Heizgerätesektor erst einmal einer neuen Aufgabenverteilung, nachdem Ende 2015 das Innovationsprogramm *Callux* ausgelaufen war (s. HZwei-Heft Jan. 2016). Weil dadurch Alexander Dauensteiner als langjähriger Sprecher dieses *Praxistests Brennstoffzelle fürs Eigenheim* und Leiter Produktmanagement Systemprodukte der Vaillant Group ohne entsprechende Entfaltungsmöglichkeit gewesen wäre, wurde er Anfang dieses Jahres in die Führung der Initiative Brennstoffzelle (IBZ) gewählt. Dort bildet er fortan mit Markus Staudt, Leiter des Hauptstadtbüros der Viessmann Werke GmbH & Co. KG, eine Doppelspitze. Die beiden Herren folgen damit auf die ehemaligen IBZ-Sprecher Andreas Ballhausen, der zuvor bei CFC war und nun bei SOLIDpower in der Geschäftsführung ist, sowie Markus Seidel von EWE.

Die IBZ trägt mittlerweile den neuen Slogan: *Kompetenzzentrum für Brennstoffzellen in der Hausenergieversorgung*

TEP KOMMT NOCH 2016 Dauensteiner erklärte: „Die Industrie steht nach über 15 Jahren Forschung und Entwicklung jetzt an der entscheidenden Schwelle." Gemeint ist damit, dass voraussichtlich noch in diesem Jahr das Technologieeinführungsprogramm (TEP) kommen wird. Dieses soll eine Laufzeit von sieben Jahren haben, so dass im Jahr 2022 rund 75.000 Anlagen vorhanden sein sollten. Damit könnte dann ein selbsttragender Markt entstehen.

Staudt wies darauf hin, dass momentan jährlich 700.000 Heizgeräte in den Markt gebracht werden, allein im Bereich der Wärmepumpe sind es 60.000 Stück im Jahr. Das Ziel sei, dass die Brennstoffzelle in den Bereich komme, in dem die Wärmepumpe heute ist, wobei letztere Technologie aber schon einige Jahre ausgereift ist.

Dr. Frank Heidrich, Ministerialdirigent des Bundeswirtschaftsministeriums, räumte allerdings während einer Podiumsdiskussion auf der Hannover Messe ein, dass „wir hier im Bereich europäische Beihilferegelung hängen" und dass das TEP als Einzelprogramm in Brüssel genehmigt werden müsse. Seit dem 26. April 2016 liege es am EU-Hauptsitz vor, so dass die dortigen Vertreter zwei Monate Zeit zur Bearbeitung hätten. „Wenn alles gut geht, müssten wir zum Jahresende damit durch sein", so Heidrich.

Abb. 1: Markus Staudt, neuer IBZ-Sprecher

Geplant sei, dass dann rund 10.000 Euro für 1 kW_{el} an Förderung gezahlt werde, wobei Anlagen bis 5 kW_{el} förderfähig seien (max. 28.000 Euro; dazwischen mit linearer Verteilung). Hinzu kämen die Einspeisevergütungen aus dem KWK-Gesetz. Dr. Heidrich wies jedoch darauf hin, dass eine angemessene Wartung eine Voraussetzung zur Qualitätssicherung sei: „Der Installateur muss einen zehnjährigen Wartungsvertrag anbieten, ansonsten gibt es kein Geld."

500 MIO. EURO FÜR SIEBEN JAHRE Alexander Dauensteiner berichtete weiterhin, dass während der NOW-Vollversammlung in Berlin ein Vertreter von Toshiba erzählt habe, in Japan seien für das *ene-farm*-Programm insgesamt 650 Mio. Euro investiert worden. Das anvisierte deutsche Programm läge mit grob 500 Mio. Euro verteilt über sieben Jahre in vergleichbarer Größenordnung. Daraus folgerte Dauensteiner: „Wenn wir das hinkriegen, dann glaube ich schon, dass wir hier ein Kapitel in Deutschland beenden können und zeigen, dass nicht nur die Japaner, sondern auch wir hier in Deutschland und Europa es schaffen, Innovationen in den Markt zu bringen."

SOLIDPOWER KOOPERIERT MIT CCTC SOLIDpower war bis Anfang des Jahres auf personeller Ebene noch damit beschäftigt, die Übernahme der Heinsberger CFC GmbH abzuschließen. Frank Obernitz, der ehemalige CFC-Geschäftsführer, teilte gegenüber *HZwei* mit, dass „alle Arbeitsplätze und die Kunden gesichert" werden konnten. Er selber nahm allerdings im Februar 2016 eine neue Tätigkeit auf, und zwar als Geschäftsführer der Guidion Deutschland GmbH, eines Unternehmens, das sich in Düsseldorf mit Dienstleistungen im Energiesektor beschäftigt".

Währenddessen sicherte sich SOLIDpower mit Sitz in Mezzolombardo, Italien, den Zugang zum chinesischen Markt, indem es Mitte Januar 2016 einen Vertrag mit der Chaozhou Three-Circle Group Ltd. (CCTC) unterzeichnete. CCTC gilt als eines der zehn wichtigsten Entwicklungs- und Fertigungsunternehmen für Elektro- und Keramikkomponenten im Reich der Mitte und hatte sich einen Teil des geistigen Eigentums der 2015 in Insolvenz geratenen australischen Ceramic Fuel Cells Limited (CFCL) gesichert. Guido Gummert, Geschäftsführer

der SOLIDpower Deutschland, erklärte: „Mit dieser Vereinbarung stehen SOLIDpower nun unbegrenzt die Tore offen, die Etablierung des *BlueGEN* markt- und bedarfsgerecht voranzutreiben." Die ersten Zellen aus der CCTC-Brennstoffzellenfertigung wurden bereits nach Heinsberg geliefert.

NEUER AKTEUR IM SOFC-SEKTOR Ein neuer Player im Mikro-KWK-Sektor ist die Ceragen GmbH mit Sitz in Unterhachingen. Das bayerische Unternehmen wurde im Herbst 2014 von Oliver Freitag und Dr. Marc Bednarz gegründet und ist seit Juli 2015 operativ im Bereich Hochtemperaturbrennstoffzellen tätig. Freitag, der zuvor maßgeblich am Aufbau von SFC Energy mitwirkte und somit ursprünglich mit Direktmethanol-Brennstoffzellen zu tun hatte, versucht sich jetzt an Festoxidsystemen. Das Know-how dafür kommt vom Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS), das seit 2007 über elf Mio. Euro in diese Technologie investiert hat, und basiert auf dem *eneramic*-System, einem flüssiggasbetriebenen SOFC-Gerät, das als APU-Prototyp von den Sachsen bereits in den vergangenen Jahren präsentiert worden war (s. HZwei-Heft April 2015).

In den vergangenen Monaten war die Ausgliederung eines Spin-offs vorangetrieben worden. Mittlerweile wurde an dessen Stützpunkt in Dresden eine Ceragen-Betriebsstelle eingerichtet. Bednarz, der zunächst beim Aufbau der elcore GmbH mitgewirkt hatte und anschließend bis Juni 2015 als freier Berater für das IKTS aktiv gewesen war, verabschiedete sich allerdings Ende April 2016 von Ceragen und wechselte in die Greentech-Branche nach Asien.

Wie Freitag gegenüber *HZwei* mitteilte, verfügt die erste Version des *eneramic*-Systems über eine Leistung von 100 W und wird mit einem Wärmespeicher kombiniert. Derzeit ist geplant, erste Geräte bei strategischen Kunden im Feld zu testen und das Leistungsspektrum bis auf 250 W_{el} beziehungsweise 500 W_{therm} anzuheben. Anvisiert werden Stack-Materialkosten von weniger als 300 Euro pro Kilowatt. Fertigungspartner seien zwar bereits vorhanden, aber bevor ein marktfähiges Produkt angeboten werden könne, dürften wohl noch über 18 Monate vergehen. ||

Abb. 2: Erste eneramic-Vorstellung auf der HMI 2010

EU NIMMT PACE AUF

Auf europäischer Ebene ist beschlossen worden, dass die Förderung im Bereich der Brennstoffzellenheizgeräte weitergeführt wird. Wie das Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU) bekanntgab, startete am 1. Juni 2016 das Projekt *PACE (Pathway to a Competitive European FC mCHP market),* für das insgesamt 34 Mio. Euro an Fördergeldern bereitgestellt werden. Auf diese Weise sollen bis Februar 2021 über 2.650 Mikro-KWK-Geräte bei echten Kunden ins Feld gebracht werden, um so den Markthochlauf zu unterstützen. Gleichzeitig sollen über ein Monitoringverfahren Rückschlüsse für die Optimierung der weiteren Entwicklung gezogen werden. Den Herstellern soll mit diesem Programm, das über ein Gesamtvolumen in Höhe von 90 Mio. Euro verfügt, die Möglichkeit gegeben werden, ihre Fertigungslinien auf Serienproduktion einzurichten und die Produktion zu automatisieren, um dadurch die Gerätekosten reduzieren zu können. *PACE* tritt somit an die Stelle von *ene.field,* das ebenfalls von COGEN Europe koordiniert wurde, aber nach fünf Jahren Laufzeit im August 2016 ausläuft.

Vier der führenden europäischen Hersteller (Bosch, SOLIDpower, Vaillant und Viessmann) sagten in diesem Rahmen zu, ihre Produktionskapazitäten bis 2018 auf über 1.000 Aggregate pro Jahr auszubauen. Jeder von ihnen wird in PACE über 500 Einheiten aufbauen. ||

Seminar
Batterien für Bordnetze, Hybrid- und Elektrofahrzeuge
Lithium-Ionen und andere Systeme
(mit Besichtigung des ISEA Batterieprüfzentrums)
am 27. - 28.09.2016 in Aachen
H010-09-698-6

Seminar
Elektrisches Fahren
Antrieb, Batterie und Ladeinfrastruktur,
autonomes Fahren
am 13.10.2016 in Stuttgart
H010-10-533-6

Mehr Infos finden Sie unter:
www.hdt-essen.de/batterietechnik

HAUS DER TECHNIK
Partner der RWTH Aachen
und der Universitäten Duisburg-Essen
Münster - Bonn - Braunschweig

Thema: Politik | **Interviewpartner:** Klaus Bonhoff

WIR SIND NOCH NICHT FERTIG

Interview mit Dr. Klaus Bonhoff von der NOW GmbH

Seit der Gründung der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) GmbH im Jahr 2008 leitet Dr. Klaus Bonhoff deren Geschicke. Seitdem ist er das Gesicht der deutschen H_2- und BZ-Branche. Er reist weltweit umher, erläutert geduldig Strategien und wirbt für mehr Engagement. Gleichzeitig muss er jedoch auch Kritik über sich ergehen lassen, wenn Projekte nicht ganz so schnell wie ursprünglich erhofft umgesetzt werden. Die *HZwei*-Redaktion sprach mit dem NOW-Geschäftsführer während der Hannover Messe über das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP 1 und 2), über die H2Mobility-Konferenz, über Hürden bei der Projektrealisierung sowie über seine persönliche Motivation.

HZwei: Sehr geehrter Dr. Bonhoff, aktuell passiert relativ viel: Erst gab es die Callux-Abschlusskonferenz, dann den H2Mobility-Kongress, die Neuausrichtung der Clean Energy Partnership beziehungsweise H_2 Mobility Deutschland und auch die Schaufensterkonferenz. Ich denke, dies ist ein ganz guter Zeitpunkt für eine Art Zwischenbilanz.

Bonhoff: Ja, wobei die eigentliche Bilanz „Was haben wir im NIP 1 erreicht“ erst zum Ende dieses Jahres ansteht. Richtig ist, dass 2016 ein Jahr des Übergangs ist. Es passiert viel. Die Stimmung ist gut in der Szene, das merkt man. In den letzten ein, zwei Jahren haben sich manche Dinge zusammengefunden. In der Branche ist ein relativ klares Bild da, wohin es jetzt geht. Es gibt aber natürlich auch noch eine Reihe von Fragezeichen und offenen Punkten, was die Rahmenbedingungen angeht.

HZwei: Wie sieht es denn mit der Verlängerung des Nationalen Innovationsprogramms sowie der Nationalen Organisation für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie aus? Genau wie das NIP sollte die NOW ja ursprünglich 2016 enden.

Bonhoff: Die Verlängerung der NOW als Programmgesellschaft des Bundes ist das Entscheidende: Im Dezember letzten Jahres hat der Gesellschafter einen veränderten Geschäftszweck im Handelsregister eintragen lassen, der an zwei Punkten eine Veränderung hat: Der eine ist die Befristung der Gesellschaft, die jetzt bis zum 31. Dezember 2026 verlängert wurde. Das heißt, die NOW GmbH gibt es bis Ende 2026. Die zweite substantielle Änderung ist, dass der Geschäftszweck der NOW erweitert wurde. Wir sind ja ursprünglich gegründet worden zur Koordinierung des NIP, sind 2009 erweitert worden, um zusätzlich die batterieelektrische Mobilität für das Bundesverkehrsministerium zu koordinieren, und jetzt deckt der Gesellschaftszweck zusätzlich etwas breiter die Programmgestaltung und -umsetzung zum Thema nachhaltige Mobilität und Brennstoffzellen in verkehrlichen und stationären Anwendungen ab, inklusive Themen wie Begleitung des Infrastrukturaufbaus, europäische Richtlinien usw., so dass wir für die Ministerien beratend und unterstützend tätig sein können und dürfen.

HZwei: War es schwierig, diese Verlängerung und Neuausrichtung durchzusetzen?

Bonhoff: Nein, diese Diskussion – ganz ehrlich – war nicht wirklich schwer. Natürlich ist das alles ein Prozess, bei dem Formalien eingehalten werden müssen, aber der politische Wille, diese Themen auch mit der NOW weiter voranzutreiben, der war allenthalben erkennbar – sowohl bei uns im Aufsichtsrat als auch bei den begleitenden politischen Diskussionen.

HZwei: Was hat Sie denn persönlich dazu bewegt, weiterzumachen?

Bonhoff: Mich persönlich treibt an, das, was wir in den letzten Jahren gemeinsam erarbeitet haben, auch erfolgreich in die Zukunft zu führen. Wir sind da noch nicht fertig. Die Gestaltung nachhaltiger Mobilität wird eine Aufgabe der nächsten Jahrzehnte bleiben, da will ich uns jetzt nicht zu groß reden, aber das treibt mich ganz persönlich an, da einen Beitrag zu leisten.

HZwei: Sie dokumentieren ihre Arbeit bei der NOW in Jahresberichten. Der von 2015 ist so dick wie nie zuvor. Sind Sie denn neben der Quantität auch mit der Qualität ihrer bisherigen Arbeit zufrieden?

Bonhoff: In Summe ja. Da gibt es natürlich Vorhaben, bei denen man sich mehr erwartet hätte. Solche Einzelfälle gibt es immer wieder. Es gibt auch Vorhaben, die frühzeitig abgebrochen werden, weil sich Partnerstrukturen ändern. Das ist so in einem dynamischen Umfeld. Man muss sich dabei vor Augen halten, dass der Bund genau deswegen hier öffentliche Mittel investiert, weil das Risiko von Forschung und Entwicklung immer auch ist, dass Dinge nicht funktionieren. Insofern kann man nicht erwarten, dass man hundert Prozent Erfolg im Detail hat. Die Erfolgsquote der einzelnen Projekte ist aber dennoch hoch. Der Mehrwert des Programms ist zusätzlich aber auch die Vernetzung all dieser Aktivitäten, ob in den Leuchttürmen oder in anderen Strukturen. Und wenn ich mir angucke, was in den einzelnen Branchen über die rein technischen Entwicklungen hinaus diskutiert und gestaltet wird, glaube ich, dann kann man sehr zufrieden sein, ja.

HZwei: Bei einigen Großvorhaben gab es tatsächlich erhebliche Probleme, beispielsweise bei Callux: 484 Brennstoffzellenheizgeräte innerhalb von acht Jahren. Was hätte da anders laufen können?

Bonhoff: Ich versteh immer nicht so ganz, warum man nur anhand solch einer Zahl ableitet, dass es nicht erfolgreich war. In Summe haben wir ja mit *Callux* und anderen Demonstrationsvorhaben nahezu tausend Einheiten in Deutschland installieren können, wenn man die EU-Projekte mit dazuzählt. Dass das dann nicht unmittelbar mit *Callux* war, stört mich überhaupt nicht, denn die übergeordneten Abstimmungen über die strategischen Weichen finden gemeinsam mit allen Akteuren im Rahmen beispielsweise der IBZ statt, so dass *Callux* jetzt zwar das größte, das Leuchtturmvorhaben war, man es aber in Summe mit den anderen Vorhaben sehen muss. Und wenn ich mir angucke, was bei der Kostenreduktion und insbesondere auch der Erhöhung der Zuverlässigkeit erreicht wurde, und dass jetzt von Viessmann, Elcore und SOLIDpower

Abb. 1: Dr. Klaus Bonhoff

drei Produkte im Markt sind und ein Vaillant sagt, in diesem Jahr werden wir auch ein Produkt haben, dann kann man eigentlich nur zu der Erkenntnis kommen, dass das eine sinnvolle Aktivität war. Zumal die Firmen unisono sagen, ohne dieses manchmal mühselige Zusammenraufen im Verbundprojekt hätten wir das so nicht geschafft. Dennoch sind wir natürlich bei der Markteinführung den Japanern hinterher. Das ist nach wie vor ein Ansporn. Japan ist ein gutes Beispiel, an dem man sehen kann, dass eine degressive Kaufanreizprämie zielführend sein kann, um die Kosten zu reduzieren und die Stückzahlen in den Markt zu bekommen. Deshalb ist es gut, dass wir in der gemeinsamen Diskussion mit dem Wirtschaftsministerium erreichen konnten, dass in Deutschland jetzt ein Marktanreizprogramm kommt.

HZwei: Jetzt hängt es also davon ab, ob und wann das Technologieeinführungsprogramm kommt?

Bonhoff: Der Markthochlauf hängt davon ab, dass das TEP jetzt kommt, ja.

HZwei: Können Sie denn sagen, wann über das TEP eine Entscheidung gefällt wird?

Bonhoff: Da müssen Sie die Kolleginnen und Kollegen im BMWi fragen. Mein Verständnis ist, dass die Notifizierung auf EU-Ebene angestrebt wird. Dass der politische Wille da ist, das hat das BMWi so gesagt. Jetzt müssen die Formalien eingehalten werden. Allerdings muss es jetzt schnell kommen, da Landesprogramme ausgelaufen sind und weil das, was wir im Rahmen des NIP über Contracting-Modelle noch machen können, nur begrenzt diese Wirksamkeit entfalten kann. Insofern lieber heute als morgen.

HZwei: Also noch in dieser Legislaturperiode?

Bonhoff: Ja, die Entscheidung ist gefallen, so ist es auch öffentlich vom BMWi verkündet worden. Das sind jetzt formale Prozesse, die noch zu Ende geführt werden müssen.

HZwei: Der nächste Problemsektor ist der Mobilitätsbereich: Die Summe der Verzögerungen bringt es auch hier mit sich, dass man dieses Thema doch immer noch einmal anspricht. Jetzt wurde beispielsweise gerade auf dem Public Forum erwähnt, dass die Marke 50 H_2-Stationen nun doch erst im Jahr 2017 erreicht wird. Was gilt denn nun? Schaffen wir die 50 Tankstellen noch in diesem Jahr oder doch erst im nächsten?

Bonhoff: Wir haben in unseren Listen sogar mehr als 50 Standorte, für die Verträge an konkreten Standorten vorliegen und bei denen die Finanzierung steht. Das gilt sowohl für die private Beteiligung als auch für die Fördermittel durch das NIP. Die Erfahrung ist, dass es an vielen Standorten unterschiedlichste Gründe gibt, die zu Verzögerungen führen. Das reicht von Genehmigungsprozessen bis hin zu Unwägbarkeiten, die gar nichts mit Wasserstoff zu tun haben. Ich gehe deshalb davon aus, dass wir Ende dieses Jahres die 50 Tankstellen stehen haben. Die werden vielleicht noch nicht alle in Betrieb sein, aber ganz ehrlich: Ob das dann Ende dieses Jahres oder Anfang des nächsten so weit ist, spielt dann auch nicht die Rolle. Aber ja, es gibt eine Verzögerung. Die kann man nicht wegreden. Man darf das aber auch nicht auf die Schiene „Verärgerung“ oder „Frustration“ schieben, sondern das ist schlicht auch die Lernkurve, die man geht für den weiteren Rollout. Das wird auch weiterhin so sein. Das ist aber nicht für Wasserstoff spezifisch. Das ist auch an vielen Standorten gar kein für Wasserstoff spezifisches Problem, sondern da geht es vielleicht um den Neubau insgesamt. Das sind die üblichen Prozesse, die uns auch in Zukunft begleiten werden.

HZwei: Derzeit hat man ja nicht den Eindruck, dass die hiesigen Konzerne die H_2- und BZ-Technologie pushen. Wie könnte es hier zu einem Umdenken in der deutschen Automobil- und Energieindustrie kommen, dass wirklich mal jemand voranprescht, dass die Unternehmen tatsächlich selber wollen?

Bonhoff: Dass die Hersteller Brennstoffzellenfahrzeuge wollen, ist glaube ich neulich auf dem H2Mobility-Kongress nochmals ganz deutlich geworden, wo sie unisono gesagt haben: Wir wissen, dass wir Brennstoffzellen zusätzlich zur Batterie – beides komplementär zueinander – brauchen, um in Zukunft nachhaltige Mobilität darzustellen. Die Erkenntnis ist allenthalben da. Wir haben in Deutschland die besondere Diskussion, dass wir rund um das Diesel-Abgas-Thema, das da glaube ich noch mal eine gewisse Dynamik reinbringt und auch die Ernsthaftigkeit der Lage aufweist, letztlich die Erkenntnis haben, dass die Verbesserung eines bestehenden Systems nicht ausreichen wird, um die Ziele zu erreichen. Deswegen ist ein Wandel hin zu elektrischen Antrieben mit Batterie und mit Brennstoffzellen unvermeidlich. Die Herausforderung für jeden Einzelnen ist sicherlich, auf der Zeitschiene zu gucken, was glaube ich persönlich als Unternehmenslenker, wann ist der richtige Zeitpunkt, um welche Technologie mit welchen Kräften einzubringen. Ja klar: Ich persönlich würde mir wünschen, dass der Wasserstoff und auch der Brennstoffzellenantrieb eine höhere Sichtbarkeit hat, das ist keine Frage. Deswegen macht die CEP Ride-&-Drive-Events, deswegen machen wir als NOW die Roadshow, wo wir immer Batterie und Brennstoffzelle platzieren, deswegen haben wir im Verbund mit zahlreichen Industrieunternehmen und Verbänden die Wasserstoffkampagne mit Hannes Jaenicke initiiert. Es bringt nichts zu klagen über das, was nicht ist – man muss sich einbringen, wo man kann.

HZwei: Elon Musk, der Chef von Tesla, kann mit einem einzelnen Tweet die ganze Szene in Aufruhr versetzen. Dort sieht man, dass der will.

Bonhoff: Dieser Vergleich ist insofern schwierig, weil die rein betriebswirtschaftlichen Voraussetzungen für ein >>

Abb. 2: Bonhoff lobte das NIP als „stabilisierenden Faktor"

Start-up-Unternehmen, das Geld akquiriert dafür, dass es auch viel Geld ausgibt, völlig andere sind als für ein Unternehmen, das quartalsmäßig seinen Aktionären berichten und eine Rendite erwirtschaften muss. Das ist genau der Konflikt, in dem wir sind: Wir haben es insgesamt – losgelöst davon – noch nicht geschafft, die von allen akzeptierten erklärten Ziele (siehe *COP 21*) zu übersetzen in Rahmenbedingungen, die betriebswirtschaftlich dazu führen, dass die Firmen tatsächlich da reininvestieren. Das ist genau der Konflikt, an dem wir arbeiten müssen: Saubere Energie, saubere Mobilität, die wir alle wollen, muss wirtschaftlich machbar sein.

HZwei: Wäre es da nicht die Aufgabe der Politik, diese Rahmenbedingungen und Ziele so zu setzen, dass schon vor 2020 beziehungsweise 2023 Brennstoffzellenfahrzeuge besser angerechnet werden?

Bonhoff: Klar ist, die Politik muss genau solche Rahmenbedingungen setzen. Ich halte es für richtig, wenn die Politik frühzeitig auch längerfristige Ziele vorgibt, die sehr klar den Weg in Richtung Dekarbonisierung des Systems bis 2050 vorzeigen, denn das ist dann die Planungsgrundlage für die Industrie. Ich halte die Industrie durchaus in der Lage, auch auf stringente Grenzwerte reagieren zu können – mit dem entsprechenden Vorlauf.

HZwei: Okay, kommen wir zurück zu den NIP-Leuchttürmen: Es gab oder gibt noch e4ships – eher ein Rohrkrepierer. Was ist da falsch gelaufen?

Bonhoff: Als Rohrkrepierer würde ich das nicht bezeichnen, stattdessen empfehle ich genauer hinzuschauen, bevor solche Schlüsse gezogen werden. Es geht auch im Schiffsbereich um Grenzwerte, Hafenemissionen und die Vorteile von effizienten Brennstoffzellen bis hin zu der Frage „Was ist denn für Schiffe der richtige Kraftstoff". Das darf nicht nur einer diskutieren. Das muss man gemeinsam diskutieren. Diese Branchendiskussion ist notwendig und wird in *e4ships* geführt. In der Tat gibt es bei F&E-Projekten dann Partner, die unternehmerisch andere Entscheidungen treffen. Es gibt auch technologische Gründe, warum man noch mal einen anderen Weg einschlägt. Das ist in diesen Schiffsanwendungen überproportional häufig der Fall gewesen, weswegen es dann eben tatsächlich auch zu Verzögerungen geführt hat. Wenn wir aber heute mit den Werften und den Systemintegratoren reden, dann sind die sehr überzeugt davon, jetzt ein System-Setup gefunden zu haben, mit dem es dann nicht nur in die Demonstration geht, sondern die dann tatsächlich auch über eine Markteinführung dieser Systeme reden. Es geht da um globalen Wettbewerb und Technologieführerschaft, und da ist das Thema Brennstoffzelle nach wie vor sehr en vogue. Deswegen diskutieren wir jetzt über die Fortsetzung dieses Netzwerkes, weil die Partner erkannt haben, dass es zusammen Sinn macht.

HZwei: In einem NIP 2 würde also auch e4ships weitergeführt?

Bonhoff: So ist aktuell der Diskussionsstand.

HZwei: Und auch Clean Power Net würde weitergehen?

Bonhoff: Ja.

HZwei: Hier war es zuletzt relativ ruhig. Ist es wirklich realistisch, dass hier in den nächsten Jahren ein Durchbruch gelingen könnte?

Bonhoff: Diese gesamte Branche lebt davon, dass Brennstoffzellen als zuverlässig angesehen werden und auch zuverlässig sind. Der Nachweis wird jetzt erbracht: Beim Behördenfunk wurden beziehungsweise werden ja 100 Anlagen installiert. Insofern sieht man hier jetzt an praktischen Beispielen die Vorteile von Brennstoffzellen, die sie immer dann ausspielen kann, wenn es darum geht, längere Back-up-Zeiten zu überbrücken. Das sind also gute Voraussetzungen für eine weitere Marktentwicklung. Der große, attraktive Markt für solche Systeme liegt allerdings weniger in Deutschland selber als eher in den Emerging Markets, zum Beispiel Indien, China, aber auch Afrika. Insofern geht es dann für diese Industrie um die Frage, welche Instrumente entwickelt werden können, um im globalen Wettbewerb um den Export mitbieten zu können. Und da spielen natürlich verschiedene Förderschemata in Europa, Asien, USA eine Rolle. Wenn es beispielsweise Steuervergünstigungen in den USA gibt oder direkte Subventionen in China, dann sind die deutschen Unternehmen nicht im Vorteil. Wir diskutieren deswegen derzeit mit der Industrie einen Exportfonds, mit dem man den Markthochlauf ermöglichen oder beschleunigen kann. Dieser Fonds wäre nicht einer, der verlorene Zuschüsse gibt, sondern er könnte über die Zeit gestreckt durchaus profitabel sein.

HZwei: Wie konkret sind da bisher die Überlegungen über solch einen Fonds?

Bonhoff: Es geht da konkret um das Thema Vorfinanzierung. Die Überlegung kommt aus dem CPN und wurde an verschiedenen Stellen diskutiert. Ich halte es für ein interessantes Modell, weil es der Industrie, die wir hier gefördert haben, helfen würde, international wettbewerbsfähig zu sein.

HZwei: Wie sieht es mit Energiespeicherung quasi als viertes NIP-Standbein aus?

Bonhoff: Wir haben eher das Thema „strombasierte Kraftstoffe", weil wir bewusst sagen, Elektrolyse und Wasserstoff ist keine Speichertechnologie, sondern Grundvoraussetzung dafür, dass erneuerbare Energien als Kraftstoff in den Verkehrssektor kommen. Wenn dann Elektrolysekapazität für den Kraftstoffbereich aufgebaut wird, muss diese natürlich auch netzdienlich betrieben werden, so dass sie positive Effekte auf Netzstabilisierung und die fluktuierenden erneuerbaren Energien hat. Insofern ist genau das die Funktion von den Elektrolyseanlagen. Sie müssen genau diese Schnittstel-

le ausfüllen. Die Entwicklung im Bereich der Elektrolyseanlagen ermöglicht die Kopplung der Verkehrs-, Strom- und Wärmemärkte. Der Treiber für Elektrolyseanlagen ist aber der Verkehr. Insofern ist nicht Speichertechnologie für uns die Überschrift, sondern strombasierte Kraftstoffe. Gemeint ist damit die Kommerzialisierung der Elektrolyse – hochskaliert.

HZwei: Wie geht es jetzt konkret mit der NOW weiter? Was bleibt, was ändert sich?
Bonhoff: Das eine ist Kontinuität bei F&E, da ändert sich nichts. Wir hoffen weiterhin diesen stabilen Rahmen für Forschung und Entwicklung bieten zu können in der Koordination mit allen Akteuren. Was aber neu hinzukommt, das sind die richtigen Instrumente für den Markthochlauf, und wenn es die dann gibt, die auch zu begleiten. Wenn also ein Technologieeinführungsprogramm für Brennstoffzellenheizgeräte kommt, halte ich ein Monitoring für sinnvoll. Nicht nur das Zählen, wie viele Anlagen gehen jetzt ins Feld, sondern auch zu gucken, wie tun es diese Anlagen, wie werden Kostenreduktionen erreicht und was lernt man daraus. Dieses aktive Monitoring mit Feedback-Schleife zu weitergehenden F&E-Aktivitäten halte ich für sehr wichtig. Andere Beispiele sind natürlich die Fahrzeugbeschaffung im ÖPNV-Bereich – egal ob Busse oder Schiene – sowie das Thema Infrastrukturaufbau, wo es über die normale Projektförderung hinaus auch eine neutrale und auch eine treibende Kraft braucht, die es dann mit voranbringt.

HZwei: Letzte Frage: In welcher Größenordnung wird sich ein TEP beziehungsweise NIP 2 bewegen? Das BMVI hatte bereits 161 Mio. Euro für die Jahre 2016 bis 2018 zugesagt. Könnte jetzt quasi eine Erweiterung auf 400 Mio. Euro folgen?
Bonhoff: Bitte warten Sie hier auf die offizielle Verkündung seitens der Ministerien. Diese 161 Mio. Euro spiegeln wider, dass das BMVI weiterhin committed ist und finanziell ansteigend auf das Thema Wasserstoff setzt. Und die Aussage des Wirtschaftsministeriums war auch immer sehr klar, dass man im Rahmen ihres Energieforschungsprogramms weiterhin auf dem Niveau wie bisher auch Forschung und Entwicklung fördern wird.

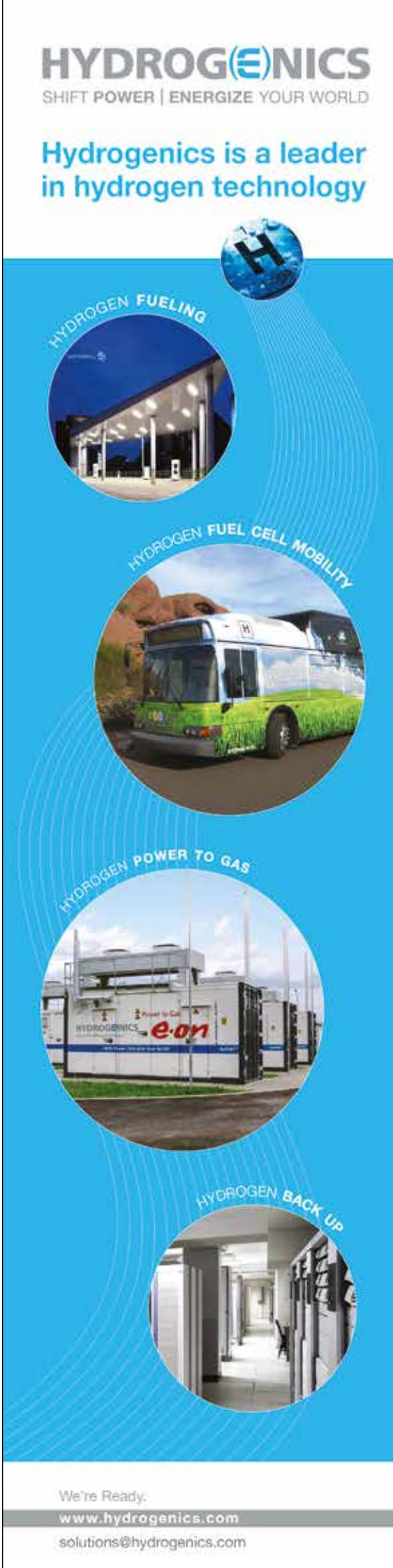
HZwei: Werter Dr. Bonhoff, ganz lieben Dank für dieses aufschlussreiche Interview.

ÖKOSTROM FÜR ORKNEY-INSELN

Auf den Orkney-Inseln soll ein autarkes Energieversorgungsprojekt erprobt werden, bei dem mit Hilfe von Windkraft Wasserstoff erzeugt wird, der dann mit Hilfe von Brennstoffzellen-Range-Extendern eine saubere Mobilität in Elektro-Vans ermöglichen soll. Im April 2016 erhielten insgesamt zwölf Partnerunternehmen aus sechs EU-Ländern für dieses von der Europäischen Union mit 5 Mio. Euro geförderte Vorhaben den Zuschlag. Die britische Firma ITM Power soll dabei einen 1,5-MW-Elektrolyseur installieren, der dann mit sauberem Strom von den gemeindeeigenen Windenergieanlagen auf Shapinsay und Eday gespeist wird. Anstatt diese Anlagen wie bislang in 30 Prozent der Fälle wegen Kapazitätsüberschüssen abzustellen, sollen sie zukünftig helfen, Wasserstoff zu erzeugen.

Die schottischen Orkney-Inseln verfügen bislang über 50 MW installierter Leistung aus Wind-, Wellen- und Gezeitenkraftwerken, so dass dort jährlich 46 GWh grüner Strom produziert werden. Um diese elektrische Energie speicherbar zu machen, wählte das Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking das auf fünf Jahre angelegte Projekt *BIG HIT (Building Innovative Green Hydrogen systems in an Isolated Territory)* als Fördervorhaben aus, um somit ein „innovatives, grünes Wasserstoffsystem in isolierter Lage“ erproben zu können. Ergänzend zu der H_2-Erzeugung sollen zudem zehn Elektro-Vans von Symbio FCell mit BZ-Range-Extendern ausgestattet werden. Dr. Graham Cooley, Geschäftsführer von ITM Power, freute sich: „*BIG HIT* stellt einen großen Schritt dar, um die Orkney-Inseln zu einem wirklichen Wasserstoffterritorium zu machen.“

BIG HIT baut auf der bereits existierenden *Surf-'n'-Turf*-Initiative auf, die in ähnlicher Weise Strom aus Wind- und Gezeitenkraftwerken nutzt, um Wasserstoff zu erzeugen und in einer Brennstoffzelle in Kirkwall wieder zu verstromen. Die schottische Regierung fördert dieses Vorhaben bereits mit 1,35 Mio. Pfund. ||



Thema: Energiespeicherung | **Autor:** Thorben Andersen

SYNERGIEN ZWISCHEN RAUMFAHRT, ENERGIE UND MOBILITÄT

H_2ORIZON – DLR investiert in H_2-Standort

Abb. 1: DLR Standort mit Test Vulcain 2 [Quelle: DLR]

Das Institut für Raumfahrtantriebe des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) am Standort Lampoldshausen ist einer der größten Wasserstoffnutzer Europas. Vor Ort wird primär kryogener Wasserstoff zum Testen der Haupt- und Oberstufentriebwerke der europäischen Trägerrakete Ariane 5 eingesetzt. Das demzufolge hier angesiedelte große Know-how wird jetzt noch erweitert: Gemeinsam mit der ZEAG Energie AG startete das DLR jetzt mit der Umsetzung einer regenerativen Wasserstoffprozesskette. Hierbei wird der benötigte Wasserstoff in einem 1-MW-PEM-Elektrolyseur mit elektrischer Energie aus dem benachbarten Windpark *Harthäuser Wald* erzeugt und vor Ort in den Forschungsbereichen Raumfahrt, Energie und Mobilität eingesetzt. Das entsprechende Projekt H_2ORIZON stellt damit eine völlig neue Demonstrations- und Forschungsplattform zur Anwendung eines breiten Spektrums von Wasserstofftechnologien bereit.

Wenn das Hauptstufentriebwerk *Vulcain 2* am Prüfstand P5 läuft, werden in zehn Minuten etwa 28 t Wasserstoff umgesetzt. Hierbei wird eine Höchstleistung von drei Gigawatt erreicht. Darüber hinaus betreibt das DLR in Lampoldshausen Prüfstände, an denen innovative Antriebssysteme mit gasförmigem Wasserstoff getestet werden. Um die dafür benötigten Mengen an Wasserstoff bereitzustellen, verfügt der Standort über große Speicherkapazitäten für kryogenen und gasförmigen Wasserstoff sowie ein Verteilnetz, das den Transport vom zentralen Lager zum Ort des Verbrauchs ermöglicht. Der Wasserstoff steht dabei sowohl kryogen als auch gasförmig (bei 320 oder 800 bar) zur Verfügung.

PROJEKTENTWICKLUNG H_2ORIZON Das Projekt H_2ORIZON wurde gestartet, um dem Anspruch des DLR-Instituts für Raumfahrtantriebe gerecht zu werden, die langjährige Erfahrung im Umgang mit Wasserstoff und die vorhandene Infrastruktur auch für andere Sektoren außerhalb der Raumfahrt verfügbar zu machen. Ziel ist die Umsetzung eines Technologietransfers, der die Sektoren Raumfahrt, Energie und Mobilität mit dem zentralen Element Wasserstoff verbindet und so die Anwendung eines breiten Spektrums von Wasserstofftechnologien an einem Ort unter der idealen Ausnutzung von Synergien ermöglicht.

Parallel zu den Überlegungen des DLR plante der lokale Energieversorger in Heilbronn, die ZEAG Energie, in unmittelbarer Nähe den Windpark *Harthäuser Wald* mit einer Nennleistung von 42 MW und nahm im Oktober 2015 die insgesamt 14 Windenergieanlagen in Betrieb.

Mit der Verfügbarkeit von erneuerbarer elektrischer Energie in unmittelbarer Nähe und den standortspezifischen Vorteilen zur Umsetzung von H_2-Anwendungen, gerade im industriellen Maßstab, waren die optimalen Voraussetzungen zur Realisierung einer regenerativen Wasserstoffprozesskette, von der Erzeugung über die Speicherung bis hin zur Verteilung und Nutzung vor Ort, gegeben.

Das DLR begab sich daraufhin mit einer europaweiten Ausschreibung auf die Suche nach einem Projektpartner, der den Aufbau und Betrieb der Anlagen in H_2ORIZON übernimmt. Die Vergabe erfolgte noch kurz vor der Jahreswende an die ZEAG Energie AG.

KOPPLUNG DER SEKTOREN

Das Projekt H_2ORIZON hat drei Schwerpunkte:

1. Aufbau und Betrieb einer regenerativen Wasserstoffprozesskette im industriellen Maßstab mit der Erzeugung und Bereitstellung des Wasserstoffs für Anwendungen in unterschiedlichen Sektoren
2. Eine nachhaltige Sicherstellung der Energieversorgung des DLR-Standortes mit Wärme und Strom auf Erdgas- und Wasserstoffbasis
3. Die Bereitstellung einer Demonstrations- und Forschungsplattform für die Anwendung und Untersuchung eines breiten Spektrums von Wasserstofftechnologien über die bereits geplante Wasserstoffprozesskette hinaus

Um Wasserstoff in großen Mengen regenerativ erzeugen zu können, wird der DLR-Standort über eine dedizierte Leitung an den Windpark angeschlossen. Die Übertragungsleistung beträgt bis zu zehn Megawatt. Die Wasserstofferzeugung erfolgt mit einem Polymer-Elektrolyt-Membran-Elektrolyseur (PEM) mit einer Anschlussleistung von einem Megawatt in der ersten Ausbaustufe. Durch die hohe verfügbare Leistung aus dem Windpark stehen die Türen für eine spätere Erweiterung der Anlage weit offen. Gelie-

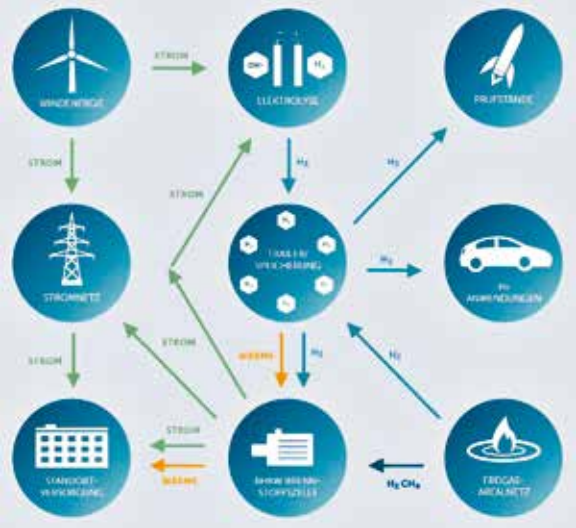


Abb. 2: Prozesskette [Quelle: ZEAG]

fert wird der Elektrolyseur vom Hersteller ITM Power mit Sitz in Sheffield, England.

Der Wasserstoff wird aufgrund der hohen Reinheitsanforderungen in der Raumfahrt sowie der Brennstoffzellen-Elektromobilität auf eine Reinheit von 5.0 aufbereitet. Da die kryogenen LH_2-Speicher mit gasförmigem Wasserstoff bedrückt werden, ist es besonders wichtig, dass sich im Gas keine Rückstände anderer Gase befinden, die bei den niedrigen Temperaturen von 20 K zur Eisbildung führen würden (trifft auf alle Stoffe außer Helium zu), wodurch es beispielsweise zu Verstopfungen in Rohrleitungen kommen könnte.

Nach der Aufbereitung kann dieser Wasserstoff auf 350 bar Überdruck verdichtet und in Tube-Trailer abgefüllt werden. So wird ermöglicht, dass neben der Nutzung vor Ort auch Dritte regenerativen Wasserstoff abnehmen und an den jeweiligen Ort des Bedarfs verteilen können. Für die Erzeugung von regenerativem Wasserstoff und dessen Bereitstellung für die Nutzung in der Brennstoffzellen-Elektromobilität werden das DLR und die ZEAG vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg gefördert.

Darüber hinaus umfasst H_2ORIZON den Ausbau der bisherigen Heizungsanlage, die den zukünftigen Wärmebedarf am Standort nicht mehr decken kann. Zwei wärmegeführte gasmotorische Blockheizkraftwerke mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) werden in Zukunft die Bereitstellung der Grundlast des Standortes sicherstellen. Die damit zusätzlich installierte thermische Leistung beträgt 1,5 MW. Der Betrieb der Anlagen erfolgt primär mit Erdgas. Eines der beiden BHKW wird jedoch so ausgelegt, dass Wasserstoff beigemischt werden kann. Der Anteil an Wasserstoff kann dabei bis zu 100 % betragen.

DEMONSTRATIONS- UND FORSCHUNGSPLATTFORM Das Projekt H_2ORIZON wird als technologieoffene Demonstrations- und Forschungsplattform umgesetzt und soll auch für die Nutzung durch Dritte zur Verfügung gestellt werden.

Durch die Zusammenführung der beiden Energieträger Wasserstoff und Erdgas, von elektrischer Energie und Wärme sowie von den Bedarfen aus der Raumfahrt, Energie und Mobilität kann ein optimiertes Zusammenspiel dieser Komponenten Synergien erschließen und für eine optimale Auslastung der Anlagen sorgen, die bei einer separaten Betrachtung der unterschiedlichen Sektoren nicht möglich wäre. Das DLR und die ZEAG erhoffen sich dadurch wichtige Erkenntnisse darüber, wie eine regenerative H_2-Wertschöpfungskette in Zukunft technologisch und wirtschaftlich sinnvoll dargestellt werden kann. Darüber hinaus sollen vor Ort Lösungsansätze zum Gelingen der Energiewende erprobt und demonstriert werden, die beispielsweise den Herausforderungen von auftretenden Last- und Leistungsspitzen im Stromnetz, der langfristigen Speicherung von Energie oder der kostengünstigen Bereitstellung von Kraftstoff für eine emissionsfreie Mobilität begegnen. ||

REGIONALE UND ÜBERREGIONALE BEDEUTUNG
Das DLR erschließt in Lampoldshausen 2,5 Hektar neues Gelände, um für die Umsetzung von H_2ORIZON Platz zu bieten und potentielle Erweiterungen der Demonstrations- und Forschungsplattform zuzulassen. Das Gelände steht darüber hinaus für neue Betriebsgebäude des DLR und der ansässigen Institutionen sowie für zukünftige Kooperationen zur Verfügung. Somit bekennt sich das Forschungszentrum eindeutig zur Entwicklung des Standortes. Darüber hinaus verkürzt die Erzeugung von regenerativem Wasserstoff in Lampoldshausen die Belieferungswege in Süddeutschland signifikant und ermöglicht es, vielseitige wasserstoffbasierte Anwendungen in den Sektoren Industrie, Energie und Mobilität auf eine regenerative Basis umzustellen.

Autor:

Thorben Andersen, M.Sc.
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Institut für Raumfahrtantriebe
→ Thorben.Andersen@DLR.de

h2herten
Wasserstoff-Kompetenz-Zentrum

ANWENDERZENTRUM H2HERTEN

- Erstes Technologiezentrum für Firmen der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik
- Büroräume und Technika
- Integrierte Wasserstoffversorgung
- H_2-basiertes Energiekomplementärsystem
- Meetingräume inkl. Präsentationstechnik

Kontakt:
info@h2herten.de
www.h2herten.de

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

CONNECTED – AUTONOM – EMISSIONSFREI

H2Mobility-Kongress vom BMVI in Berlin

Zum H2Mobility-Kongress in Berlin war viel Prominenz aus Politik und Wirtschaft erschienen, um sich gegenseitig nochmals ihre bereits zugesicherten Versprechen zu bestätigen. So traten am 12. April 2016 im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) nach dem Hausherrn Alexander Dobrindt zunächst der chinesische Verkehrsminister Dr. Wan Gang und anschließend der Reihe nach verschiedene Firmen-Chefs ans Mikrofon, um über ihre jeweiligen Errungenschaften im Bereich der Wasserstofftechnik zu berichten. Wirklich Neues war jedoch nicht darunter, dafür aber das klare Bekenntnis, dass die Zukunft der Mobilität durch Elektromobilität bestimmt sein wird.

Abb. 1: Dobrindt: „Elektromobilität wird zwei große Säulen haben: Batterie- und Brennstoffzellenfahrzeuge"

Während des Kongresses, der den Untertitel „Elektromobilität mit Brennstoffzelle" trug, verkündete Verkehrsminister Dobrindt offiziell seine neue „Strategie für eine emissionsfreie Mobilität mit Wasserstoff". Wie er erklärte, basiert sein Konzept auf drei Säulen: „Wir investieren mehr als je zuvor, bauen mit der Industrie eine flächendeckende Ladeinfrastruktur und fördern gezielt Innovationen."

Mit den „Investitionen" meinte er die 161 Mio. Euro, die in den Jahren 2016 bis 2018 vom BMVI für den Bereich der H_2-Mobilität bereitgestellt werden und die Staatssekretär Rainer Bomba bereits am 1. Juni 2015 in Berlin während der Vollversammlung des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) angekündigt hatte. Die „flächendeckende Ladeinfrastruktur" sind die bis zu 400 Wasserstofftankstellen, die im Jahr 2023 in Deutschland installiert sein sollen, wovon 50 bis Ende 2015 fertig sein sollten, von denen aber bis heute nur 20 in Betrieb sind. Diesbezüglich war weiterhin die Rede davon, dass insgesamt „350 Mio. Euro in die Hand genommen werden sollen". Ob hier allerdings schon die bereits genannten 161 Mio. Euro mit eingerechnet sind, blieb offen.

Mit den oben erwähnten „Innovationen" ist eine tatsächlich neue Förderrichtlinie zur Marktaktivierung gemeint, mit der beispielsweise Sonderfahrzeuge in der Logistik, autarke Stromversorgungseinheiten für kritische oder netzferne Infrastrukturen sowie Anlagen zur Erzeugung strombasierter Kraftstoffe gefördert werden sollen, Details der Förderrichtlinie werden derzeit jedoch noch erarbeitet. Dahinter könnte sich der Teil des NIP 2 verbergen, der nicht unter die beiden oberen Punkte fällt, derzeit aber noch nicht spezifiziert ist.

DEUTSCH-CHINESISCHE KOOPERATION Wesentlich für den Kongress war zudem die Anwesenheit des chinesischen Verkehrsministers Wan Gang, mit dem Dobrindt eine Intensivierung der Zusammenarbeit vereinbarte. So unterzeichneten die Vertreter der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) und des China Automotive Technology and Research Center (CATARC) eine gemeinsame Absichtserklärung über die Vertiefung der Kooperation auf den Gebieten innovativer Antriebstechnologien und Infrastruktur.

Ein zentrales Thema, nämlich die Zusammenführung von Digitalisierung und Elektromobilität, schnitt Minister Wan Gang an: So berichtete er, dass in China gerade ein neuer Plan im Volkskongress beschlossen worden ist, in dem festgehalten wurde, dass „Verkehr grün und smart gestaltet" werden solle. Dazu sagte Dobrindt: „Das Auto der Zukunft fährt mit Daten, mit Strom, mit Wasserstoff."

Gang berichtete zudem, dass in den Jahren 2009 bis 2015 insgesamt fast 500.000 Elektroautos in der Volksrepublik gebaut wurden, allein 380.000 im Jahr 2015 (inkl. Plug-in-Hybride). Dabei lag die Zahl der registrierten Autos in China mit 137 Mio. im Jahr 2013 bezogen auf den Pro-Kopf-Bestand verglichen mit in den USA und Deutschland relativ niedrig. 2020 wird mit 200 Mio. Autos in China gerechnet.

DAS AUTO NEU ERFINDEN Das Bekenntnis zur Elektromobilität wurde auch von den Vertretern der Automobilunternehmen untermauert. Allen voran brachte Prof. Thomas Weber, Vorstand Forschung bei Daimler, zum Ausdruck, dass man bei den Batterieautos zwar durchaus eine noch größere Reichweite als die momentan erzielbare anstrebt. Gleichzeitig betonte er aber: „Wir setzen parallel auch auf die Brennstoffzelle. Sie bleibt ein wichtiger Bestandteil unserer Roadmap." Und weiter: „Die Marktreife der Brennstoffzelle steht außer Frage. Diese Technologie hat einen enormen Rückenwind."

Weber, der Ende dieses Jahres seinen Vorstandsposten für Ola Källenius räumen wird, erklärte während des Kongresses: „Wir müssen das Auto neu erfinden. Es muss connected, autonom und emissionsfrei sein." Er wandte sich zudem direkt an alle Anwesenden mit den Worten: „Ich möchte Ihnen zurufen: Lassen Sie uns wirklich weiterma-

Auch die Produktion erneuerbarer Energie steigt rasant an in China: Die installierte Windkraftleistung liegt derzeit bei 129 GW (Zubau 2016: 33 GW). Bis 2020 sollen es 200 GW Windkraft- und 150 GW Photovoltaikleistung sein.

Abb. 2: Weber kündigte den Brennstoffzellen-GLC für 2017 als den „nächsten Schritt" an

chen. […] Nur gemeinsam geht so etwas." Er scheint dabei allerdings vergessen zu haben, dass es in der Vergangenheit eher so gewesen ist, dass man eine derartige Aufforderung gen Stuttgart rufen musste.

2016 JAHR DES ÜBERGANGS Bernd Eulitz, Mitglied des Linde-Vorstands, räumte in seiner Rede ein, dass es „noch einiges zu optimieren gibt". Er sagte aber auch: „Einen langen Atem haben wir alle." Gleichzeitig forderte er weitere Unterstützung seitens der Bundesregierung – sowohl ideell als auch materiell – und bat um die finanzielle Ausstattung des NIP 2. Zudem kündigte er an, dass die Zahl der H_2-Tankstellen auf bis zu 100 Stück bis 2018/19 angehoben werden soll, unabhängig von der Anzahl der BZ-Fahrzeuge. Das nächste Ziel (400 H_2-Stationen bis 2023) wird jedoch abhängig gemacht von der Anzahl der dann zur Verfügung stehenden BZ-Fahrzeuge.

Auch BMW meldete sich zu Wort. Dr. Gerd Schuster, Bereichsleiter Strategie, Ziele, Innovation und Fahrzeugerprobung, Bezeichnete den damaligen Ausflug seines Unternehmens in Richtung Flüssigwasserstoff im Nachhinein als Fehler („Einzelwege sind nicht förderlich."). Stattdessen sprach er sich deutlich für die 700-bar-Technik aus. Die Kryodrucktechnologie werde für andere Anwendungen zwar noch weiter verfolgt, das gelte allerdings nicht für Brennstoffzellen-Pkw.

Dr. Klaus Bonhoff, der NOW-Geschäftsführer, konstatierte, dass die Bundesregierung ihr Commitment in diesem Bereich bestätigte habe, schließlich wurde lange auf eine Weiterführung des NIP hingearbeitet („2013 starteten die Diskussionen über NIP 2.0."). Trotz der zahlreichen Verzögerungen zeigte er sich zuversichtlich: „Ich bin überhaupt nicht frustriert. […] Wir warten nach wie vor auf die Zustimmung aus Industrie und Politik für die Weiterführung dieser Public-private-Partnership. Die Zustimmung wird aber definitiv noch in diesem Jahr kommen." Für ihn ist 2016 ein „Jahr des Übergangs", in dem sich noch viel tun wird: „Es ist einfach, die Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten weiterzuführen, aber ungleich schwieriger, geeignete Markteinführungsinstrumente zu finden." (s. Bonhoff-Interview S. 12) ||

IRRITATIONEN

Im Umfeld dieses Kongresses sorgten gleich mehrere Umstände für etliche Irritationen:

Der Name *H2Mobility-Kongress* hat nichts mit der H_2 MOBILITY Deutschland GmbH & Co. KG zu tun. Auch wenn diese 2015 gegründete Gesellschaft vor Ort vertreten war, handelte es sich bei dieser Veranstaltung nicht um deren Kongress, sondern um einen Event des BMVI. Warum allerdings vom Ministerium nicht einfach ein anderer Titel gewählt wurde (z. B. H_2-Mobilitätskongress), um Verwechselungen zu vermeiden, ist nicht bekannt.

Der Bundesverkehrsminister Alexander Dobrindt umgibt sich anscheinend gerne mit hochrangigen Firmenvertretern. Jedenfalls dürfen auf seinen Veranstaltungen in der Regel nur Mitglieder aus der Vorstandsebene von Konzernen sprechen. Frank Sreball, der zum Zeitpunkt des Kongresses „nur" Geschäftsführer von H_2 MOBILITY war, durfte das Joint Venture daher nicht vorstellen. An seine Stelle trat Oliver Bishop, General Manager von Shell Hydrogen.

Ähnlich war es bereits im Oktober 2015 gewesen, als die H_2 MOBILITY offiziell vorgestellt worden war: Bei diesem Termin trafen sich die beteiligten Konzernvorstände mit Minister Dobrindt für ein gemeinsames Foto. Sreball durfte jedoch nicht mit dabei sein, obwohl er das Start-up leitete. Mittlerweile wurde Sreball von Nikolas Iwan abgelöst (s. S. 20).

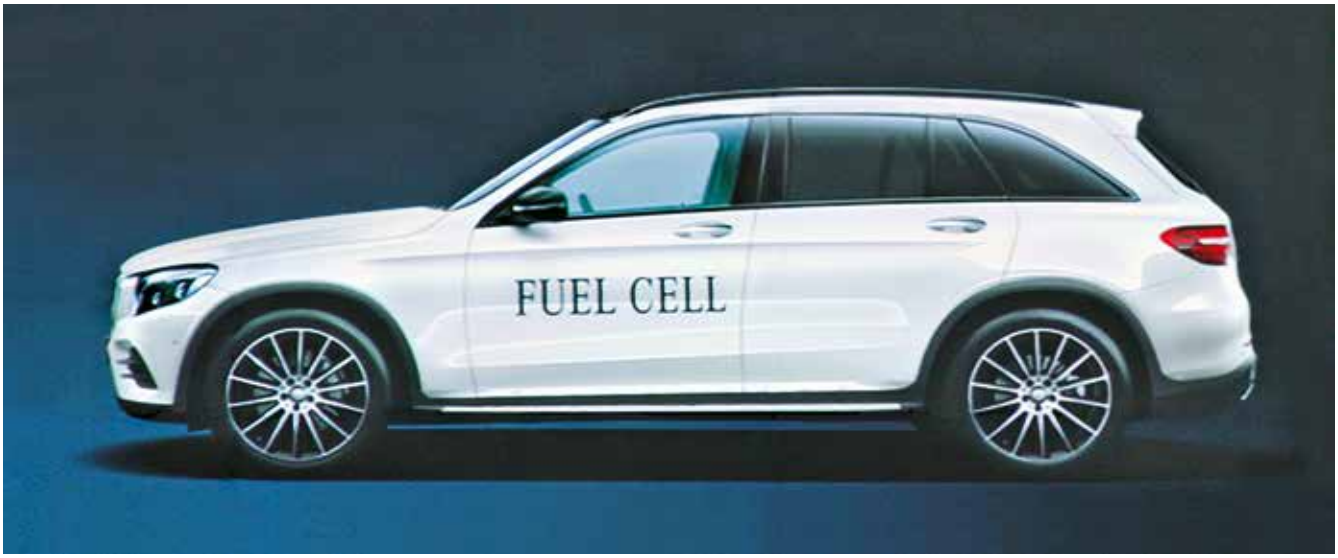


Abb. 3: Der Mercedes GLC F-Cell soll als Plug-in-Hybrid mit 9-kWh-Akku im Heck kommen

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

H_2 MOBILITY MIT NEUER FÜHRUNG

Shell Hydrogen verstärkt sein Engagement

Abb. 1: Nikolas Iwan

Seit dem 1. Mai 2016 verfügt die H_2 MOBILITY Deutschland GmbH & Co. KG mit Nikolas Iwan über einen neuen Geschäftsführer. Iwan hatte zuvor acht Jahre lang bei Shell in verschiedenen Managementpositionen gearbeitet. Sein Vorgänger Frank Sreball, der seit 2005 selbständig im Bereich Management- und Interimsmanagement aktiv ist, hatte H_2 MOBILITY zunächst allein aufgebaut, wobei zunächst nicht aktiv kommuniziert worden war, dass der Physik-Ingenieur als Interimslösung fungierte. Insofern kam die Meldung für viele Akteure überraschend, als es hieß, er werde von Iwan abgelöst. Offiziell bleibt Sreball weiterhin beratend tätig.

Für Irritationen sorgte im Rahmen dieses Wechsels, dass Sreball während des *H2Mobility*-Kongresses Mitte April in Berlin nicht in Erscheinung trat, sondern stattdessen mit Oliver Bishop ein Shell-Manager. Dieser sprach dort sowohl als General Manager für Shell Hydrogen als auch für H_2 MOBILITY Deutschland und vermischte Shell- und H_2-MOBILITY-Aktivitäten in seinem Vortrag, erwähnte jedoch mit keinem Wort den anstehenden Personalwechsel, der offiziell erst am 22. April verkündet wurde.

Bislang waren sowohl die Clean Energy Partnership (CEP) als auch die NOW GmbH für den Aufbau von Demonstrationsstandorten verantwortlich. Zum Jahresbeginn 2017 soll diese Tätigkeit in die Hände von H_2 MOBILITY gelegt werden. Damit tritt das Start-up nach eigenen Angaben in eine neue Projektphase ein, nachdem der Firmenzusammenschluss bis zur Gesellschaftsgründung Anfang 2015 als Unternehmensinitiative agiert hatte, sich zukünftig aber vornehmlich um den Aufbau der H_2-Infrastruktur kümmern soll. Die H_2 MOBILITY darf jedoch nur bis 2023 aktiv bleiben. Dann muss sich die Gesellschaft aus kartellrechtlichen Gründen wieder auflösen. Thomas Bystry, der Vorsitzende der Clean Energy Partnership, hatte dazu unlängst gegenüber dem *Handelsblatt* erklärt: „Wir gehen nach heutigen Erkenntnissen davon aus, dass nach dem Jahr 2023 ein kommerzieller Wasserstoffmarkt möglich sein wird."

Thomas Bystry, der bei Shell als Projektmanager die Leitung der H_2-Aktivitäten und die Einführung von Projektmethodologien im Bereich Alternative Energie innehatte, war Ende 2015 einstimmig zum neuen CEP-Vorsitzenden gewählt worden (s. HZwei-Heft Jan. 2016), nachdem Patrik Schnell auf eigenen Wunsch diese unter der Federführung des Bundesverkehrsministeriums stehende Initiative verlassen hatte. Auf die Frage, warum nun mit Iwan eine weitere Führungskraft vom Mineralölkonzern Shell einen zentralen Posten im Bereich der H_2-Infrastruktur erhält, antwortete Bystry, das Joint Venture H_2 MOBILITY sei ein Start-up, für das Sreball nur als Interimsmanager eingesetzt worden sei. Anfang 2015 sei extern nach einem geeigneten Geschäftsführer gesucht worden. Anschließend habe es eine Ausschreibung gegeben, auf die sich Iwan beworben habe.

Abb. 2: Frank Sreball auf der Hannover Messe 2016

H_2-TANKSTELLEN FÜR ULM UND WUPPERTAL Zum aktuellen Stand beim Infrastrukturausbau erklärte NOW-Chef Dr. Klaus Bonhoff im April 2016, dass bislang 20 Wasserstofftankstellen in Betrieb sind. Guillaume Larroque, Direktor Tankstellen Total Deutschland, hatte zudem während des *H2Mobility*-Kongresses in Berlin verkündet, dass nach einiger Verzögerung Anfang April die H_2-Tankstelle in Ulm eingeweiht worden sei. Da es aber regulatorische Einschränkungen gab, wird sie zunächst nur als Forschungsanlage betrieben. Eine weitere Station wurde am 15. Juni 2016 an einer Shell-Tankstelle in Wuppertal eingeweiht. ||

2016 ODER 2017

Vonseiten der Automobilisten war während der diesjährigen Hannover Messe zu hören, dass die geplanten 50 H_2-Stationen, die ursprünglich Ende 2015 stehen sollten, Ende dieses Jahres fertig sein werden – oder nächstes Jahr. Auf Nachfrage von *HZwei*, was denn zu diesen Verzögerungen führe, erklärte Thorsten Herbert von der NOW: „Nothing went wrong." (Nichts ist falsch gelaufen.)

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

DER EWIGE ZWEITE IN JAPAN

Honda übergibt den ersten Clarity Fuel Cell

Abb. 1: Die kompakte Bauweise bietet Raum für fünf Passagiere

Honda hat ein schweres Los, denn der japanische Autokonzern steht stets im Schatten seines großen Widersachers Toyota. Während Toyota als weltweit führender Automobilhersteller seinen Vorsprung dank des Dieselskandals von Volkswagen weiter ausbaut, gelingt es Honda nur mäßig, zumindest mit zukunftsweisenden Würfen in den Fokus der Beobachter zu gelangen. So geschehen im Herbst 2015, als Honda die zweite Generation seines Brennstoffzellenautos *Clarity* präsentierte, weltweit aber weitaus weniger Notiz davon genommen wurde als von der ersten Generation des *Mirai*.

Schon 2002 wetteiferte Honda mit Toyota darum, wer als Erster eigene Brennstoffzellenautos an externe Testpartner ausliefern würde (s. Editorial S. 3). Mag also sein, dass es auch jetzt einfach nur Pech war: Zunächst litt Honda beim Bau des *FCX Clarity* unter den Folgen des Erdbebens sowie des Tsunamis im März 2011. Toyota und Nissan waren zwar ebenfalls betroffen, aber bei Honda konnten weniger Exemplare des BZ-Modells als ursprünglich erhofft produziert werden. Dann wurde zudem eine Rückrufaktion für Takata-Airbags gestartet, wovon insbesondere Honda mit seinem *Clarity Fuel Cell* betroffen war, so dass an einen zeitgleichen Marktstart mit dem Toyota *Mirai* – analog zu der Aktion von 2002 (s. Editorial) – nicht mehr zu denken war.

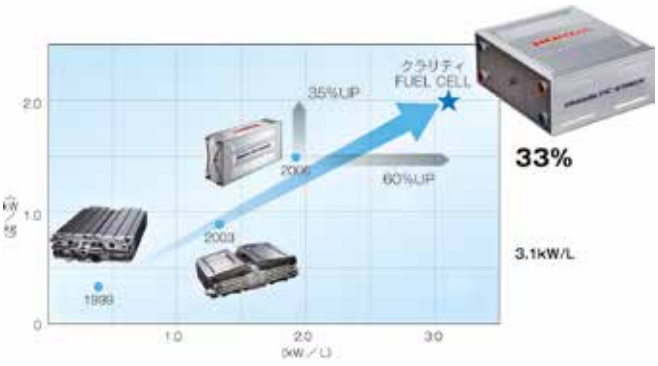


Abb. 2: Weitere Verbesserung der Leistungsdichte

Takahiro Hachigo, Präsident von Honda Motor Co., Ltd., verkündete dennoch, seine Langfriststrategie laute, dass bis zum Jahr 2030 zwei Drittel der Gesamtproduktion elektrisch angetriebene Autos sein sollen. Von dieser Entwicklung dürfte auch General Motors profitieren, das sowohl im BZ-Bereich als auch beim autonomen Fahren mit Honda kooperiert.

ÜBER 700 KM REICHWEITE Erstmals präsentiert wurde der *Clarity Fuel Cell* fast ein Jahr nach dem *Mirai* während der *Tokyo Motor Show* im Oktober 2015. In Europa war die zweite Generation des *Clarity* erstmals auf dem *Genfer Auto-Salon* Anfang März 2016 zu sehen, kurz bevor der Verkaufsstart in Japan erfolgte. Als erster Kunde bekam das japanische Ministerium für Wirtschaft, Handel und Industrie (METI) Mitte März ein Exemplar von Takahiro Hachigo höchstpersönlich ausgehändigt.

Das Highlight dieses Fahrzeugs ist mit Sicherheit die enorme Reichweite von bis zu 750 km pro Tankfüllung (japanische JC08-Norm). Die mögliche Fahrtstrecke wurde gegenüber dem Vorgängermodell um 30 Prozent gesteigert, wobei nach wie vor eine Befüllung des 700-bar-Tanks innerhalb von drei Minuten realisierbar ist. Hondas oberster Technologie-Stratege Keiji Otsu erklärte dazu unlängst dem *Spiegel:* „Wir haben ein Drittel des Volumens eingespart, brauchen nicht mehr Bauraum als ein konventioneller V6-Motor und haben jetzt die kleinste Brennstoffzelle in der ganzen Autoindustrie." Beim *Clarity Fuel Cell* ist erstmals der gesamte Brennstoffzellenantrieb im Motorraum platziert, so dass mehr Raum im Innenraum bleibt und – anders als bei allen anderen bisherigen BZ-Autos – fünf Personen Platz finden.

Auch wenn sich dies nach einer ausgereiften kommerziellen Version anhört, werden in der Produktionsfabrik in Takanezawa, Tochigi, zunächst trotzdem nur 200 Exemplare dieser 130 kW leistenden Limousine pro Jahr gebaut. Diese werden vorerst per Leasing-Vertrag an wichtige Persönlichkeiten vergeben (Preis: 62.000 Euro). Die USA und Europa werden ab Ende 2016 beliefert, allerdings gilt Deutschland nicht als Primärmarkt, weshalb auch in den letzten Jahren vom *FCX Clarity* nur zwei Exemplare hierzulande zu finden waren. Stattdessen werden die BZ-Fahrzeuge zunächst nach Großbritannien und Dänemark geschickt.

Ergänzend bieten die Japaner den *Power Exporter 9000* als APU an, die die externe Nutzung des Brennstoffzellenstroms (9 kW; s. S. 42) ermöglicht. Diese „Energiequelle auf Rädern", die jetzt ebenfalls kommerziell angeboten wird, soll für eine Woche ausreichend Strom für einen Durchschnittshaushalt liefern können. ||

Thomas Brachmann von Honda Deutschland hat gegenüber dem Nachrichtenmagazin *Spiegel* erklärt: „Wir haben den *FCX Clarity* bereits seit 2008 auf der Straße. Was wir hier in Tokio enthüllen, ist deshalb schon eine Generation weiter als bei Toyota."

Thema: Elektromobilität | **Autorinnen:** Uta Schneider, Elisabeth Dütschke

H_2 TANKEN – ROUTINE ODER HERAUSFORDERUNG?

Was (Test-)Kunden sagen

Im Rahmen der Begleitforschung des 50-Tankstellen-Programms hat das Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung ISI in Karlsruhe mittels Betankungstests und Fokusgruppen die Akzeptanz von Wasserstofftankstellen bei erfahrenen Nutzern und Testkunden untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass das Tanken von Wasserstoff grundsätzlich als sicher und einfach bewertet wird, gerade für Testkunden aber noch oft eine Herausforderung darstellt.

Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) unterstützt mit dem *50-H_2-Stationen-Programm* den Ausbau des H_2-Tankstellennetzes in Deutschland. Das Projekt ist Bestandteil des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) und wird von der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) koordiniert. Damit wird die intensive realitätsnahe Erprobung von zunehmend marktfähigen Wasserstofftankstellen als wichtiger Schritt zur Marktvorbereitung ermöglicht. In der Begleitforschung dieses Programms werden neben der Nutzerperspektive auch ökologische, wirtschaftliche, regulatorische und technologische Aspekte für die Errichtung und den Betrieb von Wasserstofftankstellen analysiert.

Das Tanken von Wasserstoff ist in Deutschland momentan an etwa 34 Tankstellen, davon etwa 20 öffentlichen Tankstellen, möglich [1]. In Metropolen wie Berlin und Hamburg können die Nutzer auf drei bis vier Tankstellen zurückgreifen, andere Städte in Deutschland sind weniger gut versorgt. Zum Vergleich: Fahrern von konventionell betriebenen Fahrzeugen standen im Jahr 2015 über 14.000 Tankstellen [2] und Fahrern mit Erdgasfahrzeugen etwa 850 öffentliche Tankstellen [3] zur Verfügung. Als Verbund von Industrieunternehmen, unterstützt durch die Politik, ist die Clean Energy Partnership seit 2008 das Leuchtturmprojekt im Verkehrsbereich des NIP. Die Partnerunternehmen der CEP erproben die Systemfähigkeit von Wasserstoff und entwickeln technische wie auch wirtschaftliche Lösungen für die alltägliche Anwendung.

Das Tanken von Wasserstoff ist prinzipiell mit dem Tanken konventioneller Kraftstoffe vergleichbar. Der gesamte Betankungsprozess dauert wenige Minuten länger als eine Betankung mit Benzin oder Diesel. Im Vergleich zum Aufladen von batterieelektrischen Fahrzeugen stellt die kurze Betankungsdauer jedoch einen wichtigen Vorteil der Technologie dar. Der Wasserstoff wird mit einem Druck von etwa 700 bar und einer Temperatur von etwa -40 °C getankt [4]. Der Betankungsvorgang selbst wird durch ein mitunter lautes Zischen begleitet. Die Zapfpistole kühlt durch die niedrige Kraftstofftemperatur merklich ab. Für das Tanken benötigen die Kunden gegenwärtig noch eine spezielle CEP-Tankkarte, über die auch die Abrechnung erfolgt. Im Laufe des weiteren Ausbaus des Tankstellennetzes und der damit betriebenen Weiterentwicklung der Technologie sollten die Nutzererfahrungen und -wünsche berücksichtigt werden.

DURCHFÜHRUNG VON BETANKUNGSTESTS Zur Untersuchung der Nutzerakzeptanz wurden an einer H_2-Tankstelle in Berlin Betankungstests durchgeführt. Im Zuge dessen hat jeder Teilnehmer jeweils ein Wasserstofffahrzeug betankt. Den Teilnehmern wurde vor dem Test eine Broschüre überreicht, in der die einzelnen Schritte erklärt werden. Es erfolgten keine (weiteren) Erläuterungen. Die Forscher standen während des Tests jederzeit für Fragen und Hilfestellung zur Verfügung.

Die Tests wurden mit zwei Personengruppen durchgeführt: Einerseits mit sechs Personen, die über Erfahrungen mit der Betankung von H_2-Autos verfügten, andererseits mit acht Personen, die keine entsprechenden Vorerfahrungen hatten. Grundsätzliche Alltagserfahrungen mit einem Pkw waren bei allen Testpersonen vorhanden. Von den Kunden mit Vorerfahrung fuhren vier zum Zeitpunkt des Tests ein Wasserstofffahrzeug, zwei Personen hatten ein solches in der Vergangenheit genutzt. Die Dauer der Nutzung des BZ-Autos lag zwischen einem halben Jahr und zweieinhalb Jahren, wobei alle Fahrzeuge überwiegend in Berlin genutzt wurden. Drei Personen nutzten das Fahrzeug rein beruflich, die anderen drei beruflich und privat. Für die Nutzung der Autos war eine monatliche Leasingrate fällig.

Insgesamt nahmen somit 14 Personen an dem Test teil, je sieben Frauen und Männer im Alter zwischen 23 und 72 Jahren. Neun Personen haben einen Hochschulabschluss.

Begleitend zu den Tests erfolgten zwei Kurzbefragungen, eine vor und eine nach dem Tanken. In der Gruppe der Testkunden war damit ein Vorher-Nachher-Vergleich von Erwartungen und Erfahrungen möglich – die Kunden mit Vorerfahrung hatten ja bereits Wasserstoffbetankungen durchgeführt. Während des Tankens wurden die Teilnehmer gebeten, „laut zu denken". So konnten die Bewertungen und Wahrnehmungen unmittelbar während des Betankungsprozesses erhoben werden.

Nach den Betankungstests wurden die Erfahrungen beim Tanken sowie die übergreifende Bewertung der H_2-Technologie in Fokusgruppen diskutiert. Fokusgruppen stellen leitfadengestützte Gruppendiskussionen von drei bis acht Teilnehmern dar und werden durch einen Wissenschaftler moderiert. Durch gruppendynamische Prozesse können profundere Informationen als durch Interviews gewonnen werden.

BEWERTUNG DER H_2-BETANKUNG Alle Teilnehmer führten erfolgreich eine Wasserstoffbetankung durch. Zwei Testkunden, die sich die Broschüre vor dem Test bewusst nicht durchlasen, gelang es trotzdem, die Betankung durchzuführen. Mehrere Teilnehmer wandten sich während des Prozesses jedoch an die Forscher, weil sie bei einigen Schritten unsicher waren. Die Teilnehmer benötigten für einen Betankungstest – von der Autorisierung am Kartenleser bis zum Einhängen der Zapfpistole – zwischen fünf und 13 Minuten. Die erfahrenen Kunden, die bereits an der Testtankstelle getankt hatten, waren sehr routiniert im Umgang und dementsprechend schneller als die Testkunden sowie die Kunden ohne Vorerfahrung an der Testtankstelle. Einige Teilnehmer hatten Probleme, die Zapfpistole von der Zapfsäule abzunehmen und auf den Tankstutzen aufzusetzen. Zudem hatten einige Schwierigkeiten, die Zapfpistole nach dem Tanken vom Fahrzeug zu lösen und wieder einzuhän-

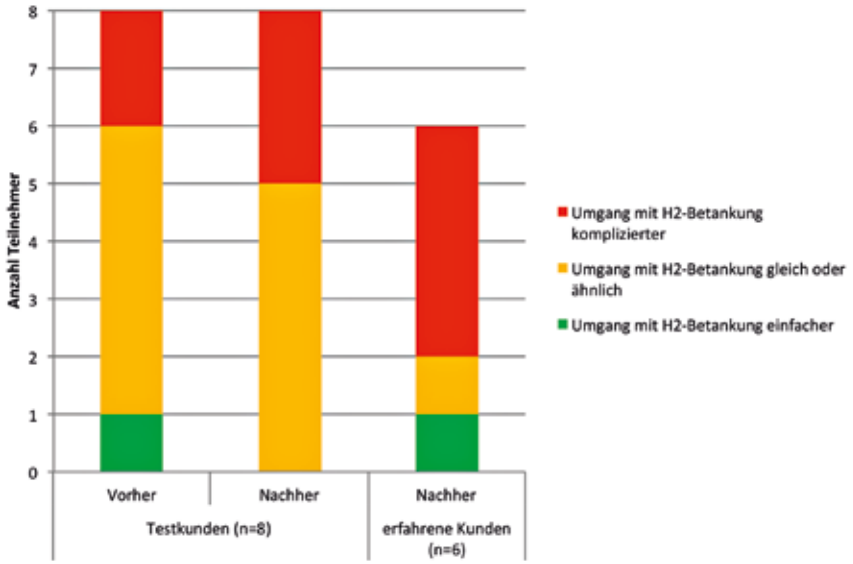


Abb. 1: Wahrgenommene Komplexität der H_2-Betankung im Vergleich zu Betankungen mit Benzin oder Diesel

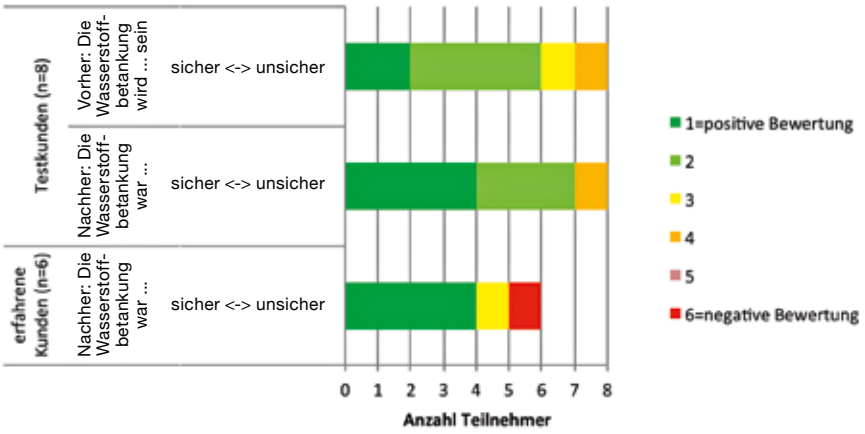


Abb. 2: Sicherheitsaspekte im Zusammenhang mit der H_2-Betankung

gen, da diese relativ schwer ist und dafür in einem bestimmten Winkel gehalten werden muss.

Teilweise traten an der Tankstelle technische Probleme mit der Preis- und der Mengenanzeige auf dem Display sowie mit dem Knopf zum Starten der Betankung auf. Bei drei Teilnehmern startete der Tankvorgang nicht oder wurde abgebrochen, so dass ein erneuter Anlauf unternommen werden musste. Dies führte bei einigen Teilnehmern, insbesondere bei den Testkunden ohne Vorerfahrung, zu Irritationen.

Die H_2-Betankung wurde von der Mehrheit der Teilnehmer dennoch als einfach und unkompliziert wahrgenommen. Die meisten Testkunden bewerteten das H_2-Tanken im Vergleich zu konventionellen Betankungen als ähnlich komplex – sowohl vor als auch nach dem Betankungstest. Sie waren mehrheitlich überzeugt, dass man sich nach mehrmaligem Tanken sehr gut an das System gewöhnen könne. Unter den erfahrenen Kunden empfanden vier die Betankung mit Wasserstoff als komplizierter (s. Abb. 1). Dies ist möglicherweise dadurch zu erklären, dass diese Kunden mit der Testtankstelle noch nicht vertraut waren – die Bedienweisen unterschiedlicher Wasserstofftankstellen können im Detail voneinander abweichen. Zudem haben die erfahrenen Nutzer vermutlich höhere Erwartungen an die Alltagstauglichkeit der Technologie und erwarten dementsprechend einen einfachen Umgang mit der Technologie.

Die Testkunden sagten dazu in den Fokusgruppendiskussionen aus, dass der Umgang mit Wasserstoff dem Tanken von konventionellem Kraftstoff ähnelt. Eine solche analoge Gestaltung begrüßten sie. Zwei Testkunden erwähnten, dass sie beim H_2-Betanken gegenüber dem Betanken mit herkömmlichen Kraftstoffen die Geruchlosigkeit schätzen sowie die Tatsache, dass man sich die Hände nicht mit Kraftstoff schmutzig machen könne.

Negativ gegenüber der konventionellen Betankung wurden von einigen die Kälte des Zapfhahns und das dadurch entstandene Kondenswasser gesehen. Zudem kritisierten einige Teilnehmer das Design der Zapfpistole, das aus ihrer Sicht an herkömmliche Benzin- oder Dieselbefüllkupplungen angelehnt ist. So sei der Verriegelungshebel für die Betankung überflüssig; alternativ schlugen sie eine Art Drehverschluss vor (ähnlich wie bei der Betankung mit Autogas), welcher dem Nutzer besser vermitteln könne, dass beide Komponenten – Fahrzeug und Zapfpistole – fest miteinander verbunden sind. Eine gegenwärtig ebenfalls in Deutschland genutzte Kupplung entspricht diesen Nutzererwartungen.

Die Betankungsdauer wurde von den Teilnehmern überwiegend positiv bewertet. Auch hier zeigten sich Unterschiede zwischen beiden Nutzergruppen: Die erfahrenen Kunden bewerteten die Betankungsdauer etwas negativer als die Testkunden (nach der Betankung). Dies ist möglicherweise ebenfalls dadurch bedingt, dass Erstere das BZ-Auto im Alltag nutzen und daher hohe Ansprüche an die Technologie haben. Ferner könnten auch negative Erfahrungen mit Betankungen in der Vergangenheit in die Bewertung eingeflossen sein. Die Testkunden erwarteten hingegen vor dem Test eine längere Betankungszeit, waren dann aber positiv überrascht von der eher kurzen Dauer.

Die Mehrheit der Teilnehmer hatte keine Sicherheitsbedenken beim Tanken. Sie beschrieben ihre Gefühle jedoch mit einem gewissen „Respekt“ gegenüber der Technologie. Die erfahrenen Kunden sagten aus, dass etwaige Bedenken mit der Zeit verflogen seien, zumal auch das Tanken von Benzin und Diesel aufgrund deren Brennbarkeit Risiken bergen könne. Zudem äußerten die Teilnehmer ein hohes Vertrauen in die deutschen Sicherheitsstandards, so dass die hohen Drücke nicht als ein Sicherheitsrisiko beurteilt wurden. Auch die begleitende Befragung zeigte, dass die Mehrheit der Teil-nehmer keine Bedenken hatte. Ein erfahrener Kunde, während dessen Betankung es zu technischen Schwierigkeiten kam, bewertete die Sicherheit im Zusammenhang mit der H_2-Betankung dagegen negativ (s. Abb. 2).

BEWERTUNG DER H_2-TECHNOLOGIE

Die Teilnehmer schätzten insbesondere die lokale Emissionsfreiheit von >>

Brennstoffzellenautos. Sie begrüßten die Sicherstellung der Umweltfreundlichkeit und bewerteten diese als eine wichtige Bedingung für die weitere Förderung und Verbreitung der Technologie sowie für eine zukünftige Nutzung. Insbesondere die erfahrenen Kunden forderten einen weiteren Ausbau des Tankstellen-netzes: So sollen vorrangig bestehende Lücken in Mitteldeutschland geschlossen werden, um alle Regionen Deutschlands erreichen zu können. Aufgrund des geringen Netzausbaus wird die Technologie bislang als noch nicht als alltagstauglich beurteilt. Auch die hohen Fahrzeugpreise stehen einer privaten Anschaffung entgegen.

FOLGERUNGEN FÜR DIE H_2-INFRASTRUKTUR Insgesamt lässt sich festhalten, dass die H_2-Technologie positiv wahrgenommen wird, wenn auch in der praktischen Umsetzung noch Herausforderungen gesehen werden. So gilt es, für die weitere Verbreitung der Technologie den Umgang mit der Zapfpistole zu vereinfachen und die technische Zuverlässigkeit der Tankstellen zu verbessern. Insbesondere Neukunden, die im Umgang mit der Technologie noch ungeübt sind, könnten durch auftretende technische Probleme verunsichert werden.

Gleichwohl bewerteten die meisten die Wasserstoffbetankung als intuitiv erlernbar. Die Neukunden begrüßten vor allem die als kurz wahrgenommene Betankungsdauer. Die erfahrenen Kunden äußerten höhere Erwartungen an die Alltagstauglichkeit der Technologie und zeigten wenig Akzeptanz gegenüber technischen Ausfällen und Problemen. Außerdem erwarteten sie eine weitere Verkürzung der Betankungszeiten.

Schlussendlich wird der Wunsch nach einem Ausbau der H_2-Infrastruktur und einem flächendeckenden Tankstellennetz geäußert, um eine deutschlandweite Mobilität zu ermöglichen. ||

Literatur

[1] ADAC: Entwicklung der Tankstellenanzahl seit 1965 in Deutschland, www.adac.de

[2] Clean Energy Partnerhip, Live-Karte mit Wasserstofftankstellen, www.cleanenergypartnership.de

[3] Gas Vehicles Report, Worldwide NGV statistics, May 2015, www.ngvjournal.com

[4] SAE International, Fueling Protocols for Light Duty Gaseous Hydrogen Surface Vehicles, J2601_201407, Fuel Cell Standards Committee

Autorinnen:

Uta Schneider
→ Uta.Schneider@isi.fraunhofer.de

Dr. Elisabeth Dütschke
→ Elisabeth.Duetschke@isi.fraunhofer.de

beide Fraunhofer ISI, Karlsruhe

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

KAUFPRÄMIE FÜR BATTERIE- UND BZ-AUTOS

1,2 Mrd. Euro für 400.000 E-Autos

Der Autogipfel im Kanzleramt hat die von vielen lang ersehnte Kaufprämie für Elektrofahrzeuge gebracht. Bundeskanzlerin Angela Merkel einigte sich am 26. April 2016 in Berlin mit den Bossen der Automobilhersteller auf eine abgespeckte Version, bei der mindestens die Hälfte der Fördergelder von der Industrie beigesteuert wird. Trotzdem hagelte es Kritik sowohl von politischer Seite als auch vonseiten der Umweltverbände. Offen ist weiterhin, welche Wirkungskraft diese Maßnahme zu entfalten vermag.

Ursprünglich sollte schon Anfang dieses Jahres Gewissheit darüber herrschen, wie der Elektromobilitätssektor fortan gefördert wird. Im Februar 2016 hatte die Bundesregierung allerdings nochmals um Aufschub gebeten, da sie sich auf Ministerebene nicht einigen konnte. Prof. Henning Kagermann hatte daraufhin gefordert, dass noch im März 2016 eine Entscheidung fallen müsse, da ansonsten das Ziel kassiert werden müsse. In Leipzig relativierte der NPE-Vorsitzende jedoch diese Aussage, indem er erklärte, dass er wegen eines einzelnen Monats kein Problem habe.

Ende April fiel dann tatsächlich die Entscheidung, die zudem am 18. Mai 2016 vom Bundeskabinett abgesegnet wurde. Bundeswirtschaftsminister Sigmar Gabriel sagte daraufhin: „Das ist ein wichtiges industriepolitisches Signal. Mit den heute im Kabinett beschlossen Maßnahmen, insbesondere der Kaufprämie, werden umweltfreundliche Elektrofahrzeuge immer mehr Einzug in unseren Alltag finden. Die steigende Nachfrage wird wichtige und notwendige Investitionen entlang der gesamten Wertschöpfungskette der Elektromobilität auslösen."

HÄLFTE STAAT – HÄLFTE INDUSTRIE Der Beschluss sieht jetzt vor, dass für rein elektrisch angetriebene Fahrzeuge eine Kaufprämie in Höhe von 4.000 Euro gezahlt wird. Dieser Wert gilt auch für Brennstoffzellenfahrzeuge. Um diese Finanzspritze in Gänze zu erhalten, muss zunächst im Kaufvertrag vermerkt werden, dass der Automobilhersteller die eine Hälfte, also 2.000 Euro, erlassen hat. Erst wenn dies bestätigt ist, kann die zweite Hälfte online beim

BAFA-ANTRAG
Für die Auszahlung ist wie schon bei der Abwrackprämie 2009 das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle zuständig. BAFA-Präsident Arnold Wallraff versprach gegenüber der Zeitschrift *Autohaus:* „Damals haben wir vier bis fünf Wochen benötigt vom vollständigen Vorliegen der Unterlagen bis zur Auszahlung. Wir streben an, die Prämie für die Elektroautos noch schneller abzuwickeln."

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) beantragt werden. Die gleiche Vorgehensweise gilt für Plug-in-Hybride, wobei diese eine Kaufprämie in Höhe von 3.000 Euro erhalten.

In jedem Fall gilt, dass der Käufer das neue E-Auto mindestens neun Monate behalten muss. Hinzu kommt, dass das zu fördernde Fahrzeug nicht teurer sein darf als 60.000 Euro (Netto-Listenpreis des Basismodells). Die Förderung erfolgt bis zur vollständigen Auszahlung der hierfür vorgesehenen Bundesmittel in Höhe von 600 Mio. Euro (insg. 1,2 Mrd. Euro inkl. Industriemittel), längstens jedoch bis zum 30. Juni 2019. Antragsberechtigt sind Privatpersonen, Unternehmen, Stiftungen, Körperschaften und Vereine, auf die ein Neufahrzeug zugelassen wird. Die Gelder hierfür sowie für den Infrastrukturausbau (insg. 1 Mrd. Euro) werden aus dem Energie- und Klimafonds entnommen.

MEHR LADESTATIONEN Zu dem gesamten Maßnahmenpaket der Regierung zählt zudem, dass E-Fahrzeuge, die noch vor 2020 gekauft werden, für insgesamt zehn Jahre von der Kfz-Steuer befreit werden. Außerdem sieht der Förderkatalog vor, dass der am Arbeitsplatz geladene Strom nicht als geldwerter Vorteil versteuert werden muss. In den schnellen Ladesäulenausbau will der Staat 300 Mio. Euro stecken. Davon sollen 10.000 normale AC-Ladestationen (200 Mio. Euro) und mindestens 5.000 Schnelllader (100 Mio. Euro) aufgebaut werden. Weitere 100 Mio. Euro sollen investiert werden, um den Anteil von E-Autos im Fuhrpark der Bundesregierung vom 1. Januar 2017 an auf 20 Prozent zu steigern.

Der NPE-Vorsitzende Kagermann, der selbst noch 2010 eine Kaufprämie abgelehnt hatte, machte klar, dass ohne eine weitere Förderung voraussichtlich „nur“ 400.000 bis 450.000 E-Fahrzeuge erreicht worden wären. Bundesverkehrsminister Alexander Dobrindt geht indes davon aus, dass die neue Regelung für die Anschaffung von rund 400.000 E-Fahrzeugen ausreicht. Ob die Kaufprämie nun aber tatsächlich dazu führen wird, dass wesentlich mehr Elektromobile gekauft werden, bleibt nach wie vor offen.

ORDNUNGSPOLITISCHER SÜNDENFALL Kritik kam unter anderem von den Grünen, die vor allem die Finanzierung der Kaufprämien durch alle Steuerzahler kritisieren. Der stellvertretende Fraktionsvorsitzende Oliver Krischer sagte: „Richtig wäre es, wenn die Fahrer von übermotorisierten Spritschluckern die Prämie finanzieren.“ Auch in der Union sind etliche Abgeordnete gegen die Prämie. Die Rede ist häufig von Mitnahmeeffekten, die befürchtet werden, ohne Wirkung zu entfalten, sowie von einem ordnungspolitischen Sündenfall, der zu Wettbewerbsverzerrung führt. Zudem wird kritisiert, andere Branchen seien bedürftiger als die Autoindustrie. Hinzu kommt, dass gerade jetzt mit dem immer noch aktuellen Dieselskandal der Bevölkerung nur schwer klarzumachen ist, warum insbesondere die deutschen Automobilkonzerne, die jahrelang sowohl die Wasserstoff- als auch die Batterietechnik verschlafen und krampfhaft an der Dieseltechnik festgehalten haben, jetzt mit Staatsgeldern „belohnt“ werden.

Reiner Holznagel, Präsident des Bundes der Steuerzahler, sagte dazu: „Es ist absurd, dass die Gewinne einiger Autokonzerne höher sind als die Etats der subventionierenden Ministerien. Eine objektive Notwendigkeit für solche Subventionen besteht nicht.“ ||

UMWELTBONUS
Die EU-Kommission gab grünes Licht: Am 16. Juni 2016 meldete Wirtschaftsminister Gabriel, die Förderrichtlinie könne dem Wirtschaftsausschuss des Bundestages vorgelegt werden.

KAUFPRÄMIE ZIEHT NICHT

Eine aktuelle Studie legt tieferliegende Probleme bei der neu aufgelegten Kaufprämie offen. Demnach hindert nicht allein die geringe Reichweite oder die mangelhafte Infrastruktur potentielle Käufer am Erwerb eines E-Autos. Stattdessen finden potentiell Interessierte häufig keine für sie attraktiven Modelle. Hinzu komme, dass die finanzielle Unterstützung als „Förderung der Oberschicht“ oder als „Subventionierung der Autohersteller“ betrachtet würde, wie die Consline AG Mitte Juni 2016 bekanntgab. Weiter heißt es: „Nur knapp ein Prozent der Nutzer plant den Kauf eines E-Autos aufgrund der Kaufprämie.“ 98 Prozent der User, die sich nach der Einführung der Fördermaßnahme in News-Portalen, Fachmedien, Foren und Social Media zu diesem Thema geäußert haben, fällen hingegen ein negatives Urteil und nennen Stichwörter wie „Steuerverschwendung“, „Verfehlung des zentralen Umweltschutzziels“ oder „mangelnde Alltagstauglichkeit“. Hybridfahrzeuge werden gar als „überschwere und übermotorisierte Monster“ bezeichnet. ||

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

EINMAL ELEKTRISCH – IMMER ELEKTRISCH

Abschlusskonferenz Schaufenster Elektromobilität

Abb. 1: Barbara Hendricks

Seit vier Jahren laufen die vier *Schaufenster Elektromobilität.* 2012 bildeten sie die Fortsetzung der acht *Modellregionen Elektromobilität,* in denen zuvor elektrische Antriebe erforscht und entwickelt worden waren. Bevor diese Demonstrations- und Marktvorbereitungsphase aber nun Ende 2016 endgültig auslaufen wird, fand am 14. und 15. April 2016 in Leipzig die offizielle Abschlusskonferenz statt. Gemeinsam zogen dort die vier Bundesministerien, die vier regionalen Leitstellen sowie die Nationale Plattform Elektromobilität (NPE) ihr Resümee.

Alles begann damals im Jahr 2011 mit dem Aufruf, dass sich einzelne Regionen dafür bewerben konnten, in Deutschland *Schaufenster Elektromobilität* und damit staatlich gefördertes Testfeld für Elektroautos zu werden. Nachdem zuvor in acht Modellregionen über vier Jahre lang erste Erfahrungen mit diesem Thema gesammelt worden waren, war das Interesse weiterer Städte und Gemeindeverbünde groß, ebenfalls an diesem Zukunftsprojekt mitzuwirken, so dass insgesamt 23 Bewerbungen eingingen. Nachdem es zunächst geheißen hatte, die 13-köpfige Jury würde fünf Schaufenster auswählen, waren es allerdings schließlich nur vier, weil die Einnahmen der Bundesregierung aus dem Energie- und Klimafonds geringer waren und somit weniger Geld zur Verfügung stand als ursprünglich angenommen.

Insgesamt war damals mit 230 Einzelprojekten gerechnet worden. Tatsächlich herausgekommen sind 145 separate Vorhaben, in denen 500 Partner mit den eingeplanten 180 Mio. Euro von vier Bundesministerien gefördert wurden und 3.600 Elektrofahrzeuge zum Einsatz brachten. Zusammen mit weiteren Geldern aus den beteiligten Bundesländern sowie anderen Investitionen flossen insgesamt über 400 Mio. Euro in die Schaufenster.

VIER STATT FÜNF SCHAUFENSTER

- Metropolregion Hannover, Braunschweig, Göttingen, Wolfsburg – *Unsere Pferdestärken werden elektrisch*
- Hauptstadtregion Berlin/Brandenburg – *Internationales Schaufenster der Elektromobilität*
- Bayern/Sachsen – *Elektromobilität verbindet*
- Baden-Württemberg – *LivingLab BWe mobil*

Um zum Abschluss trotz der Vielzahl an Einzelmaßnahmen einen möglichst umfassenden Überblick über all die verschiedenen Projekte zu ermöglichen und auch E-Mobile erproben zu können, trafen sich zahlreiche Akteure und Interessenten Mitte April 2016 auf dem Leipziger Messegelände. Eigentlich sollte dort zeitgleich die *Auto Mobil International (AMI)* stattfinden, so dass die Abschlusskonferenz eingebettet gewesen wäre in ein großes, thematisch passendes Umfeld. Aber da im Vorfeld mehr als ein Dutzend große Automobilhersteller die *AMI*-Teilnahme zurückgezogen hatten, entschied sich die Messeleitung für eine Absage.

Umso bemerkenswerter war, dass trotzdem rund 800 Teilnehmer zur Schaufenster-Konferenz erschienen – deutlich mehr als ursprünglich erwartet.

POSITIVE BILANZ Zum Auftakt der Veranstaltung verwies Bundesumweltministerin Barbara Hendricks zunächst auf die Klimakonferenz *COP 21* sowie den deutschen *Klimaschutzplan 2050* und stellte fest, dass die Entwicklung im Verkehrsbereich derzeit stagniert: Die durchaus vorhandenen Energieeinsparungen werden von mehr Autos beziehungsweise von mehr Fahrkilometern aufgefressen. Deswegen erklärte sie: „Nach der Energiewende brauchen wir jetzt eine Verkehrswende. Wir müssen Verkehr vermeiden, verlagern und effizienter gestalten."

Am Potential der Elektromobilität ließ sie indes keinerlei Zweifel erkennen: „Die Zukunft wird elektrisch sein. […] Elektromobilität ist schon heute alltagstauglich und in vielen Bereichen auch wirtschaftlich." Ihre Äußerung „Die Schaufenster sind hell erleuchtet" führte allerdings zu einigen Schmunzlern im Raum, da zur Projekthalbzeit noch bemängelt worden war, dass in den Schaufenstern viel zu wenig zu sehen gewesen sei.

Abb. 2: Bomba kritisierte und lobte

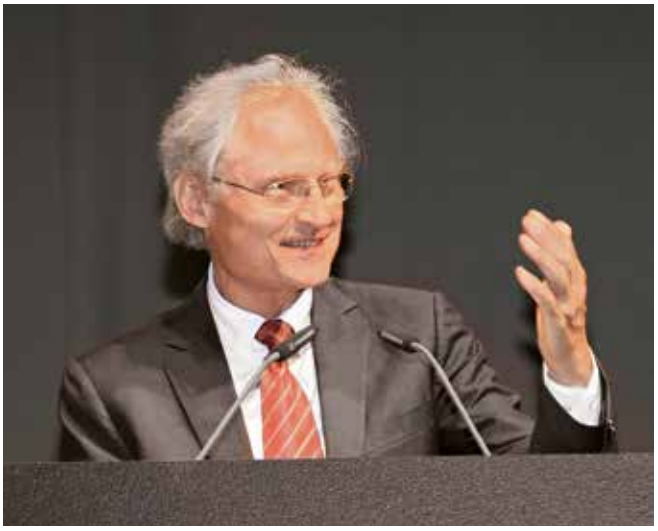


Abb. 3: Kagermann betonte immer wieder, dass die NPE nur Handlungsempfehlungen ausspricht

Über das erklärte Ziel der Bundesregierung, 1 Mio. Elektrofahrzeuge bis zum Jahr 2020 auf die Straße zu bringen, sagte die Ministerin, dass ab jetzt jedes fünfte neu zugelassene Fahrzeug ein E-Auto sein müsste, damit das erreicht würde, was rechnerisch durchaus möglich sei. Ob dies allerdings auch realistisch ist, ließ sie offen.

Ihr ebenfalls eingeladener Kollege, Bundesverkehrsminister Alexander Dobrindt, war indes nicht erschienen. Er wurde vertreten von Staatssekretär Rainer Bomba, der nach eigener Aussage rein elektrisch von Berlin nach Leipzig gekommen war. In seiner gewohnt deutlichen Art räumte er ein, dass es „natürlich erschreckend" sei, dass derzeit erst 54.000 E-Fahrzeuge (Plug-in-Hybride und rein elektrische) in der Bundesrepublik angemeldet sind. Bomba forderte daher: „Wir müssen die Menschen sensibilisieren und mitnehmen. Der Kunde muss überzeugt werden." Er verwies auf Tesla und stellte fest: „Es geht, und es geht auch schnell." Einigermaßen versöhnlich lobt er jedoch auch das bislang Erreichte: „Die vier Schaufensterprojekte haben echt gute Arbeit geleistet."

KAGERMANN PROPHEZEIT RIESEN-RUN Prof. Henning Kagermann, der Vorsitzende der NPE, gab anschließend einen Abriss über die vergangenen Jahre, über die damaligen Ziele sowie das bislang Erreichte. Das primäre Ziel, die Netzwerkbildung, ist seiner Meinung nach gut erreicht worden, ebenso wie die Erstellung einer Roadmap. Einen Haken machte er auch hinter die Marktvorbereitung, die nach NPE-Planung bis 2014 erfolgt ist. Dazu sagte er: „Wir haben die erste Phase gut abgeschlossen."

Schwieriger sieht es demgegenüber mit dem Markthochlauf aus, der eigentlich bis 2017 stattfinden soll, aber bislang noch nicht in Gang gekommen ist („54.000 – das ist zu wenig", so Kagermann). Auch hinsichtlich der Standardisierung räumte der NPE-Chef Verzögerungen ein. Speziell beim Thema Einheitsstecker stöhnte er: „Das war ein Akt." Gleichzeitig hob er aber hervor, dass es wichtig gewesen sei, dass die Schaufenster hier Druck gemacht hätten. Er bedankte sich zudem ausdrücklich für den stetigen Informationsfluss sowie die vielen hilfreichen Rückmeldungen.

Ebenso wie zuvor Barbara Hendricks zeigte sich der Präsident von acatech optimistisch, dass sich „Elektromobilität bis 2025 durchsetzen wird, weil E-Autos dann billiger sein werden als konventionelle". Dies sei „so sicher wie das Amen in der Kirche", so Kagermann. Weiter prophezeite er: „Es wird einen Riesen-Run geben. […] Die Frage ist bloß, welche Rolle Deutschland spielt."

Im weiteren Verlauf der Konferenz wurde außerdem deutlich, dass die Schaufenster auch mit erheblichen Problemen zu kämpfen hatten. So standen insbesondere in den Anfangsmonaten kaum E-Autos zur Verfügung, weshalb jetzt im Nachhinein darüber spekuliert wurde, ob es besser gewesen wäre, wenn die Projekte noch später gestartet worden wären. Auch beim Aufbau der Schnellladesäulen entlang der A9 wurde eingeräumt, dass hier Lehrgeld gezahlt werden musste, da anfangs die Verfügbarkeit und die Verknüpfung nicht wie erhofft funktioniert hatten.

Als positiv darf bewertet werden, dass zumindest einige der Projektleitstellen erhalten bleiben sollen. Johann Schwenk von Bayern Innovativ erklärte beispielsweise: „Es wäre eine Schande, die Netzwerke nicht mehr zu nutzen." Insgesamt waren sich die Teilnehmer dahingehend einig, dass „die Bilanz nicht schlecht ist" und dass nach wie vor das Motto gilt: „Einmal elektrisch – immer elektrisch".

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN Im Anschluss an die politischen Statements überreichte Dr. Bertram Harendt vom Deutschen Dialog Institut insgesamt 22 Handlungsempfehlungen an die Ministeriumsvertreter sowie die NPE. Das Frankfurter Institut hatte im Rahmen umfangreicher Begleit- und Wirkungsforschungsarbeiten die Erkenntnisse und Erfahrungen aus den Schaufenstervorhaben zusammengefasst. In dem Papier werden beispielsweise die Automobilbauer aufgefordert, „wesentlich höhere Reichweiten" zu ermöglichen. Außerdem wird „eine Erweiterung der Angebotspalette dringend empfohlen". Infrastrukturseitig werden Förderung und Aufbau öffentlich zugänglicher und barrierefreier Ladesäulen angeraten. Und es wird empfohlen, Elektrofahrzeuge vermehrt in Flottenpools (Fahrschulen, Taxibetrieben, Pflege- und Handwerksbereich) einzubinden. ||

ECARTEC WIRD ZUR EMOVE360°

Die MunichExpo hat das Veranstaltungskonzept der ehemaligen eCarTec überarbeitet. Herausgekommen ist die eMove360° Europe, die nun vom 18. bis 20. Oktober 2016 auf dem Münchener Messegelände stattfinden wird. „Die eCarTec ist Geschichte", sagte Holger Neumann, der neue Projektleiter. Bei der *Internationalen Fachmesse für Mobilität 4.0 – elektrisch – vernetzt – autonom* geht es jetzt „um Mobilität insgesamt". Robert Metzger, Geschäftsführer der Messegesellschaft, erklärte: „Es hat sich gezeigt, dass die Mobilität der Zukunft weit mehr als Fahrzeuge und Fahrzeugtechnologie umfasst." Deswegen soll die neue Leitmesse für die Mobilität 4.0 zukünftig auch die Themen vernetztes und autonomes Fahren sowie urbanes und mobiles Design darstellen. Darüber hinaus wird es um Infotainment und Connectivity gehen, während auch andere Fahrzeuge als nur Autos, also auch Nutzfahrzeuge, Busse und E-Bikes, thematisiert werden. Metzger sagte weiter: „*eMove* steht für Elektromobilität und unsere langjährige Expertise mit dieser wichtigen Säule der New Mobility. *Move360°* zeigt die Vernetzung und die Technologien, die ein zunehmend automatisiertes bis hin zum autonomen Fahren erst ermöglichen." Parallel zu der Messe wird wie gewohnt auch wieder eine Konferenz abgehalten, der *World Mobility Summit*. ||

→ www.emove360.com

Abb. 1: Heißes Rennen auf heißem Asphalt

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

ABT SICHERT SICH DEN ZWEITEN PLATZ

8. ePrix der Formel E in Berlin

Es roch nach Gummi. Anstelle von lautem Motorendröhnen hörte man die Räder quietschen. Und als der Fahrzeugpulk hinter der nächsten Kurve verschwand, war alles wieder ruhig, bis die regenerierenden Elektromotoren und die quietschenden Slicks erneut die heranrasenden Rennwagen ankündigten. Langweilig war es also wahrlich nicht, als am 21. Mai 2016 die achte Runde der FIA Formula E Championship in Berlin ausgetragen wurde. Rund 15.000 Besucher konnten sich davon bei sonnig-warmem Frühlingswetter überzeugen und schließlich den zweiten Platz von Daniel Abt bei seinem Heimrennen bejubeln. Sieger im ausverkauften *BMW i Berlin ePrix* wurde zum dritten Mal in dieser Saison Sébastien Buemi vom Team Renault e.dams.

Spannend war es allemal: Auf der umgebauten Karl-Marx-Allee inmitten der bundesdeutschen Hauptstadt wurde alles geboten, was ein ordentliches Autorennen benötigt: Qualmende Gummireifen, riskante Überholmanöver, umherfliegende Karosserieteile und natürlich eine Champagner-Dusche – aber kein ohrenbetäubendes Motorengeheul, was den Anwesenden allem Anschein nach auch nicht fehlte.

WIE BEI DER FORMEL 1 Die ersten Drängeleien gab es standardgemäß direkt nach dem Start gleich in der ersten Schikane, als sich die Teamkollegen Nelson Piquet Jr. und Oliver Turvey einen Frontflügel abfuhren und sich Buemi von Startplatz zwei aus in Führung brachte. Der von der Pole Position gestartete Jean-Éric Vergne konterte zwar mit einem Überraschungsmanöver, aber wenige Umläufe später setzte sich wieder der Schweizer mit seinem Renault *Z.E.15* an die Spitze und verteidigte diese Position bis ins Ziel. Vergne wurde schließlich Fünfter.

Auf den Plätzen zwei, drei und vier herrschte das gesamte Rennen über ein spannender Wettkampf zwischen Daniel Abt, Nicolas Prost und Lucas di Grassi, den der von Platz acht gestartete Brasilianer di Grassi am Ende zumindest teilweise für sich entschied, indem er sich nach mehreren vergeblichen Attacken schließlich an Prost vorbei auf Position drei vorschob (s. Abb. 3, S. 3). Kurz darauf folgten wegen eines liegengebliebenen Wagens einige Safety-Car-Runden. Trotz entsprechender Stallorder („Let Lucas by“) kam Lucas di Grassi dann am Ende nicht mehr an Abt vorbei. In der Gesamtwertung reduzierte sich dadurch der Vorsprung von di Grassi auf einen Punkt. Abt sagte nach dem Rennen zwar, dass er zwei Runden vor Schluss seinem Kollegen ein Zeichen zum Überholen gegeben habe, räumte aber ein, dass er in der letzten Runde nicht mehr seinen Podiumsplatz habe

„Wir wollen immer das Maximum, aber heute lief es für das Team geradezu fantastisch.“
Alain Prost, mehrfacher Formel-1-Weltmeister und jetzt leitender Team-Manager bei Renault e.dams

Abb. 2: Lucas di Grassi und Daniel Abt (r.) bei der Siegerehrung

Abb. 3: Die beste Draufsicht hatten die Anwohner

riskieren wollen, weil dicht dahinter Nicolas Prost, ebenfalls von Renault e.dams, folgte. Daniel Abt strahlte trotz dieser Querelen während der Siegerehrung vor heimischem Publikum über das ganze Gesicht.

Nick Heidfeld von Mahindra Racing hatte sich beim Qualifying zwar bis auf Platz 5 vorgefahren, musste aber ebenso wie sein Teamkollege Bruno Senna wegen zu niedrigen Reifendrucks aus der letzten Reihe starten. Trotzdem erreichte Heidfeld nach 48 Runden einen guten siebten Platz und sechs Punkte für die WM-Wertung. Der in der Schweiz wohnhafte Deutsche sagte: „Unglücklicherweise mussten wir das Rennen wegen des Penaltys von ganz hinten starten, aber ich bin froh darüber, wie gut wir das weggesteckt haben."

Das Finale dieser zweiten Formel-E-Saison mit der Entscheidung über die Weltmeisterschaft findet nun an den letzten beiden Renntagen am 2. und 3. Juli 2016 im Battersea Park in London statt. Nach acht Rennen ist Daniel Abt in der Fahrerwertung Siebter (50) und Nick Heidfeld Neunter (47). In der Mannschaftswertung führt derzeit Renault e.dams mit 202 Punkten vor Abt Schaeffler (191 Punkte).

Ein ursprünglich für Anfang Juni 2016 anvisiertes Rennen in Moskau wird nicht stattfinden. Dafür wird derzeit unter den Fans nach Ideen für eine geeignete Rennstrecke in Neu-Delhi für die nächste Saison gesucht.

Abb. 4: Aufladung per Induktion

BIS ZU FÜNF GÄNGE Während in der ersten Saison noch alle Fahrer mit identischen Fahrzeugen antraten, wurde in dieser Saison zumindest das Design der Antriebstechnologie freigegeben, so dass bereits sieben Hersteller eigene Lösungen für Motor, Inverter und Getriebe entwickelten. So kommt es, dass mittlerweile fast alle Teams auf mehrstufige Übersetzungen (zwei bis fünf Gänge) setzen. Die Mannschaft von Abt Schaeffler Audi Sport baut beispielsweise auf einen E-Motor mit drei Gängen. Lediglich die Teams von DS Virgin Racing und NextEV TCR setzen auf zwei Elektromotoren mit jeweils einem Gang – je eine Antriebseinheit pro Hinterrad.

Auch wenn in normalen Elektrofahrzeugen gänzlich auf Getriebe verzichtet wird, sollen beim ePrix schnelle Schaltvorgänge zu einer noch besseren Performance führen. Auf diese Weise beschleunigen die Formel-E-Boliden in 2,9 Sekunden von null auf hundert Stundenkilometer und erreichen 225 km/h auf den Geraden des 1,927 km langen Parcours. Ab dem nächsten Jahr wird es noch mehr Freiheiten für die Entwickler und somit noch mehr Wettbewerb geben – voraussichtlich auch noch mehr Teams und noch mehr Fahrer.

Der benötigte Strom gelangt per Ladestecker in die Lithium-Ionen-Akkus. Lediglich die zwei BMW *i3,* die als Medical Cars, sowie die beiden BMW *i8,* die als Safety Cars bereitstehen, nutzen induktive Ladetechnik, damit sie jederzeit ohne Verzögerungen einsatzbereit sind. ||

„Was wir heute in den Rennen haben, finden wir später auf der Straße."
Alejandro Agag, der Gründer und Promoter der Formel E

REGLEMENT
Jedes Team tritt bei der Formel E mit zwei Fahrern an, die über jeweils zwei Fahrzeuge verfügen. Denn anstatt die Fahrzeuge während des Rennens nachzutanken, wie es bei der Formel 1 gehandhabt wird, steigen die Piloten bei der Formel E einfach in ihr zweites Fahrzeug mit einem vollen Akku (28 kWh). Während des Rennens steht den Fahrern eine Leistung von 170 kW und während des Qualifyings 200 kW bereit, was im Managementsystem des Wagens entsprechend gesteuert wird. Diese Managementsysteme regeln auch den sogenannten Fan-Boost, bei dem in der zweiten Rennhälfte die drei Fahrer mit den meisten Fan-Stimmen kurzzeitig Zugriff auf 200 kW erhalten. Außerdem gestattet der Fahrzeugwechsel mehr Spielraum für individuelle Strategien und bietet gleichzeitig den Zuschauern zusätzliche Abwechslung und mehr Spannung.

Abb. 5: Zur Hälfte des Rennens wurde es zeitweise recht voll in der Boxengasse

H_2-BOLIDE TRITT GEGEN BENZINER AN

Forze-VII-Studie [Quelle: TU Delft]

Auch in der Wasserstoffbranche wird an elektrischen Rennwagen gearbeitet: Die Technical University of Delft startete bereits im Jahr 2007 mit ihrem *Forze*-Vorhaben, bei dem sowohl Ingenieure als auch Studenten ein BZ-Auto konstruieren und auch bauen, um auf diese Weise Motorsport und saubere Technologie miteinander zu verbinden. Innerhalb von neun Jahren entwickelte das Team mittlerweile sieben Versuchsträger.

Der *Forze VI* wurde im Sommer 2013 fertiggestellt und verfügte bereits über zahlreiche Highlights: Er war sechsmal leistungsfähiger und effizienter als seine Vorgänger. Zudem war er in seiner Leichtbauweise und mit angepasster Aerodynamik so konstruiert, dass er auch gegen benzinbetriebene Konkurrenten bestehen konnte. Zwei Jahre nach seiner Fertigstellung und intensivster Optimierungsarbeit absolvierte der ehemalige niederländische Rennfahrer und Formel-1-Pilot Jan Lammers mehrere Runden auf der Nordschleife des Nürburgrings und erzielte am 7. Mai 2015 einen Rundenrekord für H_2-Autos in 10:43,56 Minuten. Anschließend stellte der aktuell für Red Bull Racing in der Formel 1 fahrende Max Verstappen das Auto auch während des *Gamma Racing Day* in den Niederlanden im Rahmen der Vorab-Show vor und demonstrierte vor 100.000 Zuschauern, das Wasserstoff und Motorsport durchaus zusammenpassen.

Derweil laufen jetzt die Vorbereitungsarbeiten an der neuen, der siebten Fahrzeuggeneration: Die Design-Studie des *Forze VII,* an der rund 70 Studenten mitarbeiten, wurde im März 2016 vorgestellt. Das neue Modell basiert auf einem LMP3-Chassis und soll am 6. und 7. August 2016 beim Supercar Challenge während des *Gamma Racing Day* gegen Benzin-Rennwagen antreten – und gewinnen. Der *Forze VII* verfügt über eine 100 kW leistende Brennstoffzelle sowie einen E-Motor mit einer Maximalleistung von 200 kW. Die Spitzengeschwindigkeit beträgt 210 Stundenkilometer, wobei der Wagen in weniger als vier Sekunden von 0 auf 100 km/h beschleunigt. ||

WERKSTATT FÜR H_2-WAGEN

Wer tatsächlich schon ein Brennstoffzellenfahrzeug besitzen sollte und Reparaturen vornehmen lassen muss, der hat jetzt einen Ansprechpartner: Das Autohaus Karl Russ hat eine Wasserstoffwerkstatt eröffnet. Bei dem Mercedes-Händler in Nürtingen wurden über 70.000 Euro in Ausrüstung sowie in Überwachungstechnik investiert, damit alle erforderlichen Reparaturarbeiten an BZ-Fahrzeugen entsprechend den deutschen Sicherheitsauflagen durchgeführt werden können. Eingeweiht wurde der Standort bereits Ende 2015. Der geschäftsführende Gesellschafter Stefan Russ sagte gegenüber der *Nürtinger Zeitung:* „Wir sind dank unserer Kunden heute schon in der Lage, *F-Cell*-Fahrzeuge gemäß Herstellervorgaben zu betreuen. Mit dieser Werkstatt sind wir für die kommenden Generationen gut vorbereitet." ||

MAGNA MACHT IN BRENNSTOFFZELLEN

Demonstrator eines E-Vans mit BZ-Range-Extender [Quelle: Magna]

Der Ansatz, Brennstoffzellen als Range Extender für E-Autos einzusetzen, wird immer beliebter. Jetzt stellte auch Magna International ein entsprechendes Konzept im Rahmen des 37. Wiener Motorensymposiums Ende April 2016 vor. Als Technologieträger verwendet der österreichische Automobilzulieferer einen Mittelklasse-Van, der 90 Kilometer rein elektrisch zurücklegen kann. Sinkt jedoch der Ladezustand des Akkus, schaltet sich die Brennstoffzelle hinzu, um den Stromspeicher nachzuladen und die Reichweite dadurch auf bis zu 500 Kilometer im Hybridbetrieb zu erhöhen. Verantwortlich für die Umbaumaßnahmen des Demonstrators ist Magna Steyr, ein Tochterunternehmen von Magna International. Darüber hinaus sind an dem nationalen Förderprojekt auch das Institut für Fahrzeugantriebe und Automobiltechnik (IFA) der TU Wien, die Wasserstoff-Forschungsgesellschaft HyCentA sowie Proton Motor beteiligt. Nach Aussage von Karl-Friedrich Stracke, Präsident Fahrzeugtechnik und Engineering bei Magna Steyr, stellt sich damit „die Automobilindustrie der Herausforderung, alternative Null-Emissionen-Antriebssysteme und -Fahrzeuge zu entwickeln". ||

BEEZERO BIETET BRENNSTOFFZELLEN-CARSHARING AN

Das Gaseunternehmen Linde hat unter dem Namen *BeeZero* ein Carsharing-Angebot vorgestellt, bei dem fortan Brennstoffzellenautos für Spritzfahrten gemietet werden können. Dafür gründete der Technologiekonzern die Tochtergesellschaft Linde Hydrogen Concepts, die für ihren ersten Standort in München insgesamt 50 Hyundai *iX35 Fuel Cell* erwarb. Dr. Christian Bruch, Mitglied des Linde-Vorstands, sagte bei der Vorstellung des ersten Fahrzeugs der *BeeZero*-Flotte im April 2016: „Aus dem Betrieb der Brennstoffzellenflotte erwarten wir uns wertvolle Erkenntnisse, die uns bei der Weiterentwicklung unserer Wasserstofftechnologien und beim Ausbau der H_2-Infrastruktur hilfreich sein werden."

Linde verkündete weiterhin: „Die Betankung der Fahrzeuge übernehmen – außer auf eigenen Wunsch des Kunden – *BeeZero*-Mitarbeiter. Der verwendete Wasserstoff stammt ausschließlich aus nachhaltiger Produktion und ist somit komplett emissionsfrei." Wie Hyundai vermeldete, wurden die 50 Brennstoffzellenautos am 9. Juni 2016 an BeeZero übergeben.

Die Münchener hatten sowohl ihr neues Konzept als auch den mit einer matten Lackfolie beklebten Wagen während des H2Mobility-Kongresses in Berlin sowie auf der Industriemesse in Hannover vorgestellt (s. Foto S. 2). Während der Hannover

Messe 2016 sagte ein Besucher dazu: „Das ist ja auch schwach, dass Linde mit Hyundai zusammenarbeitet." Ganz in diesem Sinne kann das Engagement von Linde durchaus als Zeichen an die Automobilindustrie verstanden werden, dass die Gasindustrie nicht gewillt ist, länger zu warten, bis auch die deutschen Hersteller Brennstoffzellenautos anbieten. Stattdessen wirbt Linde offensiv mit dem Slogan: „This time, you can believe the hype." (Dieses Mal können Sie an den Hype glauben.) ||

→ www.beezero.com

NPE: BATTERIE IST EIN KERNELEMENT

Deutschland verfügte vor etlichen Jahren noch über wichtiges Know-how in der Batterietechnik. Nach dem Fortgang wesentlicher Player dominieren aktuell japanische und koreanische Hersteller den Markt. Deswegen drängte jetzt die Nationale Plattform Elektromobilität (NPE) darauf, die Zell- und Batterieproduktion zurück ins Land zu holen, um tatsächlich Leitanbieter für Elektromobilität werden zu können. Am 17. März 2016 präsentierte die NPE eine entsprechende Roadmap. Demzufolge sind dafür ein erfolgversprechendes globales Marktumfeld, weitere technologische Entwicklungen sowie günstige standortspezifische Energie-, Lohn- und Logistikkosten wichtige Voraussetzungen. Prof. Henning Kagermann, NPE-Vorsitzender, erklärte: „Die Batterie macht 30 bis 40 Prozent der Wertschöpfung des Elektrofahrzeugs aus. Sie ist Kernstück des Fahrzeuges und damit ein wichtiges Glied in der Wertschöpfungskette. Zugleich bestimmt die Batterie wesentliche Eigenschaften des Elektrofahrzeuges […] und beeinflusst damit unmittelbar die Nutzerakzeptanz der Elektromobilität."

Konkret empfiehlt die NPE für die Bundesrepublik den stufenweisen Aufbau einer Zellfabrik mit einer Kapazität von 13 GWh pro Jahr bis 2025, da dies Know-how sichere und Arbeitsplätze schaffe. Erforderlich dafür seien Investitionen in Höhe von etwa 1,3 Mrd. Euro. Derweil bekräftigte Daimler, 500 Mio. Euro in den Aufbau einer weiteren Batteriefabrik in Kamenz investieren zu wollen, während Ende Mai 2016 bekannt wurde, dass auch Volkswagen momentan prüft, ob ein eigenes Akku-Werk sinnvoll ist. Indessen bestätigte Tesla, dass seine Gigafactory in Nevada, USA, am 29. Juli 2016 offiziell eröffnet wird. Sie soll über eine Gesamtkapazität von jährlich 35 GWh verfügen. ||

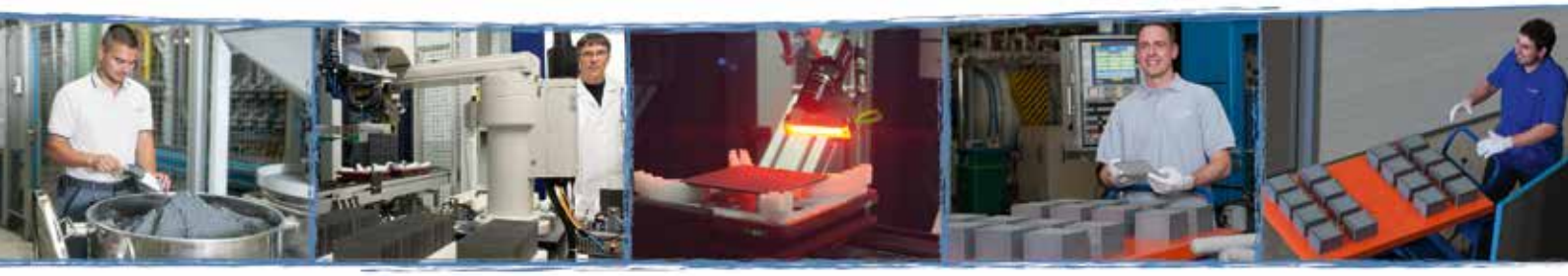
Literatur

NPE, Roadmap integrierte Zell- und Batterieproduktion Deutschland, 2016

Geplante Gigafactory von Tesla [Quelle: Tesla Motors]

STRONG METALS

PLANSEE



Metallische SOFC-Komponenten

Wir sind Ihr kompetenter Partner von der Entwicklung bis hin zur Serienfertigung kunden-spezifischer Interkonnektoren und metall-gestützter Zellen.

Was können wir für Sie tun?
Schreiben Sie uns: fuelcell@plansee.com

Besuchen Sie uns auf:
www.plansee.com

VISION, INGENIEURSLEISTUNG, UNTERNEHMERTUM

SOFC-Systeme für Schwellenländer

Hochtemperaturbrennstoffzellen sollen zukünftig neue Energielösungen für Schwellenländer möglich machen. So ist jedenfalls der Plan einiger indischer Investoren, die im November 2015 die mPower GmbH gegründet haben. Sie bauen dabei unter anderem auf das SOFC-Know-how des Fraunhofer IKTS und auf die Interkonnektoren von Plansee und wollen nicht weniger als von Dresden aus die Energiewelt revolutionieren.

Die Vision von Siddharth Rajendra Mayur und Amarnath Chakradeo, den Gründern von mPower, lautet, effiziente, robuste, ökonomische und umweltfreundliche Techniklösungen zu entwickeln, die dazu beitragen, saubere und grüne Energie zu vertretbaren Preisen anbieten zu können. Mayur sagte: „Ich habe den Traum, die ländlichen Regionen meiner Heimat mit Elektrizität versorgen zu können, ebenso wie andere Regionen der Erde, so dass jede Familie Zugang zu Licht, Wärme und Telekommunikation rund um die Uhr erhält. Der CFY-Stack ist eine Schlüsseltechnologie, die mir dazu verhilft, meinen Traum umzusetzen. Ich möchte sie für jeden zugänglich machen, der diese Vision einer sauberen Energieversorgung mit mir teilt und sein eigenes hocheffizientes Produkt basierend auf dieser Brennstoffzellentechnik aufbauen möchte. mPower wird eine maßgebliche und hilfreiche Rolle spielen in der sich weltweit ändernden Energielandschaft.“

KOMMERZIALISIERUNG DER SOFC-TECHNIK Die indischen Gründer sind gemeinsam mit Bhavana Siddharath Mayur und Sunil Purushottam Mayabhate Inhaber von Mayur REnergy Solutions Private Limited, einem 2009 in Pune, Indien, gegründeten Unternehmen, das sich um Energieproduktion und -versorgung kümmert. Seit 2012 kooperiert Mayur mit dem Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS). Damals riefen Siddharth R. Mayur (Präsident und CEO) und Amarnath Chakradeo (CTO) sowie Suresh Sharma und Mahesh Agashiwala die h2e Power Systems Inc. ins Leben. Die vier Unternehmer verfolgten damals schon das Ziel, den Aufbau und die Distribution kostengünstiger Brennstoffzellengeräte für eine umweltschonende und verlässliche Energieproduktion insbesondere in Schwellenländern voranzutreiben.

Neben gemeinschaftlichen Forschungsaktivitäten entwickelte sich aus dieser Zusammenarbeit mit dem IKTS die Idee von mPower, einem Unternehmen, das die Herstellung von SOFC-Stacks als Kerngeschäft hat. Nun soll dieses derzeit noch junge Unternehmen durch Lizenzierung der Technologie von dem sächsischen Forschungsinstitut die neue SOFC-Technik, die innerhalb der vergangenen zehn Jahre gemeinsam vom IKTS und Plansee SE entwickelt wurde, tatsächlich auf den Markt bringen. Dafür soll eine Fertigungs- sowie eine F&E-Abteilung in Dresden aufgebaut werden. Dazu sagte Prof. Alexander Michaelis, Direktor des Fraunhofer Instituts: „Unser IKTS-Team wird mPower mit Spitzentechnologie unterstützen, um eine Produktionslinie für robuste, einfache, bezahlbare und sehr effiziente Stacks aufzubauen. Basierend auf diesen Stacks können Brennstoffzellensysteme realisiert werden, die eine effiziente Energiewandlung erlauben.“ Prof. Lorenz Sigl, Leiter Innovation Services bei Plansee SE, fügte hinzu: „Wir sind hocherfreut über die Gründung der mPower GmbH und wir sind überzeugt, dass die Vision von Siddharth Mayur, den CFY-Stack zu einem weltweiten Industriestandard zu machen, Realität werden wird.“

CFY-INTERKONNEKTOREN AUS TIROL In den SOFC-Systemen kommen Interkonnektoren von Plansee Hochleistungswerkstoffe (HLW) zum Einsatz. Diese Interkonnektoren, wie sie auch seit Jahren in den *Energy Servern*™ von Bloom in den USA zum Einsatz kommen, bestehen aus einer CrFe-Basis-Legierung, die zum überwiegenden Teil Chrom beinhaltet (z. B. 95 % Chrom, 5 % Eisen, Spuren von Yttrium). Derartige Legierungen sind in der Regel relativ spröde, da sie nur pulvermetallurgisch darstellbar sind, indem das Metallpulver durch Pressen geformt und anschließend in einem Sinterofen gebrannt wird. Sie sind jedoch für vergleichsweise hohe Temperaturen im Bereich von etwa 850 °C geeignet. Plansee verarbeitet dieses Material zu sogenannten CFY-In-

Abb. 2: Siddharth R. Mayur auf der FC Expo

terkonnektoren, deren Name von den drei Bestandteilen (Cr, Fe, Y) abgeleitet wurde. Diese Komponenten verbinden die Anode und Kathode innerhalb der Brennstoffzelle elektrisch sowie wärmetechnisch und verteilen Brenngas sowie Luft im System. Damit übernehmen sie wesentliche Aufgaben in den Hochleistungszellen.

ERSTE SOFC-ANLAGE FÜR INDIEN Die fertigen Stacks vom Typ *MK351* kamen bislang direkt vom Fraunhofer IKTS. Wie der stellvertretende Institutsleiter Dr. Christian Wunderlich während der Hannover Messe berichtete, sei nun eine Stufe erreicht, bei der mit einigen Hundert Stacks eine Manufaktur im Labor nicht mehr sinnvoll sei. Mittelfristig wird deshalb beabsichtigt, dass mPower eine optimierte Version der Zellstapel vom Typ *MK352* selber bauen und für externe Kunden wie beispielsweise die Firma h2e weltweit zur Verfügung stellen kann. Noch vor Jahresfrist soll dafür eine Produktionsanlage in Dresden aufgebaut werden. Die erste Projektphase, in der das Fraunhofer IKTS zwei SOFC-Prototypensysteme für h2e Power Systems entwickelte und in Pune für Tests, Training und Demonstrationszwecke aufbaute, wurde bereits im September 2015 erfolgreich abgeschlossen. In der zweiten Projektphase wurden drei weitere, optimierte Demonstrationssysteme geliefert und der Technologietransfer nach Indien initiiert, mit dem die lokale Geräteproduktion und -kommerzialisierung vor Ort aufgebaut werden soll.

Die SOFC-Anlagen können mit Erdgas, Flüssiggas, Methan oder Biogas betrieben werden und erreichen derzeit eine elektrische Leistung von 300 bis 1.000 W_{el} (elektr. Nettowirkungsgrad: 35 bis 40 %). Mittelfristig sollen komplette BZ-Systeme im Leistungssegment von 500 W bis 5 kW für den indischen Markt produziert werden. Thomas Pfeifer, IKTS-Gruppenleiter, erklärte: „Es handelt sich damit um eines der effizientesten Brennstoffzellensysteme auf Basis der partiellen Oxidation, das heißt ohne externe Wasserzufuhr zur Erhöhung des elektrischen Wirkungsgrades."

Siddharth R. Mayur sagte zu den Einsatzmöglichkeiten dieser Aggregate: „Das hochmoderne h2e®-System des Fraunhofer IKTS soll künftig für die Stromversorgung von Wohn- und Geschäftsgebäuden in Indien genutzt werden. Daneben sind in Kombination von Solar-, Wind-, Biogas- und Brennstoffzellentechnologien netzferne Anwendungen im ländlichen Raum beispielsweise für Funkmasten und Bewässerungsanlagen geplant." Und weiter: „h2e ist das perfekte Zusammenwirken von gesellschaftlicher Vision, deutscher Ingenieursleistung und indischem Unternehmertum." ||

Parallel zu diesen Aktivitäten hat das Fraunhofer IKTS zuletzt auch das Spin-off Ceragen GmbH mit seinem *eneramic®*-System hervorgebracht. Zudem kooperiert es mit Unternehmen wie Vaillant, Sunfire, FuelCell Energy und Convion.

Plansee ist seit 1997 im Bereich der Hochtemperaturbrennstoffzellen aktiv und verfügt über eine Pilotfertigungslinie in Österreich, auf der jährlich 500.000 Interkonnektoren produziert werden können. Zusätzlich sind zwei große industrielle Fertigungslinien für CFY-Interkonnektoren bei Global Tungsten & Powders (GTP) mit Sitz in Towanda, Pennsylvania, in Betrieb, welche den Bedarf des Kunden Bloom Energy decken. GTP ist ein Unternehmensbereich der Plansee-Gruppe und gehört zu den größten westlichen Verarbeitern von Wolfram-Rohstoffen.
Im Februar 2016 eröffnete Plansee zudem eine neue Produktionslinie in Mysore, Indien, in der zwar keine Brennstoffzellenkomponenten, aber hochbelastbare Bauteile unter anderem für die Automobil- und Halbleiterindustrie produziert werden. Geschäftsführer Dr. Wolfgang Köck sagte bei der Eröffnung: „Diese Investition unterstreicht das langfristige Engagement von Plansee HLW in Indien." Neben erheblichen Investitionen in derartige Produktionsstätten hat die Plansee-Gruppe dort in den vergangenen Jahren mehrere Firmen übernommen, so dass mittlerweile in Indien weit über 700 Mitarbeiter für das Tiroler Unternehmen arbeiten. Für Köck zählen insbesondere die dort vergleichsweise niedrigen Produktionskosten sowie das mittlerweile hohe technische Niveau und das Marktpotenzial mit seinen positiven Wachstumsaussichten zu den Gründen für das steigende Engagement in Indien.

Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung
HESSEN
www.H2BZ-Hessen.de
Emissionsfreier Schienenverkehr mit Wasserstoff
Fokus: Betankungsinfrastruktur

HessenAgentur
HA Hessen Agentur GmbH
H2BZ Initiative Hessen
Bei uns hat ENERGIE ZUKUNFT
www.energieland.hessen.de
RMV Rhein-Main-Verkehrsverbund
infraserv höchst
xperion ENERGY & ENVIRONMENT

Thema: Markt | **Autor:** Sven Jösting

BRENNSTOFFZELLEN MIT POTENZIAL

Ballard orientiert sich nach China

Bei den Brennstoffzellenaktien läuft es immer besser, sieht man auf die Auftragseingänge, Kooperationen, Produktentwicklungen und Zukunftsmärkte. Die Bewertungen der führenden hier beschriebenen BZ-Aktien machen allerdings zusammen gerade einmal US-$ 750 Mio. aus, ein krasser Gegensatz zu Tesla, dem Elektroautopionier, der mit über US-$ 34 Mrd. bewertet wird. Hier ist jedoch über die kommenden Jahre eine Annährung sehr gut möglich, indem Tesla im Wert tendenziell nachgibt, während die BZ-Aktien erheblich an Wert gewinnen, wenn immer mehr erkannt wird, dass die Brennstoffzelle in Kombination mit „grünem" Wasserstoff eine ernstzunehmende und wachsende Konkurrenz zu reinen Batteriesystemen ist.

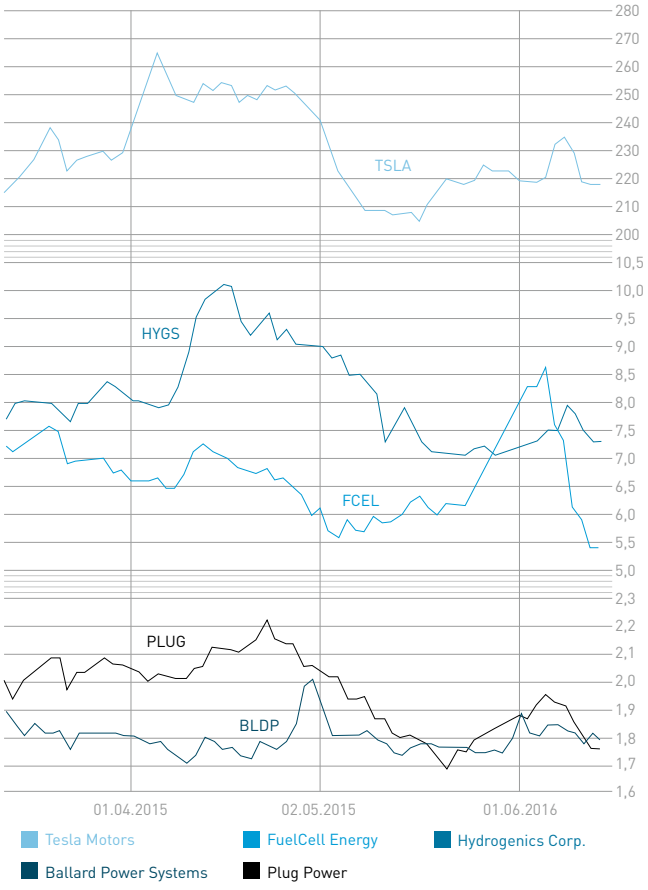


Abb. 1: Verlauf der Aktienkurse der fünf börsennotierten Unternehmen [Quelle: www.wallstreet-online.de], Kurse vom 15. Juni 2016

Es ist nie gut, euphorisch zu sein, aber wenn China im Kampf gegen die gravierende Umweltverschmutzung richtig Gas gibt, dann wird das Thema Brennstoffzelle und Wasserstoff zu den Themen zählen, die ganz weit vorne stehen – auch weltweit. Die Äußerungen des chinesischen Wissenschafts- und Technologieministers Dr. Wan Gang anlässlich der Fachkonferenz *H2Mobility* Anfang April dieses Jahres in Berlin (s. S. 18) lassen da aufhorchen. Gang – seines Zeichens Ingenieur und zwischenzeitlich zehn Jahre bei Audi aktiv – sieht die Brennstoffzelle in ihren vielen Einsatzmöglichkeiten und „grünen Wasserstoff" als zwei der wichtigsten Lösungsmöglichkeiten, die Umwelt in China zu verbessern. Gang führte in seinem Vortrag anhand vieler Beispiele aus, dass zwar technologische Verbesserungen der Batterietechnik (höhere Energiedichte, preislich immer günstiger) absehbar seien, aber die Brennstoffzelle bei ihm eine klare Präferenz genieße. Die enormen Mengen an regenerativer Energie (200 GW Wind werden für 2020 als Ziel angegeben), die China anstrebt, seien die ideale Grundlage gerade für „grünen Wasserstoff". Da China nicht kleckert, sondern klotzt (klotzen muss!), wird viel über die konkreten Einsatzmöglichkeiten von Brennstoffzellen in China zu lesen sein, denn die Chinesen müssen Veränderungen schaffen und haben keine Zeit zu verlieren (1 Minute vor 12).

Eine Vision: Was wäre das für ein Ziel, sollte China in festen Abständen entlang der neuen Seidenstraße Stromladestationen, aber vor allem H_2-Tankstellen positionieren und damit die H_2-Mobilität massiv fördern? Who knows – es ist alles möglich!

660 MRD. EURO FÜR CHINAS INFRASTRUKTUR Parallel gab China bekannt, dass ein 660 Mrd. Euro schweres, dreijähriges Programm auf den Weg gebracht wurde, das vor allem den Bereich Mobilitätsinfrastruktur und da explizit den Massentransport mit Schienenfahrzeugen und Bussen im Auge hat. Von zusätzlicher Bedeutung ist, dass der KP-Sekretär der Provinz Guangdong ausgerechnet Ballard Power besuchte und dort eine Absichtserklärung unterschrieb – und das gleich beim ersten Kanadabesuch eines solch hohen chinesischen Repräsentanten seit 50 Jahren. Ballard hat zwar bereits diverse chinesische Partner und hat auch gerade in dieser wirtschaftsstarken Region Chinas Kooperationsabkommen über die Mengenproduktion von BZ-Bus-Stacks getätigt. Aber normalerweise hätte der Aktienkurs von Ballard hier nun nachhaltig nach oben drehen müssen. Stattdessen fiel er wieder zurück. Vielleicht hat die Börse all diese Perspektiven noch nicht wahrgenommen, die China bietet, oder aber es überwiegen die Skeptiker, die China als Risiko einstufen, da ja häufig mit China technologische Verletzungen (z. B. beim Patentrecht) assoziiert werden.

QUARTALSZAHLEN LASSEN OPTIMISMUS ZU Ballard Power konnte das erste Quartal zum 31. März 2016 mit einem Umsatzanstieg um 76 % gegenüber dem Vorjahreszeitraum abschließen. Die Bruttogewinnmarge konnte um beachtliche neun Punkte auf 20 % erhöht werden. Durch interne Restruk-

Ein Audi *h-tron* stand vor dem Gebäude des Verkehrsministeriums in Berlin. Ballard hatte dafür die Brennstoffzellenpatente geliefert und Dr. Gang arbeitete bei Audi – die perfekte Ergänzung.

Abb. 2: Minister Dr. Wan Gang in Berlin

turierung (Positionen im Management fielen heraus) konnte die Basis um über US-$ 20 Mio. gesenkt werden, so dass die Gewinnschwelle erreicht wurde. US-$ 58 Mio. an neuen Aufträgen sind schon jetzt mehr als der Umsatz im vorigen Jahr. Beachtlich ist der Umsatzanstieg um 59 % auf US-$ 4,1 Mio. bei den Stacks (Material Handling), die an Plug Power geliefert werden – ein gutes Zeichen der Zusammenarbeit.

Kürzlich erfolgte zudem der geplante Verkauf der Back-up-Power-Sparte für die Telekommunikation: US-$ 6,1 Mio. zahlt der taiwanesische Chung-Hsin-Electric-Konzern, davon US-$ 3 Mio. bereits gezahlt, US-$ 3,1 Mio. basierend auf Milestones innert der kommenden 18 Monate und weitere US-$ 2 Mio. Minimum an Stack-Käufen. Ganz wichtig im Rahmen dieser Transaktion: Durch diesen Verkauf können Kostensenkungen von über US-$ 4 Mio. per anno erzielt werden. Das Quartal konnte mit einem Bargeldbestand von US-$ 44,3 Mio. abgeschlossen werden, zu denen diese US-$ 3 Mio. addiert werden müssen.

BALLARD-HIGHLIGHTS Ein US-$ 12-Mio-Auftrag konnte von der Guangdong Synergy Hydrogen für Bus-Stacks verbucht werden. Die Ballard-Tochter Protonex lieferte PEM-Stacks an Insitu aus, eine 100%ige Tochter der Boeing Company. Insitu setzt diese BZ-Stacks in unbemannten Flugkörpern (UAV) der Marke Scan Eagle ein. Und Protonex gab am 1. Juni 2016 bekannt, dass das Unternehmen den bislang größten Einzelauftrag mit einem Wert von US-$ 5,8 Mio. erhielt: Auftraggeber ist die U.S. Army, die Brennstoffzellensysteme in Spezialeinheiten von Soldaten einsetzen will.

PLUG POWER WÄCHST UNGEBREMST

Wenn die Auftragseingänge (Bookings) ein Maßstab sind, dann geht es Plug Power nicht nur sehr gut, sondern das Unternehmen kann seine ehrgeizigen Ziele gut erreichen oder gar überschreiten: US-$ 72 Mio. kamen als Neuaufträge im ersten Quartal herein und erhöhten den Auftragsbestand auf beachtliche US-$ 278 Mio. An neuen Buchungen werden dieses Jahr US-$ 275 Mio. anvisiert. Als Umsatzziel gelten US-$ 150 Mio. nach US-$ 100 Mio. in 2015. Verwirrung entstand indes, da Plug die Bilanzierung nun in non-GAAP-Weise geändert hat und nicht mehr GAAP-mäßig bilanziert. So stieg der Umsatz im ersten Quartal nach der alten Methode auf US-$ 30,1 Mio. (Vorjahresquartal: US-$ 9,4 Mio.), aber nach der neuen Methode auf US-$ 15,2 Mio., da nun Leasingverträge anders bewertet werden. Plug geht es nach eigener Aussage vor allem darum, aus den Sale-Lease-Back-Verfahren (u. a. Walmart) herauszukommen, da man zu viel Kapital als „restricted“ vorhalten muss und nicht anders operativ einsetzen kann. Dies soll nun im Jahresverlauf geändert werden.

2016 sollen 25 neue Standorte hinzukommen. Mit FedEx arbeitet man an Projekten, bei denen Fahrzeuge (u. a. an Flugplätzen) zu Brennstoffzellenhybrid-Kfz umgerüstet werden. Die Reichweite soll dabei von 60 auf 160 Meilern erhöht werden, so dass ein sehr interessanter ergänzender Markt für Plug entsteht. Mein Fazit: Das Wachstumstempo ist und bleibt beachtlich und sehr hoch. Die Brutto-Gewinnmargen können kontinuierlich erhöht werden. Es sollen 30 % werden, aktuell liegen sie bei 12,5 %, indes mit hohem Zuwachs bei den BZ-Stacks.

Peu à peu wird der Wasserstoff auch als „Verbrauchsmaterial“ immer wichtiger als permanente Einnahmequelle. Hier kann ich mir gut vorstellen, dass Plug den Wasserstoff selbst produziert und immer weniger zukauft, um höhere Margen zu erreichen. Der Kurs der Aktie spiegelt das Wachstum nicht wider, wobei die veränderte Rechnungslegung in Bezug auf ihre Auswirkungen noch Erklärungsbedarf hat.

Am Rande: Ganz wichtig sind US-Fördergesetze, die Ende 2016 auslaufen und noch nicht verlängert worden sind. Hier geht es um steuerliche Anreize für den Einsatz von Brennstoffzellensystemen unter anderem bei Gabelstaplern. Ein zu erwartendes positives Ergebnis – Plug betreibt sehr engagiert Lobbying bei verschiedenen Abgeordneten/Politikern – könnte eine erhebliche (außerordentliche) Kurserhöhung auslösen.

Abb. 3: Plug Power kooperiert seit Juni 2016 mit dem H_2-Produzent HyGear [Quelle: Plug Power]

HYDROGENICS: ALSTOM SETZT AUF H_2-ZÜGE

Der Hydrogenics-Partner Alstom gab bekannt, dass man sich als Vorreiter bei wasserstoffbetriebenen Schienenfahrzeugen sieht und eine Weltneuheit im Laufe der kommenden Monate auf einer Fachmesse in Deutschland präsentieren werde. Zudem seien auch schon konkrete Aufträge in der Pipeline (in Niedersachsen). Ob die Alstom-Manager nicht wissen, dass auch Ballard da in China bereits auf gutem Wege ist? Sei es drum. Für Hydrogenics auf jeden Fall eine gute Nachricht, da diese Züge wohl auf deren BZ-Know-how aufbauen. Und: Das Wirtschaftsprüfungsunternehmen PriceWaterhouseCoopers, Kanada, hat Hydrogenics den Preis „Vision to Reality – Innovator of the Year Award“ verliehen, da das Unternehmen große innovative technologische Entwicklungen auf den Weg gebracht habe. Ein gutes Zeichen!

Für die Zulieferung von Brennstoffzellen-Stacks für Busse und Lkw an den chinesischen Partner SinoHytec (Kooperation seit viele Jahre) hat Hydrogenics einen Auftrag im Wert von US-$ 13,5 Mio. erhalten. Die Zulieferung bezieht sich auf 2016 und 2017. In den kommenden fünf Jahren wird mit einem Volumen von US-$ 100 Mio. gerechnet.

FUELCELL ENERGY KOOPERIERT MIT EXXONMOBIL

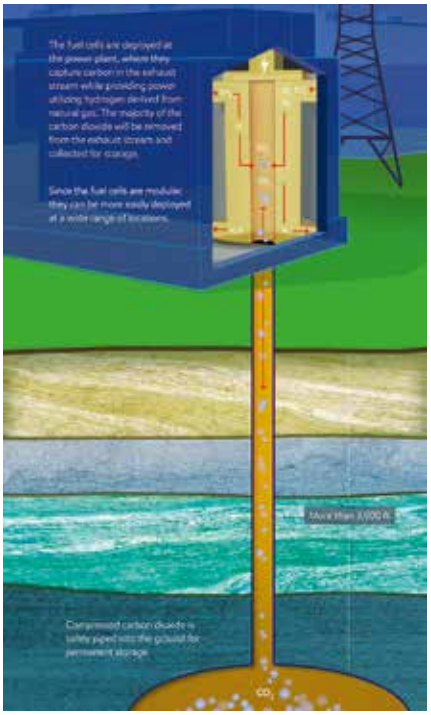


Abb. 4: Carbon-Capture-Technologie kombiniert mit Brennstoffzellen [Quelle: ExxonMobil]

Wer hätte das gedacht, dass der weltgrößte Ölkonzern und der größte US-amerikanische Gaskonzern endlich umzudenken beginnen? ExxonMobil hat mit FCEL ein Forschungsabkommen geschlossen, wonach die Carbon-Capture-Technologie so weiterentwickelt werden soll, dass sich diese „rechnet". Kohlendioxid soll dabei aus Anlagen der chemischen Industrie sowie von Kohlekraftwerken absorbiert und mit Wasserstoff zu Methan verbunden werden, um dieses mit hohem Wirkungsgrad in Strom und Wärme umzuwandeln. Dabei ist es von besonderer Bedeutung, dass dies wirtschaftlich sein könnte: Die CC-Verfahren für die CO_2-Abscheidung könnten zu einer wesentlich höheren Energiegewinnung und damit verbundenen Mehreinnahmen führen.

Exxon war bislang eines der Unternehmen, die den Klimawandel besonders nachdrücklich negiert hatten, so dass sogar Vermutungen zu hören waren, wonach Exxon bestimmte Lobbys finanziert haben soll. Der medienwirksame Ausstieg der Exxon-Gründerfamilie Rockefeller aus den Exxon-Aktien in mehreren Familien-Stiftungen könnte nun den Exxon-Vorstand eventuell umgestimmt haben, neu und anders zu denken. Dass man auf FCEL setzt, wirkt da besonders positiv, schließlich wird Exxon geprüft haben, mit wem man sich da einlässt.

Für FCEL wiederum führt diese Kooperation zu einer erhöhten Aufmerksamkeit und könnte mittel- bis langfristig Exxon zu einem neuen Großkunden machen. Last but not least könnten die Forschungsgelder von Exxon den schnelleren Marktzugang für die FCEL-Technologien ermöglichen: Eine perfekte Win-win-Situation, deren Tragweite die Börse momentan noch nicht begriffen hat.

Nach dem Ordereingang für ein 20-MW-BZ-Kraftwerk in Korea wartet die Börse nun auf das abschließende Urteil über das Beacon-Falls-Projekt (über 64 MW), welches einem Gesamtvolumen von US-$ 500 Mio. entsprechen soll. Nach Firmenaussage ist mit einer Entscheidung noch im ersten Halbjahr zu rechnen.

QUARTALSZAHLEN UND HIGHLIGHTS Ausgedrückt in den Ergebniszahlen für das erste Quartal per 30. April 2016 gab das Unternehmen einen Verlust in Höhe von circa US-$ 16 Mio. bekannt. Darin seien indes – so das Unternehmen – viele außerordentliche Posten enthalten wie auch Kosten für die Beteiligung an Ausschreibungen, da sich das Unternehmen bei vielen großen Projekten beworben hat. Ich konzentriere mich hier auf den Ausblick sowie die Perspektiven und nenne hier nun einige Highlights, die für das Unternehmenswachstum von großer Bedeutung sind:

- Vertrag mit ExxonMobil für F&E für Carbon-Capture-Forschung erhöht weltweites Potential
- Für Projekte mit Volumen von 125 MW stehen kurzfristig Entscheidungen (Aufträge !?) aus
- Auftragsbestand auf über US-$ 400 Mio. gestiegen

Außerdem ist der Bargeldbestand zum Ende des Quartals auf über US-$ 82 Mio. gestiegen (plus 34,7 Mio. restricted cash). Und neben der Kreditlinie von NRG Energy (US-$ 29 Mio.) gibt es eine weitere in Höhe von US-$ 23,1 Mio. von PNC Energy.

TESLA BESORGT SICH NEUES KAPITAL

Wortgewaltig wie immer hat Tesla-CEO Elon Musk die Unternehmensziele massiv nach oben gesetzt, indem er die Absatzzahlen der verschiedenen Elektroautos anhob: Statt im Jahr 2020 sollen nun schon im Jahr 2018 über 500.000 eCars (alle Modelle als Gesamtzahl – also Model S, Model X und Model 3) vom Band rollen und 2020 sogar schon 1 Mio. Ob sich diese Prognose so realisieren lässt, kann hinterfragt werden, denn dafür werden wohl noch größere Kapitalsummen notwendig sein, so dass manche Kapitalerhöhung unausweichlich wird. Dabei hat sich Tesla erst kürzlich ein weiteres Mal frisches Kapital besorgt: brutto US-$ 2,3 Mrd. Davon gehen indes US-$ 600 Mio. ab, da Elon Musk – so eine Selbstauskunft – Geld für Steuerzahlungen benötigte. Es wurden von ihm auch „nur" Optionen ausgeübt, deren Ausübungskurse zum Teil wohl im niedrigen zweistelligen Bereich lagen (ohne Obligo).

Er besitzt aber noch sehr viele weitere, die über US-$ 1 Mrd. an Buchwerten ausmachen. Tesla-Aktien aus eigenem Bestand veräußerte er nicht. Aber auch dieses Manöver hat wieder einen Beigeschmack, da er ja eindeutig Geld aus dem Engagement bei Tesla herauszieht. Die für persönliche Kredite von ihm verpfändeten Aktien sind da noch nicht berücksichtigt.

Mit der Kapitalerhöhung, dem vorher vorhandenen Bargeldbestand (über US-$ 1,4 Mrd.) und den Vorauszahlungen für das Model 3 (bei über 370.000 Vorbestellungen mit je US-$ 1.000 Anzahlung pro Einheit sind dies über US-$ 370 Mio.) hat der Konzern nun erst einmal genug Liquidität an Bord. Somit können vorerst die Kapazitäten den Absatzprognosen des CEOs angeglichen werden beziehungsweise es können Voraussetzungen geschaffen werden, um diese zu schaffen. Die jüngste Kapitelerhöhung wird meines Erachtens nach allerdings nicht die Letzte gewesen sein, denn die Gigafactory wird noch einige Mittel benötigen, wobei es auch möglich ist, dass Tesla die Zellen für die Batterien verstärkt von asiatischen Herstellern bezieht und den Ausbau der Gigafactory (wird demnächst eröffnet) verzögert beziehungsweise langsamer angehen lässt, um Liquidität zu sparen.

SAMSUNG ALS WEITERE ZELLENLIEFERANT Eine Reihe von Gerüchten machte die Runde, dass Tesla auch mit Samsung für die Zulieferung von Zellen zusammenarbeiten wolle. Musk konterte dies via Twitter, dass man exklusiv mit Panasonic zusammenarbeiten würde und dass das auch so bleibe. Was hätte er anderes sagen sollen, um nicht den Partner Panasonic zu brüskieren, eventuell sogar die Partnerschaft zu gefährden? Bezogen auf die Energiespeicherprojekte Powerwall und Powerpac kann es aber wohl weitere Partner (Samsung?) geben, so die Meinung in den Foren.

BÖRSE IST ZU RECHT ZURÜCKHALTEND Dass die Börse die Prognosen des Tesla-Chefs nicht so einfach glauben mag, drückt sich im Aktienkurs aus, der von über US-$ 255 auf unter US-$ 210 fiel und erst nach der jüngsten Kapitalerhöhung wieder auf über US-$ 220 anzog. Das könnte auch rein kosmetischer Natur sein, da die Banken und Broker Interesse haben, den Kurs „zu pflegen". Auch über 400.000 Vorbestellungen für das *Model 3* (Doppelbestellungen wurden herausgerechnet, deswegen 370.000 Einheiten) ändern nichts, denn diese sind ja erst einmal nur Kaufabsichten als Option (mit Geld-zurück-Garantie), aber keine konkreten Kaufverträge.

Interessant am Rande: Es gibt Hinweise, dass man diese Optionsgelder für die Rückzahlung von Krediten genutzt haben könnte, die mit Assets von Tesla (Produktionsmittel) besichert waren/sind. Auf jeden Fall so oder so positiv, denn so spart Tesla Zinsen, wenn dies so stimmen sollte – ohne Obligo.

Am Rande: Der heutige Model-3-Käufer in spe muss sich bis Ende 2017 oder eher 2018 gedulden, um sein Fahrzeug zu erhalten, wenn er fest bestellt hat. Die Konkurrenz schläft indes nicht, sollen da doch diverse batteriegetriebene Modelle aller namhaften Pkw-Produzenten mit ansprechender Reichweite bis 2018 und günstiger im Preis auf den Markt kommen. Mein Fazit bleibt, dass es über die Zeit eher zu skeptischeren Tönen kommen wird (Verluste, Kapitalabfluss, Kapitalbedarf, Abgang wichtiger Mitarbeiter), als dass die Börse die Euphorie von Elon Musk weiterhin uneingeschränkt zu teilen bereit wäre und neue Kurshöhen erreichen lässt. US-$ 34 Mrd. Börsenwert beinhalten meines Erachtens bereits alle möglichen positiven Erwartungen. ||

RISIKOHINWEIS

Jeder Anleger muss sich immer seiner eigenen Risikoeinschätzung bei der Anlage in Aktien bewusst sein und auch eine sinnvolle Risikostreuung bedenken. Die hier genannten BZ-Unternehmen bzw. Aktien sind aus dem Bereich der Small- und MidCaps, d. h. es handelt sich nicht um Standardwerte und ihre Volatilität ist auch höher. Es handelt sich bei diesem Bericht nicht um Kaufempfehlungen – ohne Obligo. Alle Angaben beruhen auf öffentlich zugänglichen Quellen und stellen, was die Einschätzung angeht, ausschließlich die persönliche Meinung des Autors dar, der seinen Fokus auf eine mittel- und langfristige Bewertung und nicht auf einen kurzfristigen Gewinn legt. Der Autor kann im Besitz von hier vorgestellten Aktien sein.

WindEnergy Hamburg is the global meeting point for onshore and offshore experts. The combination of the world's leading expo for wind energy in conjunction with WindEurope's leading industry conference represents a one-stop shop for business, networking, policymakers and the scientific community. Save the date!

WindEnergy Hamburg
The global on- & offshore expo
27 – 30 September 2016
windenergyhamburg.com

Hamburg Messe in co-operation with MESSE HUSUM & CONGRESS

Thema: International | **Autorin:** Alexandra Huss

SÜDKOREA INVESTIERT IN BRENNSTOFFZELLEN

Grünes Wachstum und wenig Kohlenstoff

Seit dem Jahr 2008 hat die Republik Korea die Brennstoffzellenaktivitäten im stationären und mobilen Bereich stark forciert. Treiber dafür war die weltweite Wirtschaftskrise, die mit den Einbrüchen in Asien und damit auch in dem umgangssprachlich meistens als Südkorea bezeichneten Land dunkle Erinnerungen an die Asienkrise Ende der 1990er Jahre aufkommen ließ. Die lag damals gerade einmal zehn Jahre zurück und hatte die Republik, um den Staatsbankrott zu verhindern, zu umfangreichen Anpassungen des Finanz- und Wirtschaftssystems gezwungen. Mit dem Programm „Low Carbon, Green Growth" im Jahr 2008 stellte die Regierung ein weiteres Mal die Weichen für einen Strukturwandel in der Wirtschaft, hin zu „grünen" Technologien. In den Bereichen Technologie, Schiffs- und Automobilbau gehört Südkorea heute zu den führenden Nationen weltweit.

Wie der Name des Regierungsprogramms bereits erahnen lässt, setzt das Land seitdem auf den Ausbau erneuerbarer Energien und alternativer Energietechnologien, insbesondere im Bereich Stromerzeugung und Verkehr. Unter dem Begriff „New and Renewable Energies" (NRE) werden Photovoltaik und Solarthermie, Wind-, Wasser- und Wellenkraft, Geothermie und Biomasse sowie als alternative Energietechnologien Brennstoffzellen und Wasserstoff sowie die Verflüssigung und Vergasung von Kohle zusammengefasst. Neben dem Ziel, mit diesen neuen Energietechnologien neue, wachstumsstarke Geschäftsfelder und damit Arbeitsplätze zu generieren, soll gleichzeitig die Abhängigkeit Koreas vom Import der fossilen Energieträger Öl und Kohle (das Land verfügt über keine eigenen Ressourcen) reduziert und den Klimazielen Rechnung getragen werden. Korea hatte im Jahr 2002 das Kyoto-Protokoll ratifiziert und muss nun seine Treibhausgasemissionen nachhaltig reduzieren.

Bei Verabschiedung des Regierungsprogramms lag der Anteil der erneuerbaren Energien bei gerade mal zwei Prozent. Bis zum Jahr 2020 soll dieser Anteil auf elf und bis 2050 auf 20 Prozent steigen. Heute liegt der Anteil laut Angaben des koreanischen Ministry of Trade, Industry and Energy bei knapp 3,5 Prozent. Damit rangiert Korea weit hinter den Vorgaben Deutschlands oder der EU beim Ausbau der erneuerbaren Energien (D: 35 % bis 2020, 55-60 % bis 2035 und 80 % bis 2050 – EU: 20 % bis 2020, 27 % bis 2030). Allerdings liegt der Anteil von Atomstrom in Korea bei knapp 25 Prozent der gesamten Stromerzeugung. Und das wird sich nur bedingt ändern, da Korea ein großer Unterstützer der Nuklearenergie bleibt.

GROSSE BRENNSTOFFZELLENKRAFTWERKE Um die gewünschten Ausbauziele der NRE, wie sie im Regierungsprogramm definiert wurden, erreichen zu können, hat die koreanische Regierung für den Stromsektor sowie in den Anwendungsbereichen Gebäude und Verkehr ab dem Jahr 2011 verschiedene Förder- beziehungsweise Anreizprogramme geschaffen. Der Nutzung von Brennstoffzellen zur Stromerzeugung kommt dabei eine wichtige Rolle zu. Bis Ende 2014 wurden in Südkorea große Brennstoffzellenanlagen mit einer Gesamtleistung von 177 MW installiert. Davon entfielen 43 MW auf den Stromsektor. Brennstoffzellen erfahren in Korea auch deshalb so viel Zuspruch, weil sie für die Installation großer Leistungen deutlich geringere Grundflächen benötigen als beispielsweise Photovoltaikanlagen. Das ist in einem Land mit einer der höchsten Bevölkerungsdichten der Welt ein nicht unerheblicher Faktor. Neben der Stromerzeugung spielen Brennstoffzellenanlagen zur dezentralen Energieversorgung insbesondere im Gebäudebereich mittlerweile eine herausragende Rolle.

Im Bereich der Gebäudeenergieversorgung wird zwischen dem privaten (Wohnraum, Industrie) und öffentlichen Bereich (Verwaltungs-, Schulgebäude, öffentliche Einrichtungen wie Seniorenheime und Krankenhäuser) unterschieden. Für 2015 hat die koreanische Regierung 554 Mio. US-Dollar für den weiteren Ausbau von BZ-Anlagen bereitgestellt. Seit Einführung des NRE-Programms in 2011 wurden die bereitgestellten jährlichen Mittel allerdings kontinuierlich zurückgefahren.

Die derzeit laufenden Förderprogramme sind im Einzelnen:

Programm zum Aufbau von einer Million grüner Wohnungen (green homes)
Bis zum Jahr 2020 sollen mit diesem Zuschussprogramm 10 % der koreanischen Haushalte (rund 22 Mio.) mit NRE ausgestattet werden. Bis heute wurden 2.249 BZ-Anlagen mit einer elektrischen Leistung von 1.498 kW installiert.

Installation von NRE-Technologien beim Neubau großer Gebäude (z. B. Schulen, Verwaltungs- und Bürogebäude, Hotels)
Seit 2009 wurden in 80 neuen Gebäuden NRE-Anlagen mit einer Leistung von 920 kW aufgebaut. Davon sind 13 Gebäude mit BZ-Systemen und einer Leistung von 168 kW ausgerüstet worden.

Einspeisevergütung (Feed-in-tarif „Fit", ausgelaufen) für Strom aus NRE-Anlagen
Der Staat zahlte von 2001 an für zehn Jahre die Differenz zwischen dem Strompreis am Markt (der von der Regierung festgelegt wird) und den Grenzkosten von NRE-Anlagen für 15 bis 20 Jahre. Zwischen 2001 und 2011 wurden auf diesem Weg 2.089 Kraftwerke mit einer Leistung von 1.030 MW installiert. Darin eingeschlossen sind 20 BZ-Anlagen mit 50,5 MW Leistung.

Renewable Portfolio Standard (RPS)
In diesem Programm wurden bis heute 17 Energieversorger, die Strommengen in Höhe von mindestens 500 MW pro Jahr erzeugen, dazu verpflichtet, einen Teil ihres Stroms mit NRE zu erzeugen (für 2016 liegt der Anteil bei 3,5 %, bis 2022 soll er auf 10 % steigen). Innerhalb von zwei Jahren wurde mit diesem Programm das 1,7-fache der installierten Leistung im Vergleich zum zehnjährigen Fit-Programm erzielt. Mit diesem Programm wurde vor allem die Photovoltaik in Korea ausgebaut, aber bis Ende 2015 auch 26 BZ-Anlagen mit 163 MW Leistung.

Programm zur Technologieentwicklung und Kostenreduzierung
Hinter diesem Programm steckt insbesondere das Projekt

Abb. 1: 400 kW-Module von Doosan Fuel Cell [Quelle: Doosan Fuel Cell Korea]

„Wasserstoffstadt Ulsan". Ziel ist, die Energieversorgung eines gesamten Stadtgebiets dezentral auf Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien auszulegen. Der dafür benötigte Wasserstoff kommt als Nebenprodukt aus den in Ulsan ansässigen chemischen Fabriken und wird über ein Pipelinenetz verteilt. Die mit BZ-Anlagen ausgestatteten Haushalte und verschiedenen privaten und öffentlichen Gebäude werden an die Pipeline angeschlossen. Gleichzeitig wird der Nebenproduktwasserstoff nach Aufbereitung auch als Kraftstoff für BZ-Fahrzeuge an H_2-Tankstellen im Stadtteil abgegeben und von Energieversorgern, die am RPS-Programm teilnehmen, genutzt. (In Ulsan befindet sich auch das Produktionswerk von Hyundai, in dem das BZ-Fahrzeugmodell ix35 Fuel Cell für alle Märkte weltweit gebaut wird.)

BRENNSTOFFZELLEN IM VERKEHR Im Verkehrssektor geht es in Südkorea – wie fast überall – neben der Einführung von Brennstoffzellenautos primär um den Aufbau von H_2-Tankstellen und den damit einhergehenden Infrastrukturen für die Erzeugung, Bereitstellung und Verteilung von Wasserstoff. Die Fahrzeuge kommen alle vom führenden koreanischen Automobilhersteller Hyundai, der sich seit 1998 mit der Entwicklung von Brennstoffzellenantrieben beschäftigt. Laut eigener Aussage wurden bis heute über 600 SUV und Busse aufgebaut und die Potentiale der Antriebstechnologie demonstriert. Zwischen 2009 und 2013 hat Hyundai in Korea eine Kleinserie von 100 Fahrzeugen des BZ-Modells *Tucson* getestet. Die daraus resultierenden Ergebnisse sind in das erste offizielle Brennstoffzellen-Serienmodell *ix35 Fuel Cell* eingeflossen, das Hyundai im Februar 2013 der Weltöffentlichkeit präsentierte und derzeit vor allem in den USA und Europa den Kunden im Leasing anbietet.

Für den Aufbau der H_2-Infrastruktur bewilligte die koreanische Regierung im Jahr 2015 knapp neun Millionen US-Dollar. Darüber hinaus wurde im Rahmen des „dritten Programms zur Entwicklung und zum Einsatz von umweltfreundlichen Fahrzeugen" (Laufzeit: 2016-2020) der Ausbau eines umweltfreundlichen Fahrzeugmarktes im Inland und der Umbau der derzeitigen automobilen Landschaft beschlossen. Während der Laufzeit des Programms von 2016 bis 2020 sollen bis zu 9.000 BZ-Fahrzeuge auf Koreas Straßen gebracht werden. Um dieses Ziel zu erreichen, werden Investitionen in BZ-elektrische Fahrzeugtechnologien, in den Aufbau der dazugehörigen H_2-Infrastruktur und in die >>

MCC
Alle Themen, Experten und ausführlichen Informationen finden Sie unter:
www.forum-energiespeicher.de
Weitere Infos und Anmeldung mit QR-Code und Smartphone aufrufen.
Forum EnergieSpeicher 2016
28. und 29. September 2016 in Köln
Moderation:
Dr. Martin Kleimaier
Consultant, VDE / VDI
Ihre Referent(inn)en:
Kristina Haverkamp
Geschäftsführerin, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
Dr. Jochen Seier
Leiter Förderinitiative Energiespeicher, Forschungszentrum Jülich
u.v.a.
H2wei Das Magazin für Wasserstoff und Brennstoffzellen
et Energiewirtschaftliche Tagesfragen
Zeitschrift für Energiewirtschaft, Recht, Technik und Umwelt
pv magazine group

Schaffung eines entsprechenden Bewusstseins in der Bevölkerung unterstützt sowie relevante Gesetze angepasst.

AUFBAU EINER EIGENEN BZ-INDUSTRIE Südkorea hat ein sehr großes Interesse daran, einen eigenen Industriezweig für Brennstoffzellensysteme einschließlich Entwicklung, Produktion und Installation aufzubauen. Stark geworden ist die koreanische BZ-Industrie in den letzten Jahren vor allem durch den Zukauf von oder die Beteiligung an nordamerikanischen BZ-Unternehmen. An erster Stelle sind hier die Aktivitäten des koreanischen Mischkonzerns Doosan zu nennen, der 2014 den amerikanischen BZ-Hersteller Clear Edge Power (früher UTC Power) übernommen hat. Der koreanische Elektronikkonzern LG hat sich im Jahr 2012 einen 51-Prozent-Anteil an Rolls-Royce Fuel Cell Systems (US) gesichert. Zusammen werden SOFC-Systeme für die Stromerzeugung entwickelt, die erstmals 2017 zum Einsatz in Korea kommen sollen. Bereits seit 2007 arbeitet der amerikanische BZ-Hersteller FuelCell Energy eng mit einem der größten privaten koreanischen Energieversorger, Posco Energy, zusammen.

Der kanadische BZ-Hersteller Hydrogenics hat mit dem koreanischen Energieversorger Kolon Water & Energy 2014 ein Joint Venture gegründet, um PEM-basierte Systeme in Korea aufzubauen und einzusetzen. Im selben Jahr hat das amerikanische BZ-Unternehmen Plug Power zusammen mit dem koreanischen Stahlkonzern Hyundai Hysco eine Absichtserklärung unterschrieben, im Rahmen einer auf fünf Jahre angelegten Partnerschaft gemeinsam Brennstoffzellen für den asiatischen Raum zu entwickeln und zu vertreiben. ||

Thema: International | **Autor:** Robert Rose

NEUENGLAND BEMÜHT SICH

DOE-Vorgaben sind noch nicht erreicht

Der Forschungsetat des US Departments of Energy liegt seit einigen Jahren stabil bei US-$ 100 Mio., ausreichend, um wesentliche Programme für Wasserstoff und Brennstoffzellen plus einige Demonstrationsvorhaben – meist ein paar wenige Fahrzeuge für Spezialanwendungen – finanzieren zu können. In 2017, so scheint es, sollen nun einige marktreife Segmente zusammengefasst werden unter dem Begriff „Technikbeschleunigung". Hierunter werden dann Bereiche wie R&D-Manufaktur, Technologie-Validation sowie Markt-Transformation zusammengefasst. Allerdings ergeben selbst diese drei Bereiche zusammen mit einem Volumen von US-$ 13 Mio. verglichen mit Japan oder Europa nur ein relativ keines Demonstrationsprogramm.

Gemäß der Benchmark-Analyse des DOE liegen die Kosten von Autobrennstoffzellen im Falle einer Serienfertigung derzeit bei US-$ 53 pro Kilowatt – ähnlich wie auch schon in den vergangenen Jahren. Das ist zwar schon nicht schlecht, da bei einem solchen Betrag durchaus eine Kommerzialisierung denkbar wäre, vorausgesetzt, dass keine weiteren Kosten hinzukämen. Aber die Zielmarke des DOE für 2020 erscheint mit US-$ 40 pro kW angesichts der gegebenen Umstände immer noch als eine Herausforderung.

Die Kosten für die Wasserstofferzeugung, -speicherung und -betankung liegen momentan mit etwa US-$ 5 pro Gallonenäquivalent ähnlich hoch wie die bei der industriellen Dampfreformierung und sind somit nicht weit entfernt von dem Zielpreis für 2020 in Höhe von US-$ 4. Die Gasunternehmen bezweifeln jedoch diese Zahlen als irreführend und halten US-$ 4 an der Zapfsäule für unerreichbar. On-board-Wasserstofftanks, die ebenfalls vom DOE als Vergleichsprozess aufgelistet werden, liegen im Falle der Serienfertigung derzeit bei US-$ 15 pro Kilowattstunde, während der Zielpreis US-$ 10 beträgt.

Die Bemühungen seitens des Ministeriums, den privaten Bereich *H2USA* weiter zu unterstützen, haben indes Früchte getragen: *H2FIRST* (Hydrogen Fueling Infrastructure Research and Station Technology), ein vom DOE gestartetes Projekt, veröffentlichte beispielsweise das Design einer Referenzbetankungsstation mit detaillierten Kostenschätzungen. Zudem wurde eine Studie über den Nachweis von Brenn-

Abb. 1: Toyota Mirai an einer kalifornischen H_2-Station [Quelle: True Zero]

stoffzellenschadstoffen präsentiert. Außerdem wurden Maßnahmen in die Wege geleitet, dank derer Tankstellenbesitzer frühzeitig ihre Station qualifizieren können, ohne dass ein Brennstoffzellenauto vor Ort sein muss.

KALIFORNIEN PLANT SAUBEREN TRANSPORTSEKTOR Währenddessen hat Kalifornien ambitionierte Pläne vorgestellt, gemäß denen das Transportsystem innerhalb der nächsten 35 Jahre erneuert werden soll. Brennstoffzellen sind darin ein Teil des Ganzen, obwohl die California Energy Commission seit 2009 mehr Gelder in Plug-in-Fahrzeuge und Biokraftstoffe investiert hat als in die Wasserstoffinfrastruktur.

Insgesamt gibt es derzeit 52 öffentliche H_2-Stationen in unterschiedlichen Realisierungsstadien in Kalifornien, von denen 14 öffentlich und in Betrieb sind. Sechs waren im März 2016 geöffnet, aber nicht öffentlich. Bislang hat die California Energy Commission US-$ 103 Mio. in Wasserstofftankstellen investiert, wobei meistens bis zu 85 % der Kosten in Form von Fördergeldern beigesteuert wurden.

Die Smog-Probleme des Sonnenstaates sowie dessen Engagement gegen den Klimawandel haben zu ambitionierten Zielen bei der Emissionsreduzierung geführt:

- Reduzierung der Treibhausgase aufs Niveau von 1990 bis 2020
- Reduzierung der Treibhausgase um 40 % bis 2030
- Reduzierung der Treibhausgase um 80 % bis 2050
- 33 % Anteil Ökostrom bis 2020
- 50 % Anteil Ökostrom bis 2030
- 33 % Anteil erneuerbarer H_2 an öffentlich geförderten Stationen bis 2020
- 50 % Reduzierung von Benzin im Transportsektor bis 2030

Diese Zielvorgaben bewirkten bislang, dass sich einiges im Transport- und auch im Energieversorgungssektor getan hat. So wird der Wasserstoff an kalifornischen Wasserstofftankstellen durchschnittlich zu 33 % mit Hilfe von erneuerbaren Energien gewonnen. Außerdem wird verstärkt daran gearbeitet, Brennstoffzellenbusse und auch -nutzfahrzeuge mit in die Planungen einzubeziehen.

DER NORDOSTEN ZIEHT NACH Im Pkw-Sektor wird derweil die Geschwindigkeit bei der Kommerzialisierung von Brennstoffzellenfahrzeugen allein von der Automobilindustrie außerhalb Kaliforniens bestimmt. Es gibt da bislang kein ausreichendes Interesse seitens des südwestlichen Bundesstaates, selbst aktiv zu werden. Demgegenüber hat der Nordosten der USA das kalifornische Emissionsschutzprogramm übernommen, so dass es dort ab 2017 neue Anreize geben wird, Brennstoffzellenfahrzeuge auf die Straße zu bringen, auch wenn allein eine entsprechende Bestimmung nicht dafür sorgen wird, dass tatsächlich ausreichend BZ-Autos verkauft werden, insbesondere wenn die Gesamtzahl der in Betrieb genommenen Zero-Emission-Vehicles das erforderliche Maß erreicht hat.

Obwohl es ausreichen könnte, wenn die eingeplanten BZ-Fahrzeuge in Kalifornien betrieben würden, gibt es derzeit Bemühungen seitens Toyota und Air Liquide sowie weiterer Unternehmen, auch in der Boston-Region, in Hartford und New York City aktiv zu werden. Zudem wird eine kleine H_2-Station in Washington DC installiert, um die Demonstrationsfahrzeuge zu versorgen, die in der Hauptstadt unterwegs sind. Nach dem aktuellen Zeitplan sieht es so aus, als wenn die entsprechenden Stationen erst dann fertig werden, wenn auch passende Fahrzeuge bereitstehen – in 2017 von Toyota.

UMSATZ DURCH WARTUNGSAUFTRÄGE Im Kraftwerkssektor erscheint es derzeit so, dass Unternehmen wie Doosan, FuelCell Energy und Bloom dabei sind, für sich passende Märkte zu finden, so wie beispielsweise beim 50-MW-Brennstoffzellen-Kraftwerks-Park in Connecticut von FuelCell Energy. Allerdings kämpfen die Firmen nach wie vor um einen wirtschaftlichen Betrieb. So scheinen sich die Unternehmen derzeit eher dahingehend zu engagieren, Dienstleister zu werden anstatt Verkäufer von Hardware, da steigende Umsätze eher von Garantieleistungen und Wartungsaufträgen zu erwarten sind.

Kaliforniens Self-Generation-Initiative-Programm (SGIP), das sowohl FCE als auch Bloom unterstützt hat, wird momentan überprüft. Die Menge des zur Verfügung gestellten Geldes könnte dadurch sinken oder gar verschwinden, dass die beiden Firmen nicht nachweisen können, dass ihre BZ-Einheiten mehr sauberen Strom produzieren, als im kalifornischen Netz mit seinem rapide wachsenden Anteil erneuerbarer Energien ohnehin bereits vorhanden ist. SGIP war bislang insbesondere für Bloom außerordentlich wertvoll: Das Unternehmen erhielt auf diesem Wege schätzungsweise mehr als US-$ 400 Mio.

Plug Power verkündete indes, in den USA mehr als 10.000 *Gendrive*-Gabelstapler in Betrieb sowie volle Auftragsbücher zu haben. Zudem startete Plug mit dem Bau eigener Stapler-Stacks, so dass bereits 40 Prozent der neuen Auslieferungen über Plug-Power-Stacks verfügen, die sukzessive die Ballard-Einheiten ersetzen werden. ||

Autor: Robert Rose, übersetzt von Sven Geitmann

Thema: International | **Autor:** Robert Rose

LH_2-IMPORT AUS AUSTRALIEN

Japan plant Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft

Die japanische Regierung hat die Zielvorgabe ausgegeben, bis zum Jahr 2020 rund 40.000 Brennstoffzellenautos auf und 160 Wasserstofftankstellen an den Straßen zu haben. Nicht das erste Mal gibt Japan ein derartiges Entwicklungsziel vor. Das letzte liegt etwa zehn Jahre zurück, aber dieses Mal scheint die Wahrscheinlichkeit hoch zu sein, dass es auch wirklich erreicht wird, da sich große Auto- und Ölunternehmen derzeit in Gesprächen mit der Regierung über die Initiierung eines neuen Förderprogramms befinden, bei dem die Autoindustrie direkt beim Aufbau einer H_2-Infrastruktur behilflich sein wird. Ein entsprechendes Förderprogramm könnte 80 Mio. Euro umfassen.

160 H_2-Stationen sind durchaus realistisch. Derzeit sind etwa 46 Tankstellen in Betrieb und nochmals fast ebenso viele befinden sich im Aufbau – zu 50 Prozent gefördert von der Regierung. Und allein Toyota könnte rund 30.000 BZ-Autos bis 2020 selbst produzieren. Auch wenn etliche dieser Fahrzeuge voraussichtlich nach Europa und in die USA verschifft würden, dürfte sicher sein, dass die meisten in Japan bleiben werden.

TOYOTA UND HONDA WETTEIFERN Toyota, das für 2019 eine neue Produktionslinie für seinen *Mirai* in Aussicht gestellt hat, baut zwar derzeit nur eine Handvoll dieser BZ-Limousinen für die aktuell noch frühen Märkte ein, plant aber bis 2018 mit rund 3.000 Exemplaren. Bislang verkaufte Toyota 100 dieser Modelle nach Kalifornien, wobei dort bereits Ende 2015 400 Bestellungen und 1.900 Interessensbekundungen vorlagen. Eine neu designte günstigere Version des *Mirai* dürfte Ende dieses Jahrzehnts herauskommen.

Honda hat ebenfalls Mühe, alle Bestellungen für seinen *Clarity* zu bedienen – insbesondere in den USA. Der zweitgrößte japanische Autofabrikant wird deswegen 2017 zusätzlich eine rein batteriebetriebene sowie eine Hybridversion dieses Modells auf die Straße bringen. Die große Nachfrage sollte – insbesondere, wenn Toyota 30.000 BZ-Autos bis >>

Abb. 1: Power Exporter 9000 [Quelle: Honda]

2020 auf den Markt bringen sollte – Anreiz genug für die Fahrzeugbauer sein, weiter zu investieren. Dies gilt sowohl für Honda als auch für Hyundai, das bereits 500 seines *ix35 Fuel Cell* in den USA auf der Straße hat und voraussichtlich 2018 ein günstigeres Modell herausbringen wird. Zudem haben BMW (Toyotas Partner), General Motors (Hondas Partner) und auch Daimler das Jahr 2020 für den Start der regulären Kommerzialisierung von H_2-Autos im Visier.

NACHHALTIGE OLYMPIADE Die Ziele der Automobilhersteller bilden die Grundlage für Japans Wechsel hin zu einer zukünftigen H_2-Wirtschaft. Zudem soll Wasserstoff eines der Highlights bei den Olympischen Spielen 2020 sein. Dementsprechend hat die Tokioter Regierung kürzlich in einem symbolischen Akt eine Vereinbarung unterzeichnet, gemäß der erneuerbar erzeugter Wasserstoff aus Fukushima für die Olympiade verwendet werden soll, um damit ein Zeichen zu setzen, dass sich Fukushima nach dem Nuklearunglück von 2011 weitestgehend erholt hat. Derzeit gibt es allerdings noch kein konkretes Konzept, wie in der Region der Wasserstoff nachhaltig erzeugt werden soll.

Noch ambitionierter ist aber der Ansatz, langfristig einen Wechsel zur H_2-Nutzung sowohl im Haus- als auch im Industriesektor anzustreben, indem eigener und auch importierter Wasserstoff verwendet wird. Gemäß entsprechender Vorhersagen dürfte es allerdings noch zehn bis 15 Jahre dauern, bis Wasserstoff als Kraftstoff und auch BZ-Fahrzeuge wirtschaftlich sein werden. Stattdessen wird erwartet, dass industrielle H_2-Kraftwerke um das Jahr 2030 und erneuerbarer Wasserstoff um 2040 realisierbar sein werden. Solch ein 25-Jahres-Plan setzt allerdings voraus, dass sich auch zukünftige Regierungen an diese Vereinbarungen halten.

IMPORT VON WASSERSTOFF Die heutige Regierung unterstützt verschiedene Vorhaben, wie beispielsweise den Import von flüssigem und gasförmigem Wasserstoff. So planen Kawasaki Heavy Industries und Iwatani Corporation den Bau eines H_2-Tankers nebst entsprechenden Hafenanlagen auf einer künstlichen Insel vor Kobe, um verflüssigten Wasserstoff, der aus Braunkohle erzeugt wurde, aus Australien importieren zu können. Ein entsprechendes Demonstrationsvorhaben soll 2020 in Betrieb gehen.

Im Raum Kobe soll zudem der Bau eines 1-MW-Kraftwerks unterstützt werden, bei dem eine Mischung aus 80 % Erdgas und 20 % Wasserstoff zum Einsatz kommt. Kawasaki Heavy Industries und Obayashi planen den Bau gemeinsam mit Kansai Electric Power. Die Inbetriebnahme könnte 2018 erfolgen, so dass dann ein 25 Hektar großes Gebiet beim Kobe International Conference Center mit günstigem und vergleichsweise sauberem Strom versorgt werden könnte.

In einem weiteren Projekt wird die Chiyoda Corp. gefördert, um bis 2020 ein großskaliges H_2-Speicher- und -Transportsystem zu entwickeln, das auf Toluol basiert. Dabei soll Wasserstoff an Toluol gebunden werden, indem Methylcyclohexan (MCH) erzeugt wird, das bei Umgebungsbedingungen flüssig und somit relativ einfach zu transportieren ist. Bei der Dehydrierung an anderer Stelle, wofür ein von Chiyoda entwickelter Katalysator verwendet wird, steht dann der Wasserstoff für die Nutzung wieder zur Verfügung. In Deutschland wurde von diesem Verfahren bereits vor Jahren Abstand genommen, da zahlreiche Risiken mit solch einer Anwendung verbunden sind. Darüber hinaus engagiert sich die Regierung auch im Bereich Power-to-Gas, um überschüssigen Strom aus Japans Solarenergiebranche mit Hilfe von Elektrolyseuren speicherbar zu machen.

ENGAGEMENT IN SOFC-TECHNIK Das seit Jahren erfolgreiche *Ene-Farm*-Programm für BZ-Heizgeräte führte zu bislang 155.000 installierten Einheiten. Gemäß den Zielen der Regierung sollen es bis 2020 insgesamt 1,4 Mio. Systeme sein – 5,3 Mio. bis 2030. Eine derartige Entwicklung setzt allerdings eine deutliche Kostenreduktion voraus. Derzeit liegt der Preis für ein Aggregat bei 11.700 Euro. Anvisiert werden 6.500 Euro bis 2019. Um dies zu erreichen, will die Regierung 77 Mio. Euro in die weitere Entwicklung investieren, um somit die Materialkosten, das Komponentenvolumen und dadurch auch den CO_2-Fußabdruck zu reduzieren.

Zudem sieht das neue Konzept vor, dass mehrere Hersteller bis 2017 Festoxidbrennstoffzellen entwickeln mit 5- bis 20-kW-Einheiten für den Einzelhandel, für Restaurants und Kleingewerbe sowie mit 20- bis 250-kW-Einheiten für Gewerbeunternehmen, Datenzentren und Hotels. Bislang waren Japans Bemühungen, SOFC-Geräte über *Ene-Farm* zu fördern, nicht sonderlich erfolgreich. Die Regierung will aber an dieser Technologie festhalten, um die hohen realisierbaren Wirkungsgrade nutzbar zu machen.

Neben der Politik bemüht sich auch die Wirtschaft um die Realisierung nachhaltiger Konzepte auf H_2-Basis. Dabei geht es nicht nur um die von der Regierung geforderte CO_2-Reduzierung oder mehr Nachhaltigkeit, sondern auch um das gemeinschaftliche Interesse an einer stabilen, zuverlässigen Energieversorgung. Dementsprechend verzeichnen derzeit Backup-Generatoren eine zunehmende Nachfrage, allen voran die 9 kW leistende H_2-APU von Honda (s. Abb. 1 u. S. 21).

Darüber hinaus gibt es insbesondere im Westen Japans immer mehr „Hydrogen-Town"-Demonstrationsvorhaben. Und je näher die Olympiade 2020 rückt, desto größer wird der Druck auf Japan, die angekündigten Wasserstoffdörfer nebst entsprechenden H_2-Transportsystemen rechtzeitig fertigzustellen. Bislang scheint die Regierung noch entschlossen und durchaus auch imstande, dies alles tatsächlich umzusetzen. ||

Die Ziele der Regierung lauten: 320 H_2-Stationen sowie 200.000 BZ-Fahrzeuge bis 2025 und 800.000 Fahrzeuge bis 2030. Für den Aufbau einer entsprechenden Infrastruktur soll ein Budget in Höhe von 500 Mio. Euro bereitgestellt werden.

Autor: Robert Rose, übersetzt von Sven Geitmann

TERMINKALENDER

JULI

30.06.-01.07. Thermische Energiespeicher
Konferenz, Neumarkt, OTTI,
Tel. 0941-29688-37, Fax -17,
www.otti.de

04.07. Lithium-Ionen-Batterien
Symposium, Ostfildern, TAE,
Tel. 0711-34008-29, Fax -30,
www.tae.de

04.-05.07. International Hydrail Conference
Konferenz, Birmingham/UK,
Energy Center,
Tel. +1-828-262-7514, Fax -6553,
www.hydrail.org

05.-06.07. Deutscher Wasserstoff Congress
Kongress, Berlin, EnergieAgentur.
NRW, Tel. 0211-86642-16, Fax -22,
www.h2congress.de

05.-08.07. European SOFC & SOE Forum
Konferenz & Messe, Luzern/Schweiz,
European Fuel Cell Forum,
Tel. +41-4-45865644,
Fax -135080622,
www.efcf.com

07.07. DWV Mitgliederversammlung
Versammlung, Berlin, DWV,
Tel. 0700-49376-835, Fax -329,
www.dwv-info.de

07.07. Wasserstofftag Lampoldshausen
Konferenz, Hardthause, DLR,
Tel. 06298-28-733, Fax -190,
www.dlr.de

20.-21.07. Ulm ElectroChemical Talks (UECT)
Konferenz, Ulm, WBZU,
Tel. 0731-17589-21, Fax -10,
www.uect.de

AUGUST

07.-12.08. Symposium on Metal-Hydrogen Systems
Konferenz, Interlaken/Schweiz,
EPFL, Tel. +41-79-4842553,
www.mh2016.ch

23.-24.08. Stationäre Batteriespeicher – VDI
Seminar, Düsseldorf,
VDI-Wissensforum,
Tel. 0211-6214-201, Fax -154,
www.vdi-wissensforum.de

SEPTEMBER

13.09. Brennstoffzellenforum Hessen
Konferenz, Frankfurt/M., Hessen
Agentur, Tel. 0611-7748-959, Fax -620,
www.h2bz-hessen.de

13.-17.09. Automechanika
Messe, Frankfurt a. M.,
Messe Frankfurt,
Tel. 069-7575-0, Fax -6433,
www.automechanika.de

15.09. Brennstoffzellen in Fahrzeugen
Seminar, Ulm, WBZU,
Tel. 0731-17589-21, Fax -10,
www.wbzu.de

21.-22.09. Transport von Lithium-Batterien
Seminar, Ulm, WBZU,
Tel. 0731-17589-21, Fax -10,
www.wbzu.de

22.-23.09. Erneuerbare Energien
Kolloquium, Ostfildern, TAE,
Tel. 0711-34008-29, Fax -30,
www.tae.de

22.-29.09. IAA Nutzfahrzeuge
Messe, Hannover, Verband der Automobilindustrie,
Tel. 069-97507-0, Fax -261,
www.iaa.de

23.-25.09. eRUDA
Rundfahrt, Fürstenfeldbruck,
ePROJEKT,
Tel. 08143-99-7979, Fax -9607,
www.eruda.de

27.-28.09. DBI-Fachforum Energiespeicher
Konferenz, Berlin, DBI,
Tel. 0341-24571-29, Fax -37,
www.dbi-gut.de

27.-28.09. Batterien für Bordnetze, Hybrid- und E-Fahrzeuge
Seminar, Aachen, Haus der Technik,
Tel. 0201-1803-211, Fax -280,
www.hdt-essen.de

27.-30.09. WindEnergy
Konferenz & Messe, Hamburg,
Hamburg Messe und Congress GmbH,
Tel. 040-35692-285, Fax -180,
www.windenergyhamburg.com

OKTOBER

04.-05.10. California Hydrogen and Fuel Cell Summit
Konferenz, Sacramento, CA, California Environmental Protection Agency,
Tel. +1- 310-455-6095,
www.californiahydrogensummit.com

07.-08.10. Transport von Lithium-Batterien
Seminar, Ulm, WBZU, Tel. 0731-17589-21, Fax -10, *www.wbzu.de*

10.-12.10. World of Energy Solutions
Kongress & Messe, Stuttgart, Peter Sauber Agentur Messe & Kongresse,
Tel. 0711-656960-52, Fax -99,
www.world-of-energy-solutions.de

13.10. Elektrisches Fahren
Seminar, Stuttgart, Haus der Technik,
Tel. 0201-1803-211, Fax -280,
www.hdt-essen.de

18.-20.10. eMove360°
Kongress & Messe, München, Munich-Expo, Tel. 089-3229911-2, Fax -9,
www.emove360.com

25.10. Biologische Methanisierung
Konferenz, Regensburg, OTTI,
Tel. 0941-29688-37, Fax -17,
www.otti.de

25.-26.10. eMobility Summit
Kongress, Berlin, Tagesspiegel,
Fax 030-29021-29224,
www.emobility-summit.de

25.-27.10. EuroMold
Messe, Frankfurt/M., Demat,
Tel: 069-74003-0, Fax -40,
www.euromold.com

26.-27.10. Lithium-Ionen-Batterietechnologie
Seminar, Ulm, WBZU,
Tel. 0731-17589-21, Fax -10,
www.wbzu.de

NOVEMBER

01.-02.11. Battery Safety & Lithium Battery Power
Konferenz, Bethesda MD/USA,
The Knowledge Foundation,
Tel. +1-617-232-7400, Fax -9171,
www.knowledgefoundation.com

03.-05.11. Nutzung erneuerbarer Energiequellen & Wasserstofftechnik
Symposium, Stralsund, FH Stralsund,
Tel. 03831-45-6713, Fax -711713,
www.fh-stralsund.de

06.-07.11. Sicherheit von Batterien
Seminar, München, Haus der Technik,
Tel. 0201-1803-211, Fax -280,
www.hdt-essen.de

08.-09.11. HYPOS-Forum
Konferenz, Bitterfeld-Wolfen, HYPOS,
Tel. 0341-60016-20, Fax -13,
www.hypos-eastgermany.de

FIRMENVERZEICHNIS

BERATUNG & PLANUNG

EMCEL GmbH – Ingenieurbüro für Brennstoffzellen, Wasserstofftechnologie und Elektromobilität. Engineering, Machbarkeitsstudien, Projektplanung, Normen und Zulassung. Brüsseler Str. 85, 50672 Köln, Tel. 0221-299319-29, Fax -30, *willkommen@emcel.com, www.emcel.com*

H2Gate, Rosenhagenstr. 42, 22607 Hamburg, Tel. 040-89018247, *www.h2gate.de*

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

BETANKUNGSTECHNIK

WEH GmbH Gas Technology, Josef-Henle-Str. 1, 89257 Illertissen, Tel. 07303-95190-0, Fax -9999, *h2sales@weh.com, www.weh.com*

Wenger Engineering GmbH, Ingenieurbüro für Thermodynamik, CFD-Simulation & H_2-Technik, Einsteinstr. 55, 89077 Ulm, Tel. 0731-15937-500, Fax -501, *mail@wenger-engineering.com, www.wenger-engineering.com*

BRENNSTOFF- UND LUFTVERSORGUNG

Andreas Hofer Hochdrucktechnik GmbH, Neuman Esser Group, Ruhrorter Str. 45, 45478 Mülheim a. d. Ruhr, Tel. 0208-46996-0, Fax -11, *www.andreas-hofer.de*

Celeroton AG, hochkompakte Turbo-Kompressoren für die Luftversorgung von Brennstoffzellen, Industriestr. 22, 8604 Volketswil, Schweiz, Tel. +41-44-25052-20, Fax -29, *info@celeroton.com, www.celeroton.com*

Busch Clean Air S.A., Chemin des Grandes-Vies 54, 2900 Porrentruy / Schweiz, Tel. +41 (0)32-46589-60, Fax -79, *info@buschcleanair.com, www.buschcleanair.com*

BRENNSTOFFZELLEN

FuelCell Energy Solutions GmbH, Stationäre Brennstoffzellen für Industrie & Gewerbe: KWK, H_2-Produktion & Energiespeicherung, Winterbergstr. 28, 01277 Dresden, Tel. 0351-2553739-0, Fax -1, *www.fces.de*

Heliocentris Industry GmbH, Tel. 030-340601-500, Fax -599, *sales@heliocentris.com, www.heliocentris.com*

Hydrogenics GmbH, Am Wiesenbusch 2, 45966 Gladbeck, Tel. 02043-944 141, Fax -6, *powersales@hydrogenics.com, www.hydrogenics.com*

Proton Motor Fuel Cell GmbH, Benzstrasse 7, 82178 Puchheim, Tel. 089-1276265-0, Fax -99, *www.proton-motor.de*

Siqens GmbH, Landsberger Str. 318d, 80687 München, Tel. 089 4524463-0, *info@siqens.de, www.siqens.de*

udomi GmbH – competence in fuel cell systems, Hochfeldstr. 8, 74632 Neuenstein, Tel. 07942-942089-1, Fax -8, *www.udomi.de*

ELEKTROLYSEURE

AREVA H2Gen GmbH, Maarweg 137, 50825 Köln, Tel. 0221-888244-88, Fax -67, *www.arevah2gen.com*

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*

Giner, Inc., 89 Rumford Avenue, Newton, Massachusetts 02466, USA, Tel. 001-781-529-0500, *information@ginerinc.com, www.ginerinc.com*

H-Tec Systems GmbH, PEM-Elektrolyseure für industrielle Anwendungen, Maria-Goeppert-Str. 9a, 23562 Lübeck, Tel. 0451-39941-0, Fax -799, *info@h-tec-systems.com, www.h-tec.com*

h2agentur Uwe Küter & Matthias Bromeis GbR, Handelsvertretung – Beratung – Projektmanagement, Beckergrube 87, 23552 Lübeck, Tel. 0451-7072-7210, *info@h2agentur.de, www.h2agentur.de*

Heliocentris Industry GmbH,
Tel. 030-340601-500, Fax -599,
sales@heliocentris.com,
www.heliocentris.com

Hydrogenics GmbH,
Am Wiesenbusch 2, 45966 Gladbeck, Tel. 02043-944 141, Fax -6,
hydrogensales@hydrogenics.com, www.hydrogenics.com

ITM Power GmbH, Energy Storage – Clean Fuel,
Hegewiese 4C,
61389 Schmitten,
Tel. 06084-950012,
www.itm-power.com

McPhy Energy Deutschland GmbH,
Schmiedestr. 2,
15745 Wildau,
Tel. 03375-497210-0, Fax -9,
www.mcphy.com

sunfire GmbH, Gasanstaltstraße 2, 01237 Dresden,
Tel. 0351-896797-0, Fax -885, *www.sunfire.de*

ENERGIESPEICHERUNG

MicrobEnergy GmbH,
Spezialist für biologische Methanisierung,
Bayernwerk 8, 92421 Schwandorf,
Tel. 09431-751-400, Fax -5400,
info@microbenergy.com,
www.microbenergy.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

Fraunhofer ICT-IMM,
Reformer und Wärmetauscher,
Carl-Zeiss-Str. 18-20, 55129 Mainz, Tel. 06131-9900,
info@imm.fraunhofer.de,
www.imm.fraunhofer.de

Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH,
Max-Planck-Str. 1, 21502 Geesthacht,
Tel. 04152-87-2541, Fax -2636, *www.hzg.de*

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

GAS-DIFFUSIONS-LAGEN (GDL)

MeliCon GmbH, GDL-Komponenten in Titan und Edelstahl, metallische Filtermedien, Porschestr. 6, 41836 Hückelhoven, 02433-44674-0, Fax -22, *www.melicon.de*

SGL Carbon GmbH, Werner-von-Siemens-Str. 18,
86405 Meitingen, Tel. 08271-83-3360, Fax -103360,
fuelcellcomponents@sglgroup.com, www.sglgroup.com

INFRASTRUKTUR

H_2 MOBILITY Deutschland GmbH & Co.KG,
Linienstraße 160, 10115 Berlin, Tel. 0162-3783500,
presse@h2-mobility.de, www.h2-mobility.de

MESSDATENMANAGEMENT UND MONITORING

DiLiCo engineering GmbH,
Moldenstr. 4, 39106 Magdeburg, Tel. 0391-505859-86,
info@dilico.de, www.dilico.de

SMART Testsolutions GmbH,
Rötestraße 17, 70197 Stuttgart,
Tel. 0711-25521-10, Fax -12,
www.smart-testsolutions.de,
sales@smart-ts.de

MESS- UND REGELUNGSTECHNIK

Labom Mess- und Regeltechnik GmbH,
Im Gewerbepark 13, 27798 Hude, Tel. 04408-804-0, Fax -100,
info@labom.com, www.labom.com organisation

neo hydrogen sensors GmbH,
Hersteller von Wasserstoffsensoren, Bussardweg 12, 41468 Neuss, Tel. 02131-2090112, Fax -6629600, *www.neohysens.de*

ORGANISATION

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

PRÜFTECHNIK

Greenlight Innovation Corp. Canada,
Europäische Vertretung:
Dr. Lutz Consulting GmbH, Kahlenbergstr. 44,
66849 Landstuhl, Tel. 06371-914914,
tlutz@greenlighteurope.com, www.greenlightinnovation.com

SL TecH2 GmbH,
Weinbergweg 13, 73230 Kirchheim,
Tel. 07021-993968-0, Fax, -1, *www.sl-tech2.de*

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

TesTneT Engineering GmbH,
Schleißheimer Str. 95,
85748 Garching bei München,
Tel. 089-23710939,
info@h2-test.net, www.h2-test.net

RECHTSBERATUNG

Becker Büttner Held,
Rechtsanwälte – Wirtschaftsprüfer – Steuerberater,
Magazinstr. 15-16, 10179 Berlin, Tel. 030- 6112840-0, Fax -99,
www.bbh-online.de

SERVICE & INSTANDHALTUNG

EMCEL GmbH – Service und Instandhaltung für Brennstoffzellensysteme.
Wir betreuen Ihre Systeme z.B. im Feldtest oder bei Ihren Kunden vor Ort. Brüsseler Str. 85,
50672 Köln, Tel. 0221-299319-29, Fax -30,
willkommen@emcel.com, www.emcel.com

SPEICHERTECHNIK

Ballonbau Wörner GmbH, flexible Gasspeicher,
Zirbelstraße 57 c, 86154 Augsburg,
Tel. 0821-4-50406-0, Fax: -19641,
info@ballonbau.de, www.ballonbau.de

Hydrogenious Technologies GmbH,
Weidenweg 13, 91058 Erlangen, Tel. 09131-12640-220, Fax -29,
www.hydrogenious.net

McPhy Energy Deutschland GmbH,
Schmiedestr. 2, 15745 Wildau,
Tel. 03375-497210-0, Fax -9,
www.mcphy.com

SYSTEMINTEGRATION

ECG GmbH ElektroChemischeGeneratoren,
Benzstr. 23-25, 51381 Leverkusen, Tel. 0221-6777-3530,
kontakt@ecg-online.com, www.ecg-online.com

FLEXIVA automation & Robotik GmbH,
Leistungselektronik – Kopplung mit reg. Quellen,
Speicher & Netz, Weißbacher Str. 3, 09439 Amtsberg,
Tel. 037209-671-0, Fax -30, *www.flexiva.eu*

McPhy Energy Deutschland GmbH,
Schmiedestr. 2, 15745 Wildau, Tel. 03375-497210-0, Fax -9,
www.mcphy.com

TESTSTÄNDE

FuelCon AG,
Steinfeldstr. 1, 39179
Magdeburg-Barleben,
Tel. 039203-5144-00,
Fax -09, *info@fuelcon.com,*
www.fuelcon.com

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-herten.de

VERANSTALTER

23th Group Exhibit Hydrogen + Fuel Cells + Batteries,
HANNOVER MESSE 2017,
24.-28. April, Tobias Renz FAIR
Tobias Renz, *tobias@h2fc-fair.com,*
www.h2fc-fair.com

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

Peter Sauber Agentur Messen und Kongresse GmbH,
World of Energy Solutions,
Wankelstr. 1, 70563 Stuttgart,
Tel. 0711-656960-55,
Fax -9055, *www.world-of-energy-solutions.de*

VEREINE & VERBÄNDE

Deutscher Wasserstoff- & Brennstoffzellen-Verband e.V.,
Moltkestr. 42, 12203 Berlin,
Tel. 030-398209946-0, Fax -9,
www.dwv-info.de

FEE – Fördergesellschaft Erneuerbare Energien e.V.,
Invalidenstraße 91, 10115 Berlin,
Tel. 030-84710697-0, Fax -9,
info@fee-ev.de, www.fee-ev.de

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

H2BZ-Initiative Hessen e.V.,
Konradinerallee 9, 65189 Wiesbaden, Tel. 0611-95017-8959,
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

H Y P O S HYDROGEN POWER STORAGE & SOLUTIONS EAST GERMANY

HYPOS – Hydrogen Power Storage & Solutions East Germany,
Blücherstraße 26, 06120 Halle (Saale), Tel. 0341-6001620,
info@hypos-eastgermany.de, www.hypos-eastgermany.de

WEITERBILDUNG

H-Tec Education GmbH,
Demonstration & Ausbildung für Schulen, Universitäten,
Maria-Goeppert-Str. 9a, 23562 Lübeck,
Tel. 0451-39941-0, Fax -799,
info@h-tec-education.com, www.h-tec.com

Heliocentris Academia GmbH,
Erneuerbare Energietechnik für Schulen,
Berufsschulen und Universitäten,
Rudower Chaussee 29, 12489 Berlin, Tel. 030-340601-500,
Academia@Heliocentris.com, www.heliocentris.com

Weiterbildungszentrum für innovative Energietechnologien der Handwerkskammer Ulm (WBZU),
Helmholtzstr. 6, 89081 Ulm, Tel. 0731-1 75 89-0, Fax -10,
info@wbzu.de, www.wbzu.de

ZULIEFERER

Anleg GmbH,
MSR, Anlagenbau, H_2- & Ventiltechnik,
Am Schornacker 59, 46485 Wesel,
Tel. 0281-206526-0, Fax -29,
www.anleg.de

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

Bürkert Werke GmbH
Magnetventile,
Mass Flow Controllers,
Fluidtechnische Systemlösungen,
Christian-Bürkert-Str. 13-17, 74653 Ingelfingen,
Tel.: 07940-10-0, Fax: -91204, *www.burkert.com*

Buschjost GmbH (trading as IMI Precision Engineering),
Detmolder Str. 256, 32545 Bad Oeynhausen,
Tel. 05731-791-0, Fax -179,
www.imi-precision.com/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

FUMATECH BWT GmbH,
Carl-Benz-Str. 4,
74321 Bietigheim-Bissingen,
Tel. 07142-3737-900, Fax -999,
www.fumatech.de

Gräbener Maschinentechnik GmbH & Co. KG,
Metallische Bipolarplatten & Separatorplatten, Am Heller 1,
57250 Netphen-Werthenbach, Tel. 02737-989-367,
a.edelmann@graebener-group.com,
www.graebener-maschinentechnik.de

Heraeus Deutschland GmbH & Co. KG,
Heraeus Electronics, Heraeusstr. 12-14, 63450 Hanau,
Tel. 06181-35-5466, Fax -7850,
www.heraeus-electronics.com

Miba Coating Group, High Tech Coatings GmbH,
Beschichtungen für Brennstoffzellen,
Dr.-Mitterbauer-Str. 3,
4655 Vorchdorf, Österreich,
Tel.: +43-(0)7614-6541-0, Fax -8400,
michael.hiller@miba.com,
www.miba.com

NOVUM engineerING,
Schnorrstr. 70, 01069 Dresden,
Tel. 0351-3232700-3, Fax -2,
info@novum-engineering.biz,
www.novum-engineering.biz

Theisen GmbH & Co. KG, GH_2 & LH_2 Rohrleitungs- und Regelsysteme, H_2-Verdampfer und Kühler, Druckbehälter, Abfüll- und Betankungsanlagen, Anlagenwartung,
www.theisen-gmbh.de, info@theisen-gmbh.de

WEKA AG, Schuerlistr. 8, Kryogen-Komponenten und Spezialventile,
CH-8344 Baeretswil, Schweiz,
Tel. +41 (0)43-833434-3, Fax -9,
info@weka-ag.ch, www.weka-ag.ch

UNTERRICHTSMATERIAL

über Batterien und Brennstoffzellen

FÜR DIE JAHRGANGS-
STUFEN 7 BIS 11

LEHRMAPPE
mit 20-seitigem Lehrerheft
plus 30 Schülerblätter + CD-Rom

JAHRGANGSSTUFEN- UND FÄCHERÜBER-
GREIFENDES LEHRMATERIAL
Ausführliche Informationen zu Batterien
und elektrischen Antrieben sowie
Wasserstoff und Brennstoffzellen

Jetzt für nur
5,00 EURO
Unkostenpauschale
bestellen

NOW Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie | H2YDROGEIT Verlag

www.hydrogeit-verlag.de/shop