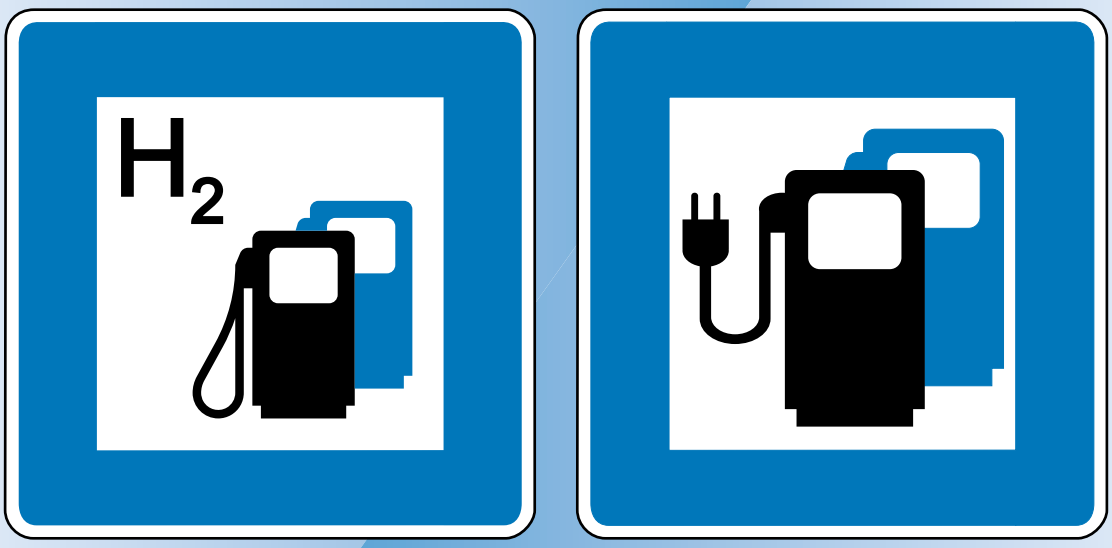
Hydrogeit Verlag / www.hzwei.info / 14. Jahrgang / Juli 2014 / 8 €

H2wei

DAS MAGAZIN FÜR WASSERSTOFF UND BRENNSTOFFZELLEN



→ AUFBAU WEITERER H_2-STATIONEN IN ANGRIFF GENOMMEN

→ INTERVIEW MIT BUNDESENERGIE-MINISTER SIGMAR GABRIEL

37014
9 771862 393035

INHALTSVERZEICHNIS

2 Impressum

3 Editorial

4 Meldungen

8 Messen und Kongresse
6. Deutscher Wasserstoff Congress in Berlin
3. EnergyStorage in Düsseldorf
Hannover Messe: Mehr Aussteller denn je

12 Hausenergie
Die ersten BZ-Heizgeräte sind reif für den Markt
Baxi Innotech kooperiert mit Toshiba
Ein Selbstversuch bei Familie Wünning
Thüga nimmt ITM-Elektrolyseur in Betrieb

18 Energiespeicherung
FCH-JU-Studie über Wasserstoffkosten
GP Joule geht in die Offensive
Sigmar Gabriel legt Grundstein für PtG-Anlage in Mainz

24 Bioenergie
„Fauleier“ liefern Klärgas für Brennstoffzellen

26 Markt
Markteinführung am Beispiel von BZ-Niederflurzeugen
Analyse der Börsendaten von BZ-Firmen

30 Entwicklung
Härtetest in der Klimakammer

33 International
Bericht aus Übersee: P. Hoffmann ist gestorben

34 Förderung
Interview mit Bundeswirtschaftsminister S. Gabriel

36 Forschung
Natürlicher Wasserstoff

38 Elektromobilität
VW setzte Berlin unter Strom
Erstbetankung am Berlin-Brandenburger Flughafen
Serie: Elektromobilität in Thüringen
2. Hauptstadtkonferenz Elektromobilität

48 Terminkalender

49 Firmenverzeichnis

12 Sigmar Gabriel auf der Hannover Messe 2014 Interview mit dem Energieminister 34

Quelle: Air Liquide

26 Mit BZ-Niederflurzeugen auf den Markt

40 Planung für 50 H_2-Stationen hat begonnen

IMPRESSUM HZwei

ISSN: 1862-393X
Jahrgang: 14. (2014) / Heft 3, Juni/Juli 2014

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

Sitz: Oberkrämer
USt!D.: DE 221143829

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

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

Anzeigen: Kirsten Laasner Projektmanagement, Kirchheim
Lektorat: Dione Gutzmer, Berlin
Druck: Printec Offset – medienhaus, Kassel
PEFC-zertifiziertes Papier

Druckauflage: 4.500 Stück (plus 10.000 Downloads/Jahr)
Erscheinungsweise: 4 x jährlich

Einzelpreis (Inland): 8 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 2,00 € Versand)
Jahrespreis (Inland): 30,00 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 6,50 € Versand)
Einzelpreis (Europa): 8 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 3,50 € Versand)
Jahrespreis (Europa): 30,00 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 12,50 € Versand)

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

Bank: Mittelbrandenburgische Sparkasse
IBAN: DE37160500003705002189
BAC: WELADED1PMB

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

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

H_2YDROGEIT Verlag

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

Titelbild:
Wegweiser in eine saubere Zukunft – Neue Beschilderung für H_2-Tankstellen und Ladestationen (Quelle: CEP)

BERICHT ERSTATTEN

Liebe Leserinnen und Leser!

Die diesjährige Hannover Messe war wieder einmal ein Highlight für die Wasserstoff- und Brennstoffzellenbranche sowie die Elektromobilitätsszene und auch für die derzeit noch im Entstehen begriffene Energiespeichersparte. Für die H_2- und BZ-Akteure ist der Gemeinschaftsstand von Tobias Renz stets DIE zentrale Anlaufstelle, denn dort bekommt man am ehesten ein Gespür dafür, was die Branche gerade bewegt.

In diesem Jahr war festzustellen, dass die Szene an sich in Bewegung geraten ist, dass sich also grundlegende Veränderungen anbahnen. Teilweise sind dies erst zögerliche Schritte, aber es zeichnet sich ab, dass die Branche nach etlichen Jahren zwar vielleicht noch nicht gleich erwachsen wird, dass sie mittlerweile aber zumindest in der Pubertät angekommen ist.

Ein Indiz für die jugendliche Rebellion ist, dass sich das Personenkarussell allmählich schneller dreht: Einige Akteure suchen von sich aus neue Wirkungsstätten, andere werden dazu genötigt, da sich die eine oder andere Firma momentan neu positioniert. Ein weiteres Indiz ist, dass vereinzelt Dauergäste, die seit Jahren in Hannover ausgestellt haben, dieses Mal fortgeblieben sind, um aus der Ferne zu beobachten oder den direkten Kontakt zu potentiellen Anwendern zu suchen.

Veränderungen können für die gesamte Community nur förderlich sein, da sich allmählich die Spreu vom Weizen trennt: Akteure, die in der Vergangenheit zu sehr die Fördergelder und zu wenig den Markt im Auge hatten, werden über kurz oder lang das Nachsehen haben. Diejenigen, die mit der Zeit gehen und sich an den Bedürfnissen potentieller Abnehmer orientieren, werden besser bestehen können. Der Schwenk in Richtung Markt hat auch die *HZwei*-Redaktion dazu bewegt, mehr Gewicht auf das Thema zu legen, so dass in diesem Heft eine Extrarubrik eingerichtet wurde (s. S. 26). Nach 20 Jahren H_2- & BZ-Gemeinschaftsstand ist es dafür auch Zeit.

Ein zweites wichtiges Thema in der vorliegenden Ausgabe ist die generelle Berichterstattung, weshalb ich an dieser Stelle ausnahmsweise einmal über etwas anderes als über technische Details und zukünftige Entwicklungen schreiben muss. Mit Blick auf die aktuellen – teils sehr traurigen – Geschehnisse sei es erlaubt, über meinesgleichen zu reden: über die Medienvertreter.

Dazu sei gesagt, dass hier ursprünglich einfach nur ein kurzer Abriss über die „Erfolge“ des Hydrogeit Verlags stehen sollte, denn in diesem Frühjahr konnte der brandenburgische Fachverlag sein zehnjähriges Bestehen verkünden. Angesichts der Ereignisse Anfang dieses Jahres kommt allerdings keine rechte Feierlaune auf: Ende April kam nämlich die Meldung herein, dass ein hoch geschätzter Kollege aus den USA, Peter Hoffmann, der Gründer und Herausgeber des *Hydrogen & Fuel Cell Letters*, unerwartet gestorben ist (s. S. 33).

Sein Tod reißt eine große Lücke, die nur sehr schwer wieder zu füllen sein wird, denn Peter Hoffmann hat in seinem *H&FC*-Letter über fast drei Dekaden regelmäßig und zuverlässig kompetent, seriös und unabhängig über die internationalen Aktivitäten im Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Sektor berichtet.

Der Verlust ist umso schmerzlicher, da auch der Branchen-Informationsdienst *Fuel Cell Today* eingestellt wurde. Dieser ebenfalls in englischer Sprache publizierte Nachrichtendienst für die Brennstoffzellenszene war über acht Jahre hinweg mit Industriegeldern finanziert worden, hatte dafür aber relativ neutral über internationale Aktivitäten und Entwicklungen informiert, von branchenrelevanten Veranstaltungen berichtet und auch Marktstudien sowie detaillierte Analysen angefertigt.

Mit dem Ende dieser beiden englischsprachigen Informationsdienste gehen der globalen Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Community zwei wichtige Nachrichtenquellen verloren, die nicht ohne weiteres zu ersetzen sein werden.

Vor diesem Hintergrund ist es angebracht, kurz innezuhalten und über das Zusammenspiel von Industrie, Forschung und Wissenschaft, Gesellschaft und Politik mit den Medien nachzudenken. Schließlich ist es doch so, dass all diese Bereiche aufeinander angewiesen sind, auch wenn dies gerne mal aus den Augen verloren wird.

Aber genau jetzt, wenn einer dieser Bereiche, aus welchen Gründen auch immer, an Bedeutung zu verlieren scheint, wird deutlich, wie essentiell wichtig das Weiterbestehen eines jeden von ihnen ist.

Aus diesem Grunde wird der Hydrogeit Verlag die Herausforderung annehmen und sich – früher als ursprünglich geplant – international stärker betätigen. Nachdem es uns im deutschsprachigen Raum gelungen ist, zu einer festen Größe im Bereich der Berichterstattung über Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik zu werden, wollen wir versuchen, unser Angebotsspektrum zu internationalisieren und zukünftig auch englischsprachig zu informieren.

Dies wird nicht von heute auf morgen geschehen können, aber wir werden uns bemühen, in Gedenken an Peter Hoffmann ein internationales Informationsangebot aufzubauen, damit seine Arbeit nicht umsonst gewesen ist.

Diese Entwicklung fällt in eine Zeit, in der die Einführung der Brennstoffzellentechnologie in den Markt direkt vor der Tür zu stehen scheint, und dieser Markt wird nicht auf den deutschsprachigen Raum begrenzt, sondern global sein.

Schade, dass Peter das nicht mehr miterleben kann. ||

Herzlichst

Sven Geitmann
HZwei Herausgeber

HERDAN WECHSELT ZUM BMWI

Thorsten Herdan [Quelle: VDMA]

Thorsten Herdan, der bisherige Geschäftsführer des VDMA Power Systems, hat am 1. Juni 2014 seinen neuen Posten beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) angetreten. Er leitet dort die Abteilung Energiepolitik – Wärme und Effizienz. Der Maschinenbau-Ingenieur begründet den Wechsel mit den Worten: „Die Abteilung Energieeffizienz, Wärme, Energieforschung und Internationales ist eine interessante Herausforderung und bietet Möglichkeiten, die Energiewende weiter voranzubringen." Bislang war Herdan für den Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. tätig und leitete dort die Fachverbände Power Systems sowie Motoren und Systeme, für die jetzt Nachfolger gesucht werden. Auch seinen Geschäftsführungsposten bei der Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen e.V. (FVV) trat Herdan nach 14 Jahren ab. Sein Nachfolger ist Dietmar Goericke. ||

STROBL FOLGT AUF GOSZTONYI

Thomas Strobl [Quelle: Heliocentris]

Heliocentris hat Thomas Strobl zum neuen kaufmännischen Geschäftsführer ernannt. Wie das in der Bundeshauptstadt ansässige Unternehmen Mitte März 2014 bekannt gab, trat der Österreicher sofort sein Amt an und folgte damit Dr. András Gosztonyi, der das Unternehmen mit Auslaufen seines Fünfjahresvertrags Anfang des Jahres verlassen hatte (s. HZwei-Heft April 2014). Strobl, der Betriebswirtschaftslehre an der Wirtschaftsuniversität Wien studierte, arbeitete zuvor bei Wabco im Bereich Nutzfahrzeugtechnik in Brüssel, nachdem er acht Jahre lang als European CFO für die SPX Corp. tätig war. Ayad Abul-Ella, Geschäftsführer der Heliocentris Energy Solutions AG, sagte: „Herr Strobl verfügt über einen seltenen Mix aus finanztechnischer Kompetenz und industrieller Erfahrung, der für die Rolle des CFO bei Heliocentris in den nächsten Jahren einen entscheidenden Erfolgsfaktor darstellen wird. Herr Strobl teilt unsere Vision von Distributed Power als Megatrend der Zukunft." ||

ZEHN JAHRE HYDROGEIT VERLAG

In eigener Sache können wir heute vermelden, dass der Hydrogeit Verlag in diesem Sommer sein zehnjähriges Jubiläum feiert. Gegründet wurde der Fachverlag für Wasserstoff und Brennstoffzellen im Frühjahr 2004 von Sven Geitmann, der auch heute noch als Inhaber die Geschicke des Unternehmens leitet. Der brandenburgische Kleinverlag mit Sitz in Oberkrämer (nordwestlich von Berlin) ist in den vergangenen Jahren insbesondere durch die von Geitmann herausgegebene Zeitschrift *HZwei* bekannt geworden – zumindest in der Wasserstoff- und Brennstoffzellenbranche. Die Fachzeitschrift, die mittlerweile im 14. Jahrgang erscheint, berichtete ursprünglich unter dem Namen *H2Tec* über Entwicklungen und Neuerungen im H_2- und BZ-Sektor – allerdings nur halbjährlich und in einem anderen Verlag. Seit mittlerweile acht Jahren erscheint sie nunmehr im Hydrogeit Verlag und hat sowohl die Erscheinungsweise als auch den Seitenumfang sowie die Abonnentenzahl verdoppelt. Neben der *HZwei* bringt Geitmann mit seinem Team zudem Sachbücher über Wasserstoff, Brennstoffzellen, Elektromobilität, erneuerbare Energien sowie alternative Kraftstoffe heraus. Zuletzt präsentierte der Verlag gemeinsam mit der Nationalen Organisation für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) im April 2014 neues *Unterrichtsmaterial über Batterien und Brennstoffzellen*. Ein weiteres, neues Buch ist bereits in Arbeit. ||

Der Name *Hydrogeit* leitet sich her aus dem englischen Wort für Wasserstoff *(hydrogen)*, das bis auf den letzten Buchstaben in *Hydrogeit* enthalten ist. Gleichzeitig ist *geit* die erste Hälfte des Familiennamens des Gründers. Außerdem erinnert diese Silbe an das englische Wort *guide*, die Bezeichnung für Handbuch, Führer, Leitfaden. Somit lässt sich *Hydrogeit* frei übersetzen mit *Wasserstoff-Ratgeber*.

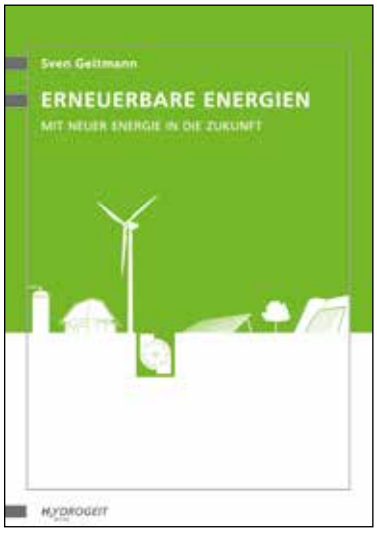
→ www.hydrogeit-verlag.de

MARKTANALYSEN AUS SCHOTTLAND

Kerry-Ann Adamson hat ein neues Dienstleistungsunternehmen gegründet: *4th Energy Wave*. Hinter diesem Namen verbirgt sich ein englischsprachiger Beratungs- und Analyseservice für den internationalen Brennstoffzellensektor. Das Leistungsportfolio dieser in Edinburgh beheimateten Ein-Personen-Firma beinhaltet unter anderem die Erstellung aussagekräftiger Grafiken, die auf Basis großer abgespeicherter Datenmengen individuell aufbereitet werden. Adamson erklärte: „Diese Möglichkeit, dass man sehen kann, wie sich der BZ-Sektor in den nächsten Jahrzehnten entwickeln wird, ist ein mächtiges Mittel." Zudem bietet die ehemalige Analystin von *fuel cell today* einen monatlichen Report an, in dem sie über die aktuelle Entwicklung im internationalen Brennstoffzellensektor informiert. *Fuel Cell Monthly* liefert jeweils am Monatsanfang Analysen zur Marktlage (ähnlich wie bislang *fuel cell today*), nimmt aber für sich in Anspruch, unabhängig zu sein, da sich dieser kostenpflichtige Report über Abonnentengebühren finanziert. ||

→ www.4thenergywave.com

NEUAUFLAGE DES ERNEUERBARE-ENERGIEN-BUCHES



Während die Politiker noch emsig um die Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes streiten, hat der Hydrogeit Verlag das Buch *Erneuerbare Energien – Mit neuer Energie in die Zukunft* komplett neu überarbeitet und bietet damit einen aktualisierten Überblick über das gesamte Feld der nachhaltigen Energiewirtschaft. Der mittlerweile in der vierten Auflage erscheinende Ratgeber erklärt auf insgesamt 212 Seiten übersichtlich nach Energieformen unterteilt, wie eine moderne, umweltschonende Energieversorgung aussieht. Im Mittelpunkt steht dabei, dass alle Techniken leicht verständlich beschrieben werden, dementsprechend wurde bewusst auf komplizierte Formeln verzichtet. Mit Hilfe von 63 Abbildungen wird anschaulich illustriert, welche wirtschaftlichen Potentiale und Anwendungsmöglichkeiten es auch für Otto Normalverbraucher gibt. Nachdem die letzte Auflage ausverkauft war, ist das Buch jetzt ab Juli 2014 endlich wieder lieferbar.

Außerdem produzierte der Hydrogeit Verlag kürzlich eine neue Druckauflage des Buches *Energiewende 3.0 – Mit Wasserstoff und Brennstoffzellen,* dessen Erstauflage aufgrund der regen Nachfrage ebenfalls ausverkauft war. ||

Erneuerbare Energien – Mit neuer Energie in die Zukunft
ISBN 978-3-937863-41-2, Sven Geitmann, Hydrogeit Verlag, Oberkrämer, Juli 2014, Preis: 19,90 Euro

CLEAREDGE MELDET INSOLVENZ AN

Das US-amerikanische Venture-Capital-Unternehmen ClearEdge Power hat im Mai 2014 Insolvenz angemeldet. Die Zukunft von über 250 Mitarbeitern ist damit ungewiss. Wie aus den Vereinigten Staaten zu hören war, schickte der Brennstoffzellenhersteller zunächst am 24. April Mitarbeiter von UTC in South Windsor, Connecticut, die ClearEdge im Dezember 2012 übernommen hatte, nach Hause, obwohl der Geschäftsführer David B. Wright kurz zuvor noch positiv klingende Marktdaten herausgegeben hatte. Gegenüber *Greentech Media* berichtete ein UTC-Mitarbeiter: „Die Honorarkräfte wurden heimgeschickt, weil es keine Arbeit gab." Weiter berichtete er: „ClearEdge schuldet den Zwischenhändlern eine Riesenmenge Geld, Konten wurden geschlossen und die Verantwortlichen räumten ihre Tische." Wenige Tage später beantragte die in Hillsboro, Oregon, beheimatete Firma Insolvenz. Die Verbindlichkeiten sollen bei rund 100 Mio. US-Dollar liegen. ||

HOFER TKH
DER TANKSTELLENVERDICHTER

Hofer KOMPRESSOREN
ÖLFREIE H_2-VERDICHTUNG BIS 1.000 BAR
MINIMALER FLÄCHENBEDARF DURCH WANDMONTAGE
SICHER, ROBUST UND WARTUNGSFREUNDLICH
WWW.ANDREAS-HOFER.DE

h2herten
Wasserstoff-Kompetenz-Zentrum

ANWENDERZENTRUM H2HERTEN
- Erstes Technologiezentrum für Firmen der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik
- Büroräume und Technika
- Integrierte Wasserstoffversorgung (Windstromelektrolyse)
- H2-basiertes Energiekomplementärsystem
- Meetingräume inkl. Präsentationstechnik

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

Thema: Meldungen | **Autor:** Sven Geitmann

DIWALD IST NEUER DWV-VORSITZENDER

Mitgliederversammlung in Krefeld

Der alte Vorsitzende Dr. Johannes Töpler ...

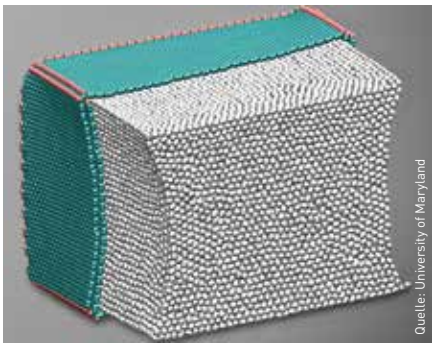
... und der neue Werner Diwald

Der Deutsche Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband e.V. (DWV) hat seit der diesjährigen Mitgliederversammlung am 27. Mai einen neuen Vorstandsvorsitzenden. Mit nur einer Gegenstimme wählten die Teilnehmer Werner Diwald zum neuen Verbands-Chef. Er tritt die Nachfolge von Dr. Johannes Töpler an, der aus Altersgründen nicht wieder kandidiert hatte. Die übrigen Vorstandsmitglieder wurden bis auf Dr. Andreas Ziolek, der wegen beruflicher Veränderungen ausschied, in ihren Ämtern bestätigt.

Der ehemalige Daimler-Mann Töpler, der vor zwölf Jahren in den Vorstand kam und diesen insgesamt elf Jahre lang leitete, bedankte sich während des Vereinstreffens in Krefeld bei den Mitgliedern für das ihm entgegen gebrachte Vertrauen. In seiner „Abschiedsrede“ erklärte er, dass er fortan etwas mehr Zeit dafür verwenden werde, seine „acht Enkelkinder auf ein Leben mit Wasserstoff vorzubereiten“. Weiter berichtete der promovierte Physiker, seinen Ausstieg habe er seit drei Jahren – seit Erreichen der Altersgrenze – vorbereitet. Nun sei der richtige Zeitpunkt für die Einleitung des geplanten und fälligen Generationswechsels (s. HZwei-Heft Juli 2013) gekommen, da jetzt ein geeigneter Nachfolger in Person von Diwald gefunden sei. Ganz ausscheiden wird der Lehrbeauftragte für Regenerative Energien an der Hochschule Esslingen allerdings nicht: Da Diwald als voll im Berufsleben stehender Geschäftsführer der Encon Europe GmbH ansonsten Zeitprobleme bekommen würde, bat er seinen Vorgänger, als stellvertretender Vorsitzender weiterhin einen Teil der anfallenden Arbeit zu übernehmen. Prof. Dr. Birgit Scheppat behält indes ihren Posten als zweite Stellvertreterin.

Werner Diwald, der im vergangenen Jahr in den Vorstand gewählt worden war, bedankte sich in seiner ersten Rede als Vorsitzender ausdrücklich für die hervorragende Arbeit des bisherigen Vorstandes und insbesondere bei Johannes Töpler, der sichtlich gerührt Blumenstrauß und Dank entgegennahm. In seinen weiteren Ausführungen präsentierte sich der neue Verbandsboss eher als „Politikversteher“ und weniger als Wissenschaftler. Der gelernte Kaufmann erklärte, er sei kein Technikexperte, aber davon gebe es ja bereits ausreichend viele im Vorstand. Was er mitbringe, seien gute Kontakte zu wichtigen Entscheidungsträgern sowie ein Verständnis für politische Abläufe. Diese wolle er gerne einsetzen, um politische Entscheidungen wie beispielsweise bei der aktuellen EEG-Novellierung im Sinne der DWV-Mitglieder positiv zu beeinflussen. ||

H_2-SPEICHERUNG IN GRAPHEN



Quelle: University of Maryland

Die Diskussion über die Eignung von Graphen als Wasserstoffspeicher hat wieder neue Nahrung erhalten, indem am Computer simuliert wurde, dass sich das im Graphen eigentlich zweidimensional angeordnete Kohlenstoffnetz mit Hilfe von Wasserstoff in eine Box falten lässt. In dieser „Schachtel“ soll nach Aussage von Wissenschaftlern der Universität Maryland

■ **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

European Hydrogen Energy Conference in Sevilla neu gestartet ... Industrie stellt 2 Milliarden € für H_2-Tankstelleninfrastruktur bereit ... Wasserstofftankstelle am Großflughafen Berlin läuft schon ...

Wasserstoff gespeichert werden können. Dafür wird bei dem sogenannten hydrogenation-assisted graphene origami (HAGO; Origami = Kunst des Papierfaltens) das Graphen zunächst in kleine Stücke zerteilt. Anschließend werden H_2-Atome an C-Atome gebunden, wodurch sich eine dreidimensionale Nanostruktur bildet. Wie die US-amerikanische Hochschule im März 2014 meldete, funktioniere die Entfaltung dieses Origamis mit Hilfe eines elektrischen Feldes. Prof. Teng Li erklärte: „Schaltet man das elektrische Feld aus, faltet sich spontan das Graphen wieder in eine Box zusammen. Dieser Prozess kann mehrere Male wiederholt werden." In der wissenschaftlichen Fachzeitschrift *ACS Nano* schrieb Li zudem, dass man eine Wasserstoffspeicherkapazität von 9,7 Prozent bezogen auf das Gewicht errechnet habe. Frühere Meldungen, dass Carbon-Nanotubes noch sehr viel Mehr Wasserstoff speichern könnten, erwiesen sich als nicht haltbar, da die genannten chemischen Verbindungen nicht stabil waren. ||

HELIOCENTRIS ÜBERNIMMT FutureE

Die Heliocentris Energy Solutions AG hat die Geschäfte des Brennstoffzellenherstellers FutureE Fuel Cell Solutions GmbH übernommen. Wie der Berliner Anbieter von Energieeffizienzlösungen am 10. Juni 2014 mitteilte, erwarb er 100 Prozent der Anteile mitsamt den Gesellschaftsdarlehen des 2006 in Wendlingen von ehemaligen Ballard-Mitarbeitern gegründeten Unternehmens. Der Kaufpreis dieser Übernahme wurde mit der Ausgabe von rund 850.000 neuen Aktien beglichen, deren Kurs vor Herausgabe dieser Meldung bei 5,00 Euro lag und anschließend auf 5,50 Euro stieg. FutureE ist spezialisiert auf Brennstoffzellensysteme für Kommunikationsanwendungen (s. HZwei-Heft April 2011) und hatte zuletzt die Ausschreibungen für die Auf- und Umrüstung des BOS Digitalfunks in Brandenburg (unterbrechungsfreie Stromversorgung von 53 Basisstationen) sowie in Baden-Württemberg gewonnen. Heliocentris verfügt über ein Energiemanagementsystem, das mit den Lösungen für stationäre Anwendungen von FutureE (niedriger zweistelliger kW-Bereich) kombiniert werden kann, um die Kosten und auch die Emissionen bei einer unterbrechungsfreien Stromversorgung zu reduzieren. Das in Berlin-Adlershof ansässige Unternehmen verschafft sich mit diesem Deal Zugang zu den Märkten in China und Russland, wo bereits erste Feldtests mit *Jupiter*-Systemen von FutureE laufen.

Heliocentris zeigte sich überzeugt davon, „dass Brennstoffzellen in naher Zukunft auch in der Energieversorgung von Mobilfunkbasisstationen als entscheidende Bausteine zum Einsatz kommen werden". Dr. Henrik Colell, Gründer und technischer Geschäftsführer von Heliocentris (s. Foto), erklärte zudem: „Weiterentwicklungen, mit denen das Lösungsangebot um Brennstoffzellensysteme für schlechte Stromnetze in den Emerging Markets ergänzt wird, sind bereits in Arbeit." Mark-Uwe Oßwald, einer der FutureE-Gründer und –Geschäftsführer, bestätigte gegenüber *HZwei,* dass er voraussichtlich nach Berlin wechseln wird, dass ansonsten aber der Standort in Baden-Württemberg und auch die personelle Konstellation wie gehabt bestehen bleibt. ||

WES WIRD INTERNATIONALER

Das ehemals von der Peter Sauber Agentur Messen und Kongresse GmbH sowie der Wirtschaftsförderung Region Stuttgart GmbH organisierte *f-cell*-Symposium entwickelt sich immer mehr zu einer internationalen Messe für Energiespeicherlösungen mit angegliederter Konferenz. Der Ausstellungsteil der *World of Energy Solutions,* der zukünftig komplett von der Landesmesse Stuttgart organisiert wird, wächst stetig weiter, so dass Ulrich Kromer von Baerle, Geschäftsführer der Messegesellschaft, erklärte: „Wir haben neue Aussteller gewinnen können, die sich gleich mit Nachdruck auf dem wachsenden Markt präsentieren wollen." Insgesamt erwartet er rund 200. Kromer von Baerle erklärte diesen Anstieg mit den Worten: „Viele Aussteller haben ein gutes erstes Quartal 2014 erlebt. Das wirkt sich positiv auf die *World of Energy Solutions* aus." Für die ebenfalls vom 6. bis 8. Oktober 2014 in der Stuttgarter Landesmesse stattfindende Konferenz sind über 100 Vorträge eingeplant. Neu ist in diesem Jahr der Titel des dritten Konferenzteils: Der *e-mobil BW Technologietag,* der ergänzend zum *f-cell-* und *Battery&Storage*-Kongress stattfindet, trägt ab diesem Jahr den Namen *e-mobil conference.* ||

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

ES BLEIBT NICHT, WIE ES WAR

6. Deutscher Wasserstoff Congress in Berlin

Dem Namen nach müsste der *Deutsche Wasserstoff Congress* eine große Veranstaltung sein, größer zumindest als all diese Workshops und Konferenzen, die auf Bundesländerebene zu diesem Thema organisiert werden. Doch dem ist nicht so: Auch die 6. Auflage dieses nationalen Wasserstoffkongresses blieb in einem überschaubaren Rahmen. Rund 120 Teilnehmer erschienen am 22. und 23. Mai 2014 in der Vertretung des Landes Nordrhein-Westfalen beim Bund in Berlin und unterhielten sich weniger über wissenschaftliche Entdeckungen als vielmehr über politische Rahmenbedingungen.

Gleich in seiner Begrüßungsrede erinnerte Dr. Frank-Michael Baumann, Geschäftsführer der veranstaltenden EnergieAgentur.NRW, an den ersten *Deutschen Wasserstoff Congress,* der 2002 von dem inzwischen im wohlverdienten Ruhestand lebenden Prof. Dr. Carl-Jochen Winter organsiert worden war. Baumann verwies auf die Welt-Wasserstoff-Konferenz *WHEC 2010* in Essen und erklärte, dass damals mehr die Forschungs- und Entwicklungsthemen im Vordergrund gestanden hätten. „Mittlerweile stehen wir kurz vor der Marktreife – einige Bereiche haben diesen Schritt bereits vollzogen." Deswegen liege die inhaltliche Ausrichtung dieses Kongresses seit 2012 eher auf energiepolitischen Aspekten.

Dass in diesem Jahr weniger Gäste als beim letzten Mal erschienen, mag auch daran gelegen haben, dass in diesem Mai die Termindichte extrem hoch war: Einen Tag zuvor traf sich beispielsweise gerade die Zulieferindustrie beim NOW-Workshop – ebenfalls in Berlin – und vier Tage später hatte der Mitveranstalter Deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband zur Mitgliederversammlung nach Krefeld eingeladen (s. S. 6).

Inhaltich gab es nicht sonderlich viel Neues zu hören: Prof. Dr. Christian Mohrdieck von der Daimler AG versuchte in seiner Auftaktrede (Keynote-Speech) zum wiederholten Male zu erklären, warum der Stuttgarter Autobauer erst 2017 in die Marktoffensive gehen möchte. Gleichzeitig lobte er „die massive Unterstützung, die aus dem Land Nordrhein-Westfalen kommt" sowie die bisherigen Leistungen seines Unternehmens, beteuerte abschließend aber nochmals, dass Daimler der Brennstoffzellentechnik treu bleiben werde.

FERLEMANN KÜNDIGT VERÄNDERUNGEN AN Sehr viel aufschlussreicher war demgegenüber der Vortrag von Enak Ferlemann, dem Parlamentarischen Staatssekretär beim Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. Ferlemann, der sich selbst als „Anhänger der Wasserstofftechnologie" bezeichnete, referierte über das bisher im Nationalen Innovationsprogramm für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie Erreichte: „Das Ergebnis kann sich sehen lassen." Er blickte jedoch auch in die Zukunft und beteuerte: „Die Förderung von Wasserstoff und Brennstoffzellen sowie von Elektromobilität steht bei der Bundesregierung nach wie vor ganz oben auf der Agenda." Er wies außerdem darauf hin, dass derzeit an einem Elektromobilitätsgesetz gearbeitet werde. Hierzu berichtete sein Chef, Verkehrsminister Alexander Dobrindt dem *Tagesspiegel* am gleichen Tag: „Die erste Stufe soll am 1. Februar 2015 in Kraft treten."

Parl. Staatssekretär Enak Ferlemann

Enak Ferlemann sicherte in seiner Rede weiterhin den Industrievertretern und Investoren zu, dass „wir Kontinuität herstellen wollen", dass „es jetzt gilt, den Markthochlauf von Brennstoffzellenprodukten zu unterstützen". Gleichzeitig erklärte er aber, dass „nicht alles so bleiben wird wie es war". Er sagte ganz konkret: „Wir werden die Förderung umstellen." Abschließend lobte er ausdrücklich das von der Industrie vorgelegte Konzeptpapier zur Markteinführung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien und sprach direkt die versammelten Teilnehmer an: „Unser Land benötigt Sie, die Fachleute! Wir möchten Sie gerne weiter unterstützen und werden dies auch tun."

KEINE NEUEN ENERGIEN IN ALTE SYSTEME Johannes Remmel, der nordrhein-westfälische Minister für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz, sprach demgegenüber mehr über den großen energiepolitischen Rahmen und verwies darauf, dass „der beschlossene Atomausstieg einen Vorlauf von 20 Jahren benötigte, in denen die Erneuerbaren Energien entwickelt wurden". Ohne diese Vorlaufzeit, ohne die langjährigen Entwicklungsarbeiten im Solar- und Windsektor, sei die aktuell diskutierte Energiewende überhaupt nicht denkbar. Ähnlich ist es seinen Ausführungen zufolge bei der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik, die ebenfalls einen gewissen Vorlauf benötige, bevor eine Markteinführung erfolgen könne. Allerdings wies er darauf hin: „Wir können keine neuen Energien in alte Systeme integrieren." Die bestehenden zentralisierten Strukturen müssten demzufolge zunächst aufgebrochen werden, um Raum für Innovationen zu schaffen. Remmel sagte, die Technik sei fertig, aber die Rahmenbedingungen müssten noch angepasst werden. Er gab sich offen für neue Ideen, die Energiewirtschaft grundsätzlich umzugestalten, zeigte sich gleichzeitig aber auch skeptisch, ob dies mit der aktuellen Bundesregierung innerhalb der kommenden zwei bis drei Jahre realisierbar sei.

Dr. Klaus Bonhoff, der NOW-Geschäftsführer, gab in seinem Redebeitrag einen Überblick über den Mobilitätssektor und hob die aktuelle Richtlinie der Europäischen Union hervor, die kürzlich feststellte, dass der Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur nicht sich selbst überlassen werden dürfe, sondern von der öffentlichen Hand vorgenommen werden müsse. ||

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

ENERGIESPEICHERBRANCHE WÄCHST ZUSAMMEN

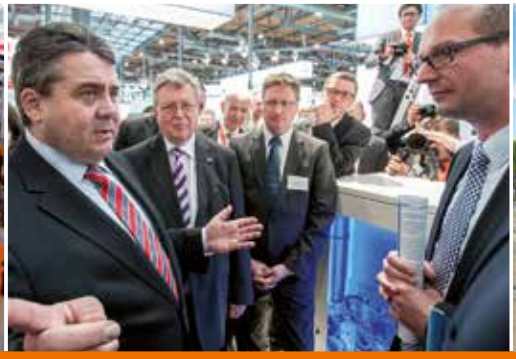
3. EnergyStorage in Düsseldorf

Reinhard, Messe Düsseldorf; Porzelius, OTTI; Scheer-Pontenagel, Eurosolar; Weber, Fraunhofer-ISE (v.l.)

Vom 25. bis 27. März 2017 hat in Düsseldorf die *3. EnergyStorage* stattgefunden. Rund 850 Teilnehmern aus 46 Ländern diskutierten auf der *International Conference and Exhibition for the Storage of Renewable Energies* über die neuen Entwicklungen im Speichersektor sowie die Energiewende. Parallel präsentierten fast 70 Aussteller ihre Produkte auf der begleitenden Messe.

Prof. Dr. Eicke R. Weber, Präsident des Bundesverbandes Energiespeicher (BVES), erklärte: „Der Energiespeichermarkt ist heute in derselben Situation wie die Photovoltaik vor zehn Jahren, nur muss die Entwicklung bei den Speichern wesentlich schneller vorangehen." Weiter sagte er: „Eine Energieversorgung, die zu 80 % aus erneuerbaren Energien gedeckt wird, kostet nicht mehr als die heutige Energieversorgung." Hildegard Müller, Vorsitzende der Hauptgeschäftsführung des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW), kritisierte die fehlende Koordination zwischen Bund und Ländern als einen wesentlichen Bremsklotz der Energiewende und forderte eine Befreiung der Stromspeicher von Netzverbrauchsabgaben. Weiter sprach sie sich für technologieoffene Forschungs- und Entwicklungsprogramme aus, um das Thema Energiespeicherung weiter voranzubringen.

Für das nächste Jahr kündigten die Organisatoren an, zukünftig die deutschen Speicheraktivitäten in Düsseldorf bündeln zu wollen (s. Foto). Die *Internationale Konferenz und Ausstellung zur Speicherung Erneuerbarer Energien (IRES)* von Eurosolar wie auch die *Power-to-Gas-Konferenz* von OTTI werden vom 9. bis 11. März 2015 gemeinsam mit der *EnergyStorage* stattfinden. Damit gedenken die Partner der besonderen Verdienste von Hermann Scheer, Gründer und ehemaliger Präsident von Eurosolar. Weber erklärte: „Hermann Scheer war einer der ersten Pioniere, der die Bedeutung der Speichertechnologie für das Energiesystem der Zukunft erkannt hat." ||



Europas größte Wasserstoff, Brennstoffzellen und Batterien Plattform

H2FC-FAIR.com

- 150 Aussteller aus 25 Ländern
- 5.000 m² Ausstellungsfläche
- 15.000 m² Ride+Drive Außenfläche
- 150 Interviews und Präsentationen

HANNOVER MESSE

HANNOVER MESSE 2015

April 13 –17, Hall 27, B66

hannovermesse.de

GROUPEXHIBIT
HYDROGEN
FUEL CELLS
BATTERIES

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

MEHR AUSSTELLER ALS JEMALS ZUVOR

Hannover Messe 2014

Abb. 1: Überblick über die internationale Group Exhibit Hydrogen – Fuel Cells – Batteries

Auf der Hannover Messe 2014 hat der *Gemeinschaftsstand Wasserstoff + Brennstoffzellen + Batterien* in diesem Jahr seinen 20. Geburtstag gefeiert. Aus diesem Anlass war auch der Gründer und langjährige Organisator Arno A. Evers nach vier Jahren der Abwesenheit wieder einmal auf der weltgrößten Industrieschau erschienen und erzählte Anekdoten aus der Vergangenheit. Nach zwei Dekaden Gemeinschaftsstand war die *„Group Exhibit Hydrogen – Fuel Cells – Batteries“* von Organisator Tobias Renz groß wie nie zuvor: Insgesamt tummelten sich dieses Mal 158 Institutionen aus 22 Ländern auf über 5.000 m². Den größten Teil bildete dabei der Energiespeichersektor.

Zahlreiche Elektrolyseurfirmen und Projektierer präsentierten vom 7. bis 11. April 2014 ihre Produkte und Vorhaben auf dem Hannoveraner Messegelände (s. auch S. 20). Bemerkenswert war darunter insbesondere die rasante bisherige Entwicklung von McPhy Energy: Das französische Unternehmen, das 2008 ursprünglich mit Metallhydridspeichern gestartet war, hat sich innerhalb weniger Jahre zu einem bedeutenden europäischen Player für wasserstoffbasierte Energiespeicherlösungen gemausert. Nachdem McPhy Energy bereits Anfang 2013 den italienischen Elektrolyse-Pionier Piel ins Unternehmen integrierte, übernahm es im September 2013 auch die Enertrag HyTec GmbH und weitete damit sein Betätigungsspektrum im Elektrolysesektor auf den Megawattbereich aus.

In Deutschland baut die Mannschaft des ehemaligen Siemens-Managers Roland Käppner derzeit ihren neuen Hauptsitz in Wildau südlich von Berlin auf. Von dort aus soll demnächst die Technologie, die auch im Hybridkraftwerk von Enertrag in Prenzlau eingesetzt wurde, in die chinesische Provinz Hebei exportiert werden. Mit im Boot bei diesem Mega-Deal (6-MW-Power-to-Gas-Anlage) ist auch der ehemalige Enertrag-Vorstand und heutige selbständige Berater sowie neuer DWV-Vorsitzender Werner Diwald (s. S. 6). Zudem ging McPhy Energy am 19. März 2014 erfolgreich an die Börse: Die angebotenen Anteile (Einstiegskurs: 8,25 Euro) waren 8,6fach überzeichnet. Als nächsten Schritt stellte Käppner in Hannover die Inbetriebnahme der neuen Betankungsanlage am geplanten Flughafen Berlin-Brandenburg in Aussicht (s. S. 40).

Energiespeicherung war aber auch bei den anderen Ausstellern ein zentrales Thema. Dies betraf nicht nur den Wasserstoffbereich, sondern auch den Bereich der Batterietechnik, da in diesem Jahr erstmals auch das Thema „Batterien“ mit in den Namen des Gemeinschaftsstandes aufgenommen wurde. So sagte Pascal Pewinski, Vertriebsleiter von CETH$_2$: „Es herrscht im Vergleich zum Vorjahr ein deutlich gesteigertes Interesse an Energiespeicherung.“ Zudem warben mehr Institutionen als jemals zuvor mit dem „Energiespeicher Wasserstoff“. Egal, ob man mit einem der vielen Elektrolyseurhersteller oder Besuchern sprach, egal, ob Politiker oder Journalisten, überall auf dem orangefarbenen Teppich drehte es sich um „Energiespeicherung“.

KAFFEE AUS DEM BZ-WÄGELI Die ersten Schritte in Richtung Markt unternahm in Hannover die Firma CEKAtek, die während der Messe beim Thema Brennstoffzellenkommerzialisierung mit ihrem brennstoffzellenbetriebenen Kaffeevollautomaten für einen der wenigen Lichtblicke sorgte. CEKAtek stellte einen Rollwagen der Schweizerischen Bundesbahn (SBB) vor, mit dem Cappuccino an Reisende ausgeschenkt wird. Diese sogenannten „Wägeli“ werden derzeit mit Brennstoffzellensystemen ausgestattet, um einen besseren Service für die Reisenden in Intercity-Zügen gewährleisten zu können. Erster Einsatzort für sieben Systeme, die mit Metallhydridspeichern von MaHyTec ausgestattet sind, ist seit dem 7. April 2014 die Strecke Zürich-Bern.

Abb. 2: Dieser rollende Kaffeeautomat kocht mit BZ-Strom.

Die Idee für diese Anwendung geht auf eine Entwicklung zurück, die ihre Anfänge vor rund elf Jahren an der Berner Fachhochschule hatte. Wissenschaftler des Paul Scherrer Instituts (PSI) sowie der ETH Zürich optimierten die Vorläuferversion gemeinsam, so dass jetzt ein autarkes Energieversorgungssystem für Minibars

Dr. Jochen Köckler, Mitglied des Vorstandes der Deutschen Messe AG, erklärte: „Die wichtigste Industriemesse der Welt zeigt Möglichkeiten auf, um Sonne und Wind zur treibenden Kraft der Fahrzeuge der Zukunft zu machen.“

bereitsteht, das ab sofort für 20.000 Schweizer Franken angeboten wird.

Mathilde Banoura von MaHyTec erklärte, die zuvor verwendeten Batteriesysteme hätten ähnliche Reichweitenprobleme wie die Elektroautos, auch wenn es in diesem Fall eher um die Menge des ausgeschenkten Kaffees geht und nicht um gefahrene Kilometer. Um die Anzahl der ausschenkbaren Kaffeetassen auf 120 zu erhöhen und damit den Service in der Bahn zu verbessern, lieferte das französische Speicherunternehmen 80 Metallhydridspeicher für die insgesamt 26 Minibars bis Ende 2013. Befüllt werden diese Tanks von Pangas, einem Tochterunternehmen von Linde, das dafür an einigen Bahnhöfen Tankvorrichtungen installiert hat.

RÜCKBLICK VOM GRÜNDER ARNO A. EVERS Ein Wiedersehen der besonderen Art gab es in diesem Jahr mit Arno A. Evers, dem Gründer des *Gemeinschaftsstandes Wasserstoff und Brennstoffzellen.* Evers, der in jungen Jahren unter anderem als Pressechef von Airbus aktiv war, legte vor 20 Jahren mit viel Weitblick den Grundstein für diesen internationalen Branchentreffpunkt, zu dem sich die jährliche Zusammenkunft im Laufe der Zeit entwickelt hat. Allen Unkenrufen zum Trotz organisierte er zunächst mit zehn Ausstellern einen ersten Messestand, bei dem es damals vorrangig um das Thema Wasserstofftechnologie ging. „Wir sind 1995 mit Wasserstoff angefangen, von Brennstoffzellen war damals noch keine Rede", erklärte Evers gegenüber *HZwei.*

Damals startete der Starnberger, der seit 1990 für die Deutsche Messe den *Treffpunkt Jugend* organisiert hatte, mit seinem Stand in der Halle 18. In dieser Halle ging es um „Forschung und Energie", und Evers verfügte über ein überschaubares Areal von gerade mal 350 m^2, auf dem unter anderem Firmen wie Daimler, BMW, MAN, Siemens und Tupolev ausstellten. Mit dabei war auch das Deutsche Institut für Luft- und Raumfahrt (DLR), welche das wasserstoffbetriebene Flugzeug *Cryoplane* präsentierte – allerdings nur im Modellmaßstab. Prominentester Gast war im ersten Jahr Hiltrud Schröder, damals Gattin des ehemaligen Bundeskanzlers Gerhard Schröder.

In den Folgejahren wurde der bereits im Wachsen begriffene Gemeinschaftsstand zweigeteilt („Forschung und Technologie" in Halle 18, „Energie" in Halle 8), und es kamen die ersten fünf Aussteller aus den USA. Der mittlerweile weißhaarige, aber immer noch agile Ex-Organisator erzählte: „Ich habe den Messeboden angemietet und dann veredelt mit meinem Package." Im Laufe der Jahre wanderte Evers mit Tobias Renz, seinem damaligen Projektmanager, dann zunächst in die Halle 13 und dann in die 27, während die Ausstellerzahlen weiter zunahmen. „Der Hype war im Jahr 2000", sagte Evers. Angesichts des immer näher rückenden Rentenalters wurde ihm aber das Risiko zu groß, weshalb er schließlich nach einem Ausstiegsszenario für sich suchte. Leicht wehmütig erläuterte der gebürtige Hamburger, der heute in Spanien lebt: „Ich habe damals mit meinem Privatvermögen gehaftet." Deswegen beschränkte er sich von 2007 bis 2010 darauf, weltweit Promotion für diese Veranstaltung zu machen.

Rückblickend sagte der gelernte Radartechniker und Elektromechaniker Evers: „Ich bin glücklich, dass es weiterläuft, auch wenn mein Slogan von damals ‚Go to where the market is!' leider immer noch nicht umgesetzt wurde." Auch Tobias Renz ließ beim *networking evening* auf seinem Stand die Gedanken schweifen und berichtete davon, wie er selbst früher noch für die Aussteller Brötchen geholt und diese auch selber geschmiert hat. Mit einem Schmunzeln fügte er hinzu, dass die Gäste mittlerweile von 50 adretten, freundlichen Hostessen bedient werden.

Abb. 3: Arno A. Evers berichtete stolz von den Anfängen 1995 auf der Hannover Messe.

AUFLADEN UND ENTSPANNEN Gleich angrenzend an den *Gemeinschaftsstand Wasserstoff + Brennstoffzellen + Batterien* befand sich ebenfalls in Halle 27 die MobiliTec – Leitmesse für hybride und elektrische Antriebstechnologien, die im Vergleich zu den Vorjahren sowohl bei der Anzahl der Aussteller als auch bei der Größe der Ausstellungsfläche nochmals zulegte. Dort erregte insbesondere die *Charge-Lounge* Aufmerksamkeit: Hierbei handelt es sich um eine Ladestation für Elektrofahrzeuge, die vom Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) und der Firma GreenIng entwickelt wurde. Diese einfach in Containerbauweise zu errichtende Lade-Oase soll das Aufladen insbesondere bei Langstreckenfahrten bequemer gestalten, indem für die E-Autos drei AC/DC-Multilader für verschiedene Steckersysteme (CCS, CHAdeMO, Tesla und Typ 2) zur Verfügung stehen und die Fahrer zeitgleich in einer Lounge mit freiem WLAN-Anschluss und Getränken entspannen können. Eine große Pufferbatterie ermöglicht, dass zeitgleich drei Autos schnellgeladen werden können. Die ersten zehn *ChargeLounge*-Exemplare werden derzeit aufgebaut und sollen noch 2014 an den Autobahnen A8 und A9 getestet werden. Bis 2016 könnten 70 dieser 250.000 Euro teuren Ladestationen im deutschsprachigen Raum in Betrieb gehen.

Vom benachbarten Gemeinschaftsstand des Bundeslandes Nordrhein-Westfalen kam die Meldung, dass der belgische Bushersteller Van Hool NV während der Messe *HyCologne* beigetreten ist. Das Firmennetzwerk mit Sitz in Hürth, dem bisher 24 Unternehmen und Organisationen angehörten, arbeitet bereits seit längerem eng mit den ans Rheinland angrenzenden Ländern zusammen – insbesondere mit der Initiative *WaterstofNet* (Wasserstoff-Regionen Flandern, Süd-Niederlande), so dass der Vorsitzende Dr. Albrecht Möllmann erklärte: „Gerade in diesen Zeiten wird uns vor Augen geführt, wie wichtig es ist, gemeinsam europäische Ziele zu verfolgen." Boris Jermer, Projektleiter bei HyCologne, kündigte an, dass in der Region Köln noch im Mai dieses Jahres zwei neue Busse von Van Hool, die mit einer Brennstoffzelleneinheit von Ballard Power Systems – der *HD6+ Fuel Cell* – ausgestattet sind, in Betrieb gehen werden (s. S. 44). ||

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

MARKTEINTRITT STARTET

Die ersten BZ-Heizgeräte sind reif für den Markt

Auf dem Gemeinschaftsstand der *Initiative Brennstoffzelle (IBZ)* machten die acht ausstellenden Heizgerätehersteller während der diesjährigen Hannover Messe Werbung für ihre neuen Mikro-KWK-Systeme, die teils schon heute verfügbar sind, teils im Jahr 2015 beziehungsweise 2016 in den Markt eingeführt werden sollen. Gleichzeitig betrieben sie emsig Lobbyarbeit, damit stationäre Brennstoffzellen bei den Haushaltsgesprächen der Bundesregierung sowie bei der Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes, des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes und des Energiewirtschaftsgesetzes entsprechende Berücksichtigung finden.

Kein anderer Stand auf dem *Gemeinschaftsstand Wasserstoff + Brennstoffzellen + Batterien* wurde derart häufig von den in Hannover anwesenden Politikern besucht wie die Ausstellungsfläche der IBZ. Dabei dürfte der Besuch von Sigmar Gabriel, dem Bundesminister für Wirtschaft und Energie, unter den vielen Politgesprächen mit Ministerpräsidenten und Staatssekretären am wichtigsten gewesen sein. In diesem etwa zehnminütigen Dialog zwischen Minister und Verbandsvertretern ging es insbesondere um die konkreten Maßnahmen, die im Rahmen der neuen Energiegesetze vorgenommen werden sollen. Im Mittelpunkt stand hier die Festlegung der Bagatellgrenze im KWK-Gesetz, die nach Ansicht von Dr. Manfred Stefener, dem Vorsitzenden der VDMA AG Brennstoffzellen und Geschäftsführer der Elcore GmbH, und Andreas Ballhausen, dem IBZ-Sprecher (s. Abb. 1, 2.v.r.), für BZ-Heizgeräte angehoben werden sollte. Allerdings zeigte sich Gabriel speziell in diesem Punkt zunächst wenig gesprächsbereit, während er bei anderen Themen durchaus Diskussionsbereitschaft erkennen ließ (s. auch Interview S. 34).

Abb. 1: Sigmar Gabriel (2.v.l.) stellte klar, was er über die Ideen von IBZ und VDMA denkt.

Insgesamt versuchten die Industrievertreter ein sehr positives Bild der bisherigen Entwicklungsfortschritte zu zeichnen. Dass bisher weit weniger BZ-Heizgeräte als ursprünglich geplant im Innovationsprogramm *Callux* installiert worden sind, wurde hingegen selten thematisiert. So erklärte Manfred Stefener: „NIP war und ist ein sehr erfolgreiches Programm. […] Die Brennstoffzellentechnologie steht auf dem Sprung zur Serienfertigung." Weiter hieß es vom Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA), bis 2020 strebe die Industrie

Abb. 2: Manfred Stefener und Johannes Schiel (r.) in Hannover

die Serienfertigung von mehreren hunderttausend Systemen in Deutschland an. „So werden Brennstoffzellen zu einer tragenden und wettbewerbsfähigen Säule der Energiewende 2.0 in Deutschland", bekräftigte Stefener. Dafür seien allerdings verlässliche Rahmenbedingungen die Voraussetzung, hieß es weiter seitens des VDMA. Johannes Schiel, Geschäftsführer VDMA Brennstoffzellen, sagte: „Wir benötigen Kontinuität und Planungssicherheit." Seitens der AG Brennstoffzelle betonte man: „Die Industrie steht bereit, ihren Eigenanteil für die nächsten zehn Jahre gegenüber dem laufenden NIP auf mindestens zwei Milliarden Euro zu verdreifachen."

Erik Schumacher, der NOW-Programmleiter für den Bereich Stationäre Brennstoffzellen, untermauerte indessen, dass die stationären Brennstoffzellen auch nach 2016 auf staatliche Unterstützung hoffen dürfen, indem er bestätigte: „Es wird eine Fortsetzung des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie geben." ||

KOMMENTAR

Betrachtet man die aktuelle Diskussion um die Förderpolitik, stellt sich unweigerlich die Frage, was denn aus den Fehlern der Vergangenheit gelernt wurde. So war beim Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) eine zentrale Problematik, dass die Installation und damit auch die Produktion zahlreicher chinesischer Photovoltaikmodule über die Einspeisegarantie in der Bundesrepublik mit deutschen Steuergeldern gefördert wurde, während zeitgleich hiesige PV-Firmen Insolvenz anmelden mussten. In dem neuen Sektor der Brennstoffzellenheizgeräte zeichnet sich derzeit ein ähnlicher Verlauf ab: Nachdem jahrelang viel Geld in die Entwicklung von stationären BZ-Aggregaten und in das deutsche Innovationsprogramm *Callux* sowie das europäische Demonstrationsprogramm *ene.field* gesteckt wurde, überlassen immer mehr deutsche Firmen die Brennstoffzellenseite den japanischen Partnerunternehmen (s. S. 13), während sich Vaillant, Viessmann und Co. auf ihre Kernkompetenz, die Heiztechnik, konzentrieren. Auf diese Weise profitieren zwar die deutschen Heizgerätehersteller vom Know-how der Japaner. Andererseits ebnen die hiesigen Firmen damit aber ihren asiatischen Partnern den Weg zur Erreichung

BRENNSTOFFZELLEN HABEN ZUKUNFT

„Die Brennstoffzelle zur Strom- und Wärmeerzeugung im Ein- und Mehrfamilienhausbereich hat Zukunft." So resümierten die Organisatoren des 8. *BDB-Bosch-Junkers-Forums,* das am 23. April 2014 in Essen abgehalten wurde. Rund 100 Teilnehmer aus der Energiewirtschaft hatten sich dort unter dem Motto „Energiewende reloaded" am Rande der Heiztechnikmesse SHK getroffen und darüber diskutiert, welche Impulse der Energiewende den nötigen Schwung geben könnten. Andreas Rembold vom Mitveranstalter Junkers sagte dazu: „Die Brennstoffzellentechnologie passt zum Trend der modernen Energieerzeugung." ||

BZ-KRAFTWERK FÜR AMELAND

Ceramic Fuel Cells hat damit begonnen, 45 Brennstoffzellenheizgeräte für die Errichtung eines virtuellen Kraftwerks auf der Nordseeinsel Ameland zu produzieren. Der niederländische Projektentwickler Republic Power erhofft sich von der Installation, dass Ameland dank dieser sowie weiterer Maßnahmen (z. B. einer 6-MW-PV-Anlage) bis 2020 CO_2-neutral wird. CFC-Geschäftsführer Frank Obernitz erklärte: „Die im Rahmen virtueller Kraftwerksnetze installierte Technologie ist ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg hin zu höherer Energieeffizienz, sauberer Energie und damit einer erfolgreichen Energiewende." Wie das deutsch-australische Unternehmen meldete, sollen zehn weitere *BlueGEN*-Aggregate nach England geliefert werden. ||

NEUE LANDESFÖRDERUNG

Während des *Deutschen Wasserstoff Congresses* am 22./23. Mai 2014 kündigte Stefan Gloger vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg an, dass sein Bundesland voraussichtlich im Juni 2014 das Förderprogramm „Wärmewende im Heizungskeller" starten werde. Dieses Programm soll die Installation hocheffizienter Brennstoffzellenheizgeräte bei Endkunden mit 1 Mio. Euro unterstützen. Nach Aussage Glogers ist es als landesweite Zwischenlösung konzipiert, um die Zeit zu überbrücken, bis eine bundesweite Förderung in Angriff genommen wird. ||

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

DER PREISDRUCK STEIGT

Baxi Innotech kooperiert mit Toshiba

Nach mehreren Wochen der Unklarheit, wie die Zukunft von Baxi Innotech aussieht (s. HZwei-Heft April 2014), meldete der Hamburger Entwickler von Brennstoffzellenheizgeräten am 23. April 2014, dass die BZ-Technik fortan von der Toshiba Fuel Cell Power Systems Corporation (TFCP) beigesteuert wird. In der nächsten Gerätegeneration der *Gamma Premio* wird somit nicht mehr auf die Stacks von Ballard zurückgegriffen, sondern auf japanische Systeme. Sten Daugaard, der neue Geschäftsführer von Baxi Innotech, erklärte dazu: „Bei der Überprüfung unserer Strategie zur Vermarktung von Brennstoffzellenheizgeräten stellten wir fest, dass wir einen Partner finden mussten, der unser Wissen und unsere Führungsrolle beim Vertrieb von KWK-Systemen in Europa ergänzen würde."

Abb. 1: Dörte Borchers arbeitet jetzt für das Schwesterunternehmen Senertec [Foto: Tobias Renz FAIR]

Gemäß dem im Frühjahr geschlossenen Kooperations- und Liefervertrag zwischen Baxi und Toshiba soll bis 2015 ein serienreifes Heizungssystem für Einfamilienhäuser entwickelt werden. Auf der *Weltleitmesse Erlebniswelt Bad, Gebäude-, Energie-, Klimatechnik, Erneuerbare Energien* (ISH) im nächsten März in Frankfurt soll eine marktfähige Anlage präsentiert werden, damit dann die Vermarktung europaweit vorangetrieben werden kann. Dörte Borchers, die als letzte Mitarbeiterin des ehemaligen Vertriebs-Teams bei Baxi Innotech übrig geblieben ist, bestätigte gegenüber *HZwei,* dass die Toshiba-Technik jetzt gemäß den europäischen Standards ausgelegt wird, damit die Brennstoffzelleneinheit dann an das Heizgerät, das Hydraulikmodul sowie den Speicher angepasst werden kann.

Toshiba hat in den vergangenen Jahren rund 35.000 Anlagen seiner PEM-Brennstoffzellen-Systeme auf dem japanischen Markt installiert und erhofft sich als international agierendes Unternehmen nun einen Zugang zum europäischen Markt. Dies sei nach Aussage von Yukihiro Sumiyoshi, dem TCFP-Präsidenten und -Vorstandsvorsitzenden, wichtig, „da sich die technischen und sicherheitsrelevanten Kriterien in beiden Märkten wesentlich unterscheiden".

Auf Nachfrage von *HZwei* sagte Borchers: „Wir hätten das mit diesem Gerät hingekriegt, aber wir hätten mehr Zeit gebraucht." Gleichzeitig bekräftigte sie, dass das Unternehmen „nach wie vor an die Niedertemperatur-PEM glaubt", dass aber seit einiger Zeit „der Preisdruck steigt". Dazu erklärte sie: „Das können wir mit den jetzigen Zulieferern nicht mehr leisten." Eine Umorientierung ist daher unausweichlich gewesen, da der Mutterkonzern keine weiteren Investitionen mehr tätigen wollte. Borchers kümmert sich zwar noch weiterhin um die Geräte, die in den Programmen *Callux* und *ene.field* im Feld erprobt werden, der gesamte Vertrieb sowie die Produktion in Hamburg wurden jedoch beendet. ||

ÜBERSICHT DER IM DEUTSCHSPRACHIGEN RAUM IN ENTWICKLUNG BEFINDLICHEN BZ-HEIZGERÄTE

HERSTELLER	BAXI INNOTECH	BUDERUS	CERAMIC FUEL CELLS
TYP	NT-PEM	SOFC	SOFC
LEISTUNG (EL/TH)	1,0/1,87 kW	0,7/0,7 kW	1,5/0,61 kW
THERMISCHE LEISTUNG DES ZUSATZBRENNERS	3,5-20 kW	14 bzw. 24 kW	extern, individuell wählbar
SPEICHER	extern, individuell wählbar	Warmwasserspeicher 75 l, Pufferspeicher 150 l	extern, individuell wählbar
ELEKTRISCHER WIRKUNGSGRAD	34 %	45 %	bis zu 60 %
GESAMTWIRKUNGSGRAD	96 %	90 %	bis zu 85 %
ABMESSUNGEN IN MM	600 x 600 x 1515	600 x 1200 x 1800	660 x 600 x 1100
GEWICHT IN KG	ca. 200	280 (SOFC-Modul 115) (Gas-Brennwertmodul 45) (Pufferspeicher 80) (Trinkwasserspeicher 40) ene.field (EU)	ca. 200
FELDTESTS, KOOPERATIONEN, DEMONSTRATIONSPROJEKTE	Callux (DE), ene.field (EU), eigene Feldtests mit Energieversorgern	ene.field (EU)	verschiedene Kunden z. B. aus der Energiewirtschaft, Kooperation mit Gas- und Wärme-Institut Essen (InnovationCity Ruhr) und Gasversorgern
MARKTEINFÜHRUNG	2015	2016	2012

Quelle: Initiative Brennstoffzelle (IBZ)

ELCORE	HEXIS	JUNKERS	VAILLANT	VIESSMANN
HT-PEM	SOFC	SOFC	SOFC	NT-PEM
0,3/0,6 kW	1,0/1,8 kW	0,7/0,7 kW	1,0/1,4 kW	0,75/1 kW
extern, individuell wählbar	7-21 kW	13,3 bzw. 23 kW	5,8-27 kW	5,5-19 kW
extern, individuell wählbar	extern, individuell wählbar	Warmwasserspeicher 75 l, Pufferspeicher 150 l	extern, individuell wählbar	Warmwasserspeicher 46 l, Pufferspeicher 170 l
33 %	30-35 %	45 %	38 %	37 %
98 %	95 %	90 %	90 %	90 %
500 x 500 x 900	580 x 620 x 1650	600 x 1200 x 1800	600 x 625 x 986	1085 x 600 x 1998
85	210	220	160	290 (Brennstoffzellenmodul 125) (Spitzenlastmodul 165)
ene.field (EU), verschiedene Partner aus der Energiewirtschaft und dem Hausbau	Callux (DE), Pharos (CH), ene.field (EU)	ene.field (EU)	Feldtest in Callux (DE), Kleinserie in ene.field (EU)	Januar 2013 Pretest; Juli 2013 bis März 2014 großer Feldtest
2014	Ende 2013	2016	2016/2017	April 2014

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

(FAST) AUTARKE ENERGIEVERSORGUNG

Ein Selbstversuch bei Familie Wünning

Im Haus von Dr.-Ing. Joachim G. Wünning steht eines dieser autarken Energieversorgungssysteme, nach denen energiebewusste Hausbesitzer schon seit Jahren Ausschau halten. Hier in dem grün-blauen Altbau mitten in Leonberger Ortsteil Silberberg hat der Geschäftsführer und Eigner der WS Wärmeprozesstechnik GmbH eine stromgeführte Mikro-KWK-Anlage eingebaut, die rund drei Viertel des gesamten Energiebedarfs mit Hilfe von Erdgas sicherstellt. Anders als bei anderen vergleichbaren Systemen wird hier allerdings kein Strom in öffentliche Netz eingespeist, es wird keine Vergütung über EEG oder KWK-Gesetz kassiert. Stattdessen arbeiten Brennstoffzelle und Gasreformer weitestgehend autark und ermöglichen trotz der Neuanschaffung eines Elektroautos eine Reduzierung des Gesamtenergiebedarfs der ganzen Familie.

Das kleine Einfamilienhaus der Familie Wünning liegt umgeben von hohen Bäumen beschaulich direkt am Leonberger S-Bahnhof. Trotz seiner auffälligen Farbe wirkt es wie ein ganz normales schwäbisches Häusle aus dem Jahr 1910, abgesehen davon, dass ausgerechnet hier, unweit der Daimler-Hochburg Stuttgart, ein nagelneues Elektroauto eines bayerischen Mitbewerbers vor der Garage steht.

Abb. 2: Das OpenE-System wird vor Ort und auch von der Firma aus per Computer überwacht.

Bei einem Besuch wird jedoch schnell klar, dass es hier noch weit mehr Besonderheiten als nur diesen weißen BMW *i3* gibt. Und zwar verfügen die Wünnings in ihrem Heizungskeller über eine Installation, die einmalig sein dürfte in ganz Deutschland. Zwar ist ähnlich wie in vielen Nachbarhäusern auch eine Gastherme vorzufinden, aber daneben reihen sich an der Kellerwand einige Aggregate aneinander, die bisher nirgendwo anders zu finden sein dürften.

NEUSTE TECHNIK IM ALTEN KELLER Gleich neben dem konventionellen Warmwasserspeicher steht ein zweiter, sehr viel größerer thermischer Schichtenspeicher in der Kellerecke. Dieser fasst 500 Liter und wird gespeist von der Mikro-KWK-Anlage, die gleich rechts daneben steht: einem Brennstoffzellensystem aus Wünnings zweiter Firma, der WS Reformer GmbH. Dieses 1 kW_{el} leistende Heizgerät ist an die örtliche Gasversorgung angeschlossen und verfügt über einen von genau den FLOX®-Gasreformern, auf die die WS Reformer seit der Firmengründung 2003 spezialisiert ist. Dieser Reformer macht aus Erdgas Wasserstoff, der dann intern in die Niedertemperatur-PEM-Brennstoffzelle geleitet wird, damit dort Strom und Wärme erzeugt werden können.

Den auf diese Weise vergleichsweise effizient erzeugten Strom speichert der Hausbesitzer in den acht Akkumulatoren, die an der rechten Kellerwand über- und nebeneinander installiert sind. Diese Bleiakkus dienen als Zwischenspeicher, damit der Großteil des Eigenstrombedarfs über das eigene Versorgungssystem abgedeckt werden kann: Wird in der Küche der Geschirrspüler angeschaltet, dann kommt der dafür benötigte Strom also nicht aus dem öffentlichen Netz, sondern aus dem eigenen Keller, wo er über die Brennstoffzelle erzeugt wurde. „Ich mache aus Erdgas ein Drittel Strom und zwei Drittel Wärme“, rechnet der Maschinenbau-Ingenieur vor.

STROM AUS DER BRENNSTOFFZELLE Angesichts dieser Installation stellt sich natürlich die Frage, warum die schwäbische Familie einen solch großen Aufwand betreibt und ein eigenes Energieversorgungssystem eingebaut hat. Die Antwort ist ganz einfach: Wünning will testen, ob sein Erdgasreformer und sein Brennstoffzellensystem auch tatsächlich das halten, was er sich davon verspricht.

Der technische Geschäftsführer, der die Firmenführung der WS Wärmeprozesstechnik GmbH vor einigen Jahren von seinem Vater übernommen hat, installierte die gesamte Anlage 2013 in seinem Keller, weil er die Einzelkomponenten für technisch ausgereift hielt und einen realistischen Test unter Alltagsbedingungen machen wollte. Bereut hat er diese Entscheidung bis heute nicht: Das System läuft zuverlässig und erfüllt seinen Zweck. Es sichert zu 75 Prozent die Gesamtenergieversorgung des Einfamilienhauses. Die restliche Energie kommt aus dem Stromnetz.

Joachim G. Wünning ist dementsprechend zufrieden mit seiner Installation und erklärt: „Die Brennstoffzelle läuft nur, wenn Bedarf besteht.“ Dadurch muss sie nicht dauerhaft im Stand-by-Betrieb agieren, was nur unnötig die Zahl der Betriebsstunden ansteigen lassen würde. Nur wenn der Ladezustand der Bleiakkus unter ein vorgegebenes Maß sinkt, springt die Brennstoffzelle an, um den Speicher wieder aufzuladen (bislang 4.216

Abb. 3: Akku-Rack mit den drei darüber befindlichen Wechselrichtern

Betriebsstunden). „Im Haus merkt man davon überhaupt nichts“, freut sich der Chef des Familienunternehmens und erläutert: „Die Akkus verfügen über 16 Kilowattstunden elektrisch, wovon 8 kWh nutzbar sind.“

Zusätzlich speist auch noch eine auf dem Nebengebäude installierte Photovoltaikanlage (2 kW_{peak}) Strom in die Akkus ein. Diese PV-Module könnten zwar grundsätzlich im Sommer die Brennstoffzelle ersetzen, allerdings sind sie nicht für den Betrieb optimiert und bringen aufgrund der teilweisen Verschattung durch die großen Bäume gerade mal vier Kilowattstunden am Tag.

Die von der WS-Flox-micropower erzeugte Wärme (1,6 kW_{therm}) wird in den thermischen Speicher geleitet, der wiederum die Fußbodenheizung speist. Allerdings „läuft die Brennstoffzelle nicht, wenn der thermische Speicher voll ist“. Für den Ausnahmefall, dass Strom benötigt wird, aber kein Wärmebedarf besteht (z. B. im Sommer), hat Wünning den Heizkörper eines benachbarten Kellerraums an die Brennstoffzelle angeschlossen. Somit fungiert dieser quasi als Notfall-Wärmetauscher.

ENERGIEEINSPARUNG – KEINE VÖLLIGE AUTARKIE Die gesamte Installation hat dazu geführt, dass sich der Strombezug aus dem Netz (ehemals 5.000 kWh) innerhalb der vergangenen Monate mehr als halbiert hat, obwohl der BMW *i3* im Januar 2014 neu hinzugekommen ist. „Der Strom für das Elektroauto kommt rein aus der Brennstoffzelle“, berichtet Wünning, der den Kleinwagen bewusst als Erstwagen nutzt – beispielsweise für die täglichen Fahrten in die nahegelegene Firma. Seinen etwas größer dimensionierten Zweitwagen benötigt er indessen kaum noch.

Auf die Frage, warum er denn nicht komplett autark lebt, sondern „nur“ 75 bis 80 Prozent des Stroms selbst erzeugt, antwortete der Ingenieur: „Die letzten Prozentpunkte wären mühsam. Dafür müsste alles noch größer dimensioniert werden: die Brennstoffzelle, die Wechselrichter, der thermische Speicher. Mein Ziel war aber die Energieeinsparung, nicht völlige Autarkie.“ Dieses Ziel hat er auf jeden Fall erreicht – und das zu akzeptablen Kosten von schätzungsweise 80.000 Euro für das Gesamtsystem inklusive Auto.

Vergleichsweise teuer bei der gesamten Anlage waren die drei einzelnen einphasigen Wechselrichter. „Leider gibt es bislang keine kostengünstige Lösung eines einzelnen dreiphasigen Wechselrichters am Markt zu kaufen“, begründet dies Wünning. Relativ günstig waren demgegenüber die Akkus. Weil bei stationären Anlagen das Gewicht keine Rolle spielt, kamen ganz bewusst Bleiakkus zum Einsatz, zumal „die nur einen Bruchteil des Preises modernerer Akkus kosten“. Der Brennstoffzellen-Stack kommt von Ballard. Die Technik drum herum haben die Ingenieure selber zusammengebaut.

KLEINSERIE MIT ZEHN SYSTEMEN Ein ähnliches 10-kW-System hat Wünning mittlerweile auch in seiner Firma in Renningen installiert. Diese mit einem Gasreformer *WS Flox FPM C10* ausgestattete Anlage versorgt jetzt eine der insgesamt fünf Betriebshallen mit Strom. Die dafür benötigten Teststände, an denen die Einzelkomponenten zuvor erprobt werden konnten, baute sich das Team von Dr. Hans-Peter Schmid, dem operativen Geschäftsführer von WS Reformer, selber. Weil dies günstiger sei und die Komponenten zudem besser an die eigenen Bedürfnisse angepasst werden konnten, erklärt Schmid.

Als nächstes Ziel hat sich der Firmeninhaber gesetzt, „so etwas an den Kunden zu bringen“. Dafür hat die sieben Mitarbeiter beschäftigende WS Reformer GmbH eine Kleinserie von zehn Systemen fertig produziert. Hans-Peter Schmid berichtet: „Wir haben uns einfach einen internen Auftrag gegeben.“ Diese Module sollen jetzt an den Mann gebracht werden. Das erste dieser zehn 1-kW-Systeme wird derzeit final getestet, damit es in Kürze bei einem Mitarbeiter im Neubau installiert werden kann.

Außerdem arbeitet das schwäbische Unternehmen unter anderem mit der inhouse engineering GmbH zusammen, die gemeinsam mit der Riesaer Brennstoffzellentechnik GmbH an der *inhouse5000+* arbeitet und einige dieser 5-kW-Heizgeräte derzeit im europäischen *ene.field*-Programm erprobt. Die Reformer für diese Aggregate kommen aus Renningen. ||

Abb. 4: H.-P. Schmid (re.) in „seinem Reich“

OpenE

Dr. Joachim G. Wünning hat ein eigenes Energiekonzept für seine Installation erschaffen, das er *OpenE* nennt. *OpenE* steht für ein dezentrales und effizientes Energiesystem, das offen ist für andere Technologien und Komponenten jeder Art. Im Mittelpunkt stehen dabei eine weitestgehend autarke Stromerzeugung im eigenen Haus ohne Einspeisung ins Stromnetz sowie eine nachhaltige Verknüpfung verschiedener Energietechniken unter Einbeziehung der Elektromobilität.

Die rund 100 Mitarbeiter beschäftigende WS Wärmeprozesstechnik GmbH verdient ihr Geld mit Gasbrennern unter anderem für Stahlöfen. Diese Gasbrenner basieren auf dem FLOX®-Verbrennungsverfahren, das der mittlerweile 83-jährige Firmengründer Dr. Joachim A. Wünning erfunden hat und für das er und sein Sohn 2011 mit dem *Deutschen Umweltpreis* ausgezeichnet wurden.

Thema: Energiespeicherung | **Autor:** Franz Lehner

ELEKTROLYSE ALS ECKPFEILER DES ENERGIESYSTEMS

FCH-JU-Studie über Entwicklungspotenziale und Wasserstoffkosten

Abb. 1: Anwendungen für Mobilität, Netzdienstleistungen und Energiespeicherung werden nicht getrennt voneinander gesehen.

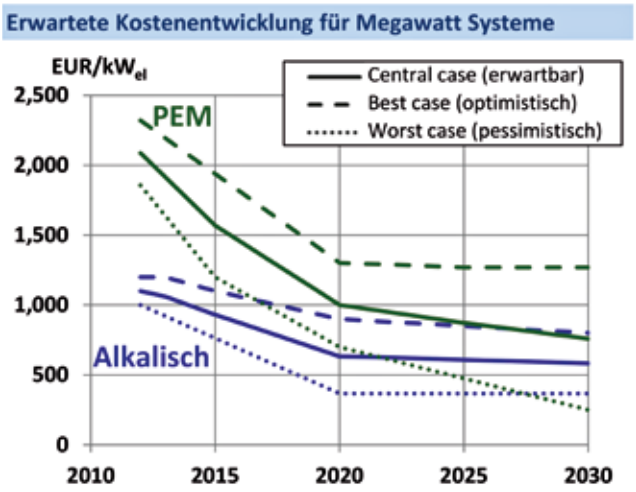


Abb. 2: Kostenreduktionserwartungen bei Megawatt-Elektrolysesystemen

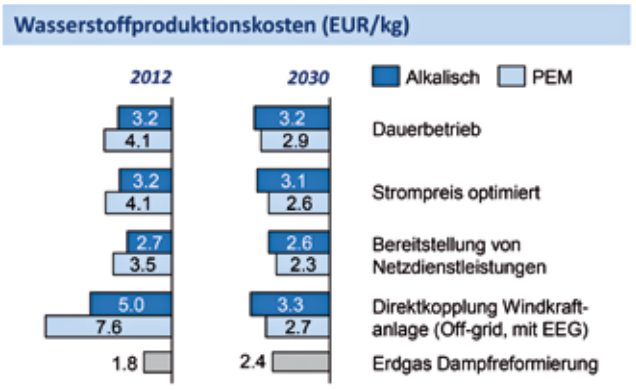


Abb. 3: Modellierte Wasserstoffproduktionskosten in Deutschland (optimistische Technologienentwicklung)

Die Elektrolyse von Wasser spielt in fast allen Szenarien zur breiten Nutzung von Wasserstoff als Energieträger eine Schlüsselrolle. Erneuerbar erzeugter Strom kann durch sie gespeichert werden und für Mobilität, Wärmeerzeugung oder als industrieller Grundstoff genutzt werden. Eine Studie [1] unter Leitung des Beratungsunternehmens E4tech für das europäische *Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking* (FCH-JU) hat die technologische Entwicklung und die Rahmenbedingungen untersucht, welche erforderlich sind, damit die Elektrolyse diese Schlüsselrolle einnehmen kann. In dieser Studie, die in Zusammenarbeit mit Element Energy entstanden ist, wurden Wasserstoffkosten in verschiedensten Anwendungsfällen modelliert und darauf aufbauend Prioritäten für Forschung, Entwicklung und Demonstrationsprojekte für den Zeitraum von 2014 bis 2020 erarbeitet. Außerdem wurde eine Elektrolyse-Roadmap abgesteckt, die auf den Einschätzungen der konsultierten Akteure basiert (siehe Abb. 1).

Wasserelektrolyse (im Folgenden einfach *Elektrolyse*) wird bereits seit mehr als einem Jahrhundert zur industriellen Wasserstoffproduktion eingesetzt, wobei heute kostengünstigere Methoden wie die Dampfreformierung von Erdgas dominieren. Die Energiewende hat die Elektrolyse nun wieder ganz nach oben auf die Agenda befördert. Als Bindeglieder zwischen Strom- und Gasnetzen werden Elektrolyseure mittlerweile in Demonstrationsprojekten getestet, aber trotzdem besteht noch eine große Unsicherheit, welche Anwendungsfälle am ehesten wirtschaftlich werden beziehungsweise welche Rahmenbedingungen dazu notwendig sind.

HINTERGRUND UND METHODIK Für die vorliegende Studie wurden Einschätzungen zum technischen Entwicklungspotenzial und zu möglichen Kostenreduktionen aus der Literatur, von Elektrolyseurherstellern und von Wissenschaftlern zusammengetragen. Die gesammelten Daten wurden mit den Experten der Projektbegleitgruppe validiert und in optimistische *(best case)*, erwartbare *(central case)* und konservative *(worst case)* Trends gruppiert (s. Abb. 2).

Die erwarteten Trends bei den verschiedenen technischen und wirtschaftlichen Kennzahlen wurden anschließend als Input bei der Kostenmodellierung genutzt. Die untersuchten Anwendungsfälle reichen von Wasserstofftankstellen über industrielle Wasserstofferzeugung bis hin zu großtechnischer Energiespeicherung mit Rückverstromung in Gasturbinen. Zudem sind in die Analyse derzeitige regulatorische Rahmenbedingungen mehrerer europäischer Staaten sowie einschlägige Prognosen zu zukünftigen Erdgas-, Strom- und CO_2-Preisen eingeflossen.

Die Wirtschaftlichkeit des mit Elektrolyse erzeugten Wasserstoffs wurde für jeden Anwendungsfall mit Wasserstoff aus Erdgas-Dampfreformierung (SMR) verglichen. Kostenvorteile bei der Logistik (dezentral vs. zentral) wurden ebenfalls berücksichtigt. Zusätzlich wurden Wertschöpfungsmöglichkeiten einbezogen, die sich aus dem Anbieten von Netzdienstleistungen (Regelenergie) ergeben.

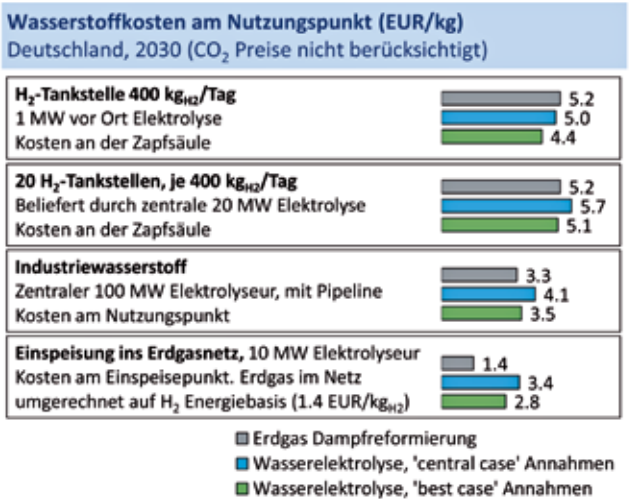


Abb. 4: Modellierte Wasserstoffkosten am Nutzungspunkt für ausgewählte Anwendungsfälle (Deutschland, 2030)

ERGEBNISSE DER MODELLIERUNG In allen untersuchten Anwendungsfällen hat sich gezeigt, dass günstig verfügbarer Strom essentiell ist, um Elektrolyse gegenüber der Dampfreformierung von Erdgas wettbewerbsfähig zu machen. Dies ändert sich auch nicht, wenn die optimistischsten Prognosen für Anschaffungs- und Instandhaltungskosten, Wirkungsgrad und Lebensdauer der Anlagen eintreten. Elektrolyse von Netzentgelten, Steuern und weiteren Abgaben zu befreien, wie dies derzeit zum Teil in Deutschland geschieht, kann daher ein Ansatz sein, der Elektrolyse zum Durchbruch zu verhelfen. Setzt man solche günstigen Rahmenbedingungen voraus, so könnte die Elektrolyse bis 2030 direkt konkurrenzfähig mit Erdgas-Dampfreformierung werden (s. Abb. 3). Dies ginge allerdings nur bei einer sehr optimistischen Technologie- und Systemkostenentwicklung *(best case)* sowie unter Anrechnung der Einnahmen aus der Bereitstellung von Netzdienstleistungen.

Für dezentrale Wasserstofftankstellen kann die Elektrolyse am ehesten eine wirtschaftliche Methode darstellen, da hier deutliche Vorteile bei den Logistikkosten gegenüber angeliefertem Wasserstoff bestehen (s. Abb. 4). Elektrolyse zur Speicherung von Strom und anschließender Rückverstromung mittels Gasturbinen und Einspeisung ins Stromnetz wird dagegen auf absehbare Zeit unwirtschaftlich bleiben, selbst wenn sehr volatile Strompreise angenommen werden.

Obwohl eine Rolle als klassischer Energiespeicher unter den angenommenen Rahmenbedingungen eher unwahrscheinlich ist, kann die Elektrolyse durchaus wichtige Netzdienstleistungen zur Verfügung stellen. Elektrolyseure an Wasserstofftankstellen können bei Engpässen im Netz heruntergefahren werden, während sie bei Überangebot an Strom in Volllast betrieben werden. Im Modell hat sich gezeigt, dass Einnahmen aus diesen Dienstleistungen für die Wirtschaftlichkeit der Anlagen oft entscheidend sind.

Der Mobilitätsbereich könnte sich zum Zugpferd entwickeln, Serienfertigung und Kostenreduzierungen vorantreiben und dadurch längerfristig auch weitere Nutzungsarten (z. B. Industriewasserstoff) attraktiv machen. Hohe CO_2-Preise oder andere Anreize für „grünen" Wasserstoff können die Entwicklung zusätzlich beschleunigen.

TECHNISCHER ENTWICKLUNGSBEDARF Alkalische Elektrolyseure sind heute die am meisten ausgereifte Technologie, gefolgt von Protonen-Austausch-Membran-(PEM)-Elektrolyseuren. Weitere Technologien sind die Anionen-Austausch-Membran (AEM) und die Festoxid-Elektrolyseure. Die Besonderheit bei den Festoxidsystemen ist die hohe Temperatur (etwa 500 bis 850 °C), die es erlaubt, einen Teil der benötigten Energie in Form von (günstiger) Wärme, die beispielsweise bei Industrieprozessen anfällt, zuzuführen. Damit könnte der spezifische Stromverbrauch gegenüber den klassischen Technologien reduziert werden. Allerdings befindet sich die Hochtemperaturelektrolyse noch in den Kinderschuhen, und schnelle Materialalterung führt bislang zu einer sehr eingeschränkten Stack-Lebensdauer.

Heute verfügbare alkalische und PEM-Systeme sind je nach Anwendungsfall zum Beispiel auf hohen Wirkungsgrad (geringe Stromkosten), lange Lebensdauer, geringe Instandhaltung oder geringe Anschaffungskosten hin optimiert. Dabei werden Spitzenwerte beim elektrischen Systemwirkungsgrad (~80 %), der Stack- beziehungsweise Anlagenlebensdauer (60.000 bis 90.000 Stunden bzw. ~30 Jahre) erreicht, die nur noch geringfügig verbessert werden können. Zukünftige Systeme sollten „Alleskönner" werden und die technischen Spitzenwerte bei sehr geringen Systemkosten zwischen 600 und 800 Euro pro Kilowatt erreichen. Da derzeit in sehr geringen Stückzahlen produziert wird, kann neben technischem Fortschritt vor allem vermehrte Serienfertigung und Lieferkettenoptimierung die Herstellkosten reduzieren.

Mit Verweis auf die Fluktuation von Solar- und Windenergie wird häufig auf die Notwendigkeit von dynamischem Elektrolysebetrieb mit sekundenschnellem Ansprechverhalten verwiesen. Zwar sind einige kommerzielle Elektrolysesysteme bereits heute technisch dazu in der Lage. Ob allerdings der Bedarf an sekundenschnellem Ausgleich bei hohen Anteilen an Erneuerbaren tatsächlich deutlich steigt, ist umstritten. Der volumenmäßig größte Teil des Ausgleichsbedarfs wird eher im Minutenbereich und darüber hinaus erwartet, was wiederum für keine der heute verfügbaren Elektrolysetechnologien eine ernsthafte Herausforderung darstellt.

FAZIT Die Elektrolyse kann im zukünftigen Energiesystem eine Schlüsselrolle einnehmen, sofern Herstellkosten gesenkt, günstige Rahmenbedingungen bei den Stromkosten geschaffen und Netzdienstleistungen vergütet werden. Welche technischen Betriebsanforderungen aber tatsächlich an Elektrolyseure gestellt werden, ist heute noch kaum klar. Mit Blick auf das zukünftige Energiesystem sollten daher Definitionen von Anwendungsfällen, Benchmark-Anforderungen und Standardtestzyklen entwickelt werden, die der Industrie Orientierung bei den Entwicklungsarbeiten geben. Umgekehrt kann die Politik Rahmenbedingungen gezielter anpassen und die Verbreitung der Elektrolyse unterstützen, sobald Anwendungsfälle klarer gefasst sind. ||

Die Gesamtstudie ist auf Englisch unter www.fch-ju.eu/page/publications zum kostenlosen Download verfügbar.

Literatur

[1] L. Bertuccioli, A. Chan, D. Hart, F. Lehner, B. Madden, E. Standen; Development of Water Electrolysis in the European Union (2014). A report by E4tech and Element Energy commissioned by the Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking

Autor:

Franz Lehner
→ franz.lehner@e4tech.com
E4tech, Lausanne

Thema: Energiespeicherung | **Autor:** Sven Geitmann

DIE BEDEUTUNG VON ENERGIESPEICHERN WÄCHST

GP Joule geht mit dem „Stromlückenfüller" in die Offensive

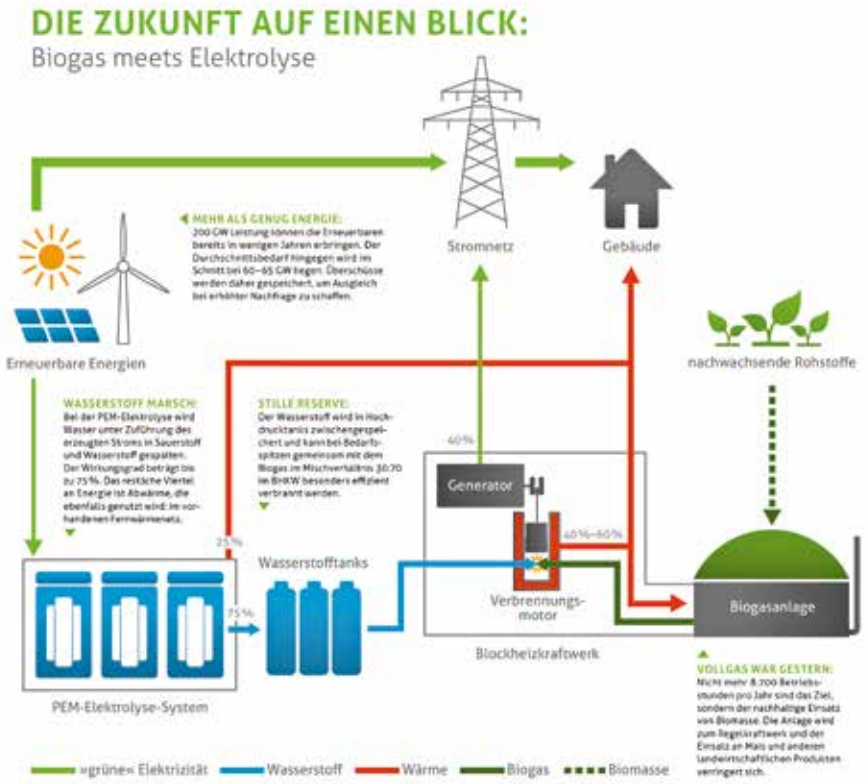


Abb. 1: Prinzip des Stromlückenfüllers [Quelle: GP Joule]

Während der diesjährigen Hannover Messe engagierte sich die GP Joule GmbH mit ihrem „Stromlückenfüller" deutlich stärker als noch im vergangenen Jahr beim Thema Energiespeicherung. Die H-Tec Systems GmbH, das Lübecker Tochterunternehmen, ist zwar schon seit 1997 fast durchgängig (außer 2001) auf dem *Gemeinschaftsstand Wasserstoff und Brennstoffzellen* vertreten. Der Mutterkonzern, der Kraftwerksprojektierer aus Reußenköge, konzentrierte sich hingegen bislang eher auf sein Solar- und Biogasanlagengeschäft. In diesem Jahr präsentierten sich Mutter- und Tochterfirma den Besuchern jedoch gemeinsam in neuem Design und auf deutlich vergrößerter Standfläche als 2013 und warben offensiv für ihr Energiespeicherkonzept: den *Stromlückenfüller.*

Gleich zum Messeauftakt war Ove Petersen, Gründer und Geschäftsführer von GP Joule, auf der von Tobias Renz veranstalteten Pressekonferenz eingeladen und präsentierte dort seine Idee der Energiespeicherung per *Power-to-Gas-to-Power*. Dieses von GP Joule als *Stromlückenfüller* titulierte Konzept basiert darauf, dass mit Hilfe überschüssiger erneuerbarer Energie Wasserstoff erzeugt wird, der zwischengespeichert und später bei Bedarf zusammen mit dem Gas aus Biogasanlagen in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) verbrannt wird, und der so erzeugte Strom ins öffentliche Netz eingespeist wird.

Der Diplom-Agraringenieur erklärte, dass die Wasserstofferzeugung per Elektrolyse für weitere Vorhaben seines Unternehmens im Bereich der Projektentwicklung eine zentrale Rolle spiele und sagte: „Wir sehen in der Speicherung von Strom in Wasserstoff die größte Chance, damit wir weiter größere Mengen an Strom aus erneuerbaren Energien produzieren können und um langfristig erneuerbare Energien nicht nur für den Strom-, sondern auch für den Mobilitäts- und Wärmesektor nutzbar zu machen." Aus diesem Grund stiegen Ove Petersen und Heiner Gärtner, die sich beide seit dem Studium in Weihenstephan kennen, als Mehrheitseigentümer bei dem 30-köpfigen hanseatischen Elektrolyseurentwickler H-Tec ein, auf den sie vor drei Jahren aufmerksam geworden waren. Über dessen Technologie sagte Petersen: „Wir sehen die höchsten Kosteneinsparpotentiale bei PEM-Elektrolyseuren."

Ebenso wie der Schleswig-Holsteiner Petersen sieht auch Gärtner ein enormes Potential in der PEM-Elektrolyse, da gemäß ihren Ausführungen die aktive Fläche eines Elektrolyseur-Stacks der Megawatt-Klasse kaum größer ist als eine DIN-A4-Seite. Um die entsprechende Leistung mit diesen vergleichsweise kleinen Zellen zu erzielen, werden mehrere Dutzend Zellen – aktuell bis zu 144 Stück – hintereinandergeschaltet. „Der Zellenbau ist wie bei der Photovoltaik", berichtet der aus Buttenwiesen in Bayern stammende Gärtner. Die Produktion lässt sich einfach automatisieren und die Systeme lassen sich aufgrund des modularen Aufbaus leicht skalieren. Weiter erläuterte Petersen: „Wir wollen das im ersten Schritt ohne Methanisierung schaffen, um das System einfach zu halten."

POWER-TO-GAS-TO-POWER-ANLAGE IM BAU Ein Demonstrationsmodell für ein Kombikraftwerk, das nach dem Prinzip *Power-to-Gas-to-Power* funktioniert und zur Erprobung des Gesamtsystems mit einer Nennleistung von insgesamt 200 kW gedacht ist, befindet sich derzeit in der Realisierungsphase und soll Ende 2014 in Probebetrieb gehen. Momentan werden im Rahmen eines vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) geför-

Abb. 2: Ove Petersen, Gründer und Geschäftsführer von GP Joule

Abb. 3: Planung einer Biogasanlage (hi. li.) in Verbindung mit einer Elektroyseanlage (re.), Wasserstoffspeicher (hi. re.) plus BHKW (vorne) [Quelle: GP Joule]

derten Vorhabens zwölf *EL-30*-Module (s. Abb. 4), die zusammen 40 m³ Wasserstoff pro Stunde bei 30 bar erzeugen können, von H-Tec am Unternehmensstandort Reußenköge in Nordfriesland in unmittelbarer Nähe der bereits bestehenden Biogasanlage installiert. Jan Momsen vom Projektpartner North-Tec berichtete dazu: „Wir fertigen in unserer Werkstatt einen Container, der zum einen sechs Schränke mit je zwei Elektrolysemodulen sowie der zugehörigen Peripherie beinhaltet. Zum anderen beherbergt er eine Schaltzentrale." Das Elektrolysesystem soll einen Gesamtwirkungsgrad von 95 Prozent erbringen.

„2015 soll dann mit der Megawattelektrolyse begonnen werden", erklärte Petersen. Geplant ist, bis 2017 im Rahmen der *Förderinitiative Energiespeicher* einen 1,1-MW-Stack auf Basis des *EL-30* zu erproben. Das BMU stellt dafür Forschungsgelder in Höhe von bis zu 2,1 Mio. Euro zur Verfügung.

BESTEUERUNG VON CO_2-STROM GEFORDERT Bis dahin sind Ove Petersen und Heiner Gärtner, die GP Joule gemeinsam 2009 gründeten und seitdem führen, noch stark an der politischen Front eingebunden. So plädierte Petersen während der Pressekonferenz für die Besteuerung von Kohlendioxid, damit zukünftig CO_2-reicher Strom teurer wird. Er forderte „von der Politik ein Einlenken – gerne auch einen Alleingang in Europa". Sein Kollege Gärtner engagiert sich währenddessen als Gründungs- und Vorstandsmitglied beim Bundesverband Energiespeicher (BVES) und versucht auf diesem Weg, das Thema Energiespeicherung ins Blickfeld der Politiker zu rücken. In einem Interview während der Hannover Messe erklärte er gegenüber *HZwei:* „Die Speicherbedeutung ist gewachsen. Power-to-Gas macht immer mehr Sinn."

Zunehmende Probleme bereitet ihnen beiden jedoch, dass ihrer Meinung nach „klare Gesetzesvorgaben seitens der Politik fehlen". Was sie deswegen fordern, sind „keine Subventionen, sondern feste, gesetzliche Rahmenbedingungen", die die Vergütung des von derartigen Anlagen eingespeisten Stroms regeln, die eine Doppelbesteuerung unterbinden und die die Höhe der Systemdienstleistungsboni festlegen: „Wir wollen keinen Profit schlagen. Wir suchen eine stabile wirtschaftliche Lösung für die Energiespeicherung von morgen – im Sinne der gesamten Gesellschaft." ||

Abb. 4: Der EL-30-Stack von H-Tec [Quelle: GP Joule]

Thema: Energiespeicherung | **Autor:** Sven Geitmann

PTG-ANLAGE STABILISIERT DAS STROMNETZ

Thüga nimmt ITM-Elektrolyseur in Betrieb

Abb. 1: Einblick in den Elektrolyseur von ITM Power [Bild: Mainova]

Die Power-to-Gas-Demonstrationsanlage mit dem ersten Elektrolyseur von ITM Power in Deutschland ist wie geplant am 7. Mai 2014 auf dem Gelände der Mainova AG in Frankfurt am Main offiziell in Betrieb genommen worden. Seit dem ersten Spatenstich (s. HZwei-Heft Okt. 2013) vergingen somit rund zehn Monate, in denen der Bau vorangetrieben, die Anlage in die lokale Energielandschaft eingebunden und die technische Abnahme vorgenommen wurde. „Das war eine spannende Zeit für uns. Wir mussten die stabile Funktionsweise einer so noch nicht existierenden Anlage nachweisen. Beispielsweise musste das Zusammenspiel des Elektrolyseurs mit der Gasdruckregelmess- und Mischanlage einwandfrei funktionieren", erklärte Michael Riechel, Vorstandsmitglied der Thüga AG.

Bei dem eingesetzten Elektrolyseur handelt es sich um ein PEM-Modul des britischen Herstellers ITM Power (s. Abb. 1), der über eine elektrische Leistung von 320 kW verfügt. Erstmalig führte dieser bereits im Dezember 2013 aus erneuerbaren Energien erzeugten Wasserstoff (130 kg pro Tag) dem Erdgas im kommunalen Verteilnetz zu. Der Einspeisedruck liegt bei 3,5 bar, so dass kein zusätzlicher Kompressor notwendig ist.

Die primäre Aufgabe dieser 1,5 Mio. Euro teuren Anlage ist, negative Regelenergie bereitzustellen: Befindet sich zu viel Strom im Netz, läuft der Elektrolyseur an und nutzt diese elektrische Energie zur H_2-Erzeugung. Auf diese Weise trägt die Anlage zur Stabilisierung des Stromnetzes bei. Zunächst ist geplant, das vom hessischen Umweltministerium mit 600.000 Euro geförderte Vorhaben bis Ende 2016 zu Forschungs- und Demonstrationszwecken laufen zu lassen. Anschließend könnte eine weitere Anlage zur Erprobung der Methanisierung folgen.

Die Thüga-Gruppe, die sich mit insgesamt 13 Mitgliedsunternehmen an dem Projekt beteiligt und gleichzeitig als Koordinator fungiert, forderte anlässlich der Inbetriebnahme eine zeitlich begrenzte Anschubfinanzierung, damit derartigen Energiespeichersystemen der Schritt zur Marktreife erleichtert wird. Konkrete Antworten auf diese Forderung gab es allerdings seitens der politischen Vertreter während der Feierlichkeiten nicht – nur gut gemeinte Worte. So sagte der hessische Wirtschaftsminister Tarek Al-Wazir: „Speichertechnologien zu entwickeln ist eine der wichtigsten Herausforderungen für die Energiewende, wenn die Integration von Wind- und Solarstrom gelingen soll." Eveline Lemke, die rheinland-pfälzische Wirtschaftsministerin, erklärte: „Gemeinsam mit der regenerativen Stromerzeugung und den intelligenten Netzen bilden Speicher das Rückgrat der Energiewende." ||

→ www.szg-energiespeicher.de

Thema: Energiespeicherung | **Autor:** Sven Geitmann

WIR BRAUCHEN MEHR SOLCHE PROJEKTE

Sigmar Gabriel legt Grundstein für PtG-Anlage in Mainz

Abb. 1: Energieminister Gabriel legte selbst Hand an. [Quelle: Stadtwerke Mainz AG]

Im Energiepark Mainz haben die Baumaßnahmen für die geplante Power-to-Gas-Anlage begonnen (s. HZwei-Heft Okt. 2013). Die feierliche Grundsteinlegung erfolgte am 15. Mai 2014 durch Sigmar Gabriel, den Bundesminister für Wirtschaft und Energie, sowie Michael Ebling, den Oberbürgermeister der rheinland-pfälzischen Landeshauptstadt. Gabriel, dessen Ministerium das Vorhaben mit insgesamt 8,9 Mio. Euro fördert, erklärte in seiner Rede: „Innovationen und moderne Energietechnologien sind der Schlüssel zur Energieversorgung der Zukunft. Daher müssen wir die Energieforschung als strategisches Element der Energiepolitik weiter entwickeln." Weiter sagte er: „Wir brauchen mehr solcher Pilotprojekte, um die Chancen neuer Energietechnologien in Zukunft besser nutzen zu können."

Kernstücke der geplanten Forschungsanlage sind die Megawatt-Elektrolyseure von Siemens. Dazu erklärte Gaelle Ho-

tellier, Leiterin Hydrogen Solutions bei Siemens: „Die neuen Elektrolyseure haben den Vorteil, dass sie nicht auf einer bestimmten Betriebstemperatur gehalten werden müssen, sondern vollständig abschaltbar sind und vor dem Einschalten keine Vorwärmphase brauchen. Das reduziert die Betriebskosten im Stand-by erheblich und ermöglicht einen effizienten und zuverlässigen Betrieb ohne Rückstände wie zum Beispiel Kalilauge." Weiter sagte sie: „Unser Ziel ist es, langfristig erste Elektrolyse-Parks mit bis zu dreistelliger MW-Leistung aufzubauen." Die Vorgängerversion dieser MW-Aggregate kam im Rahmen des *CO_2RRECT*-Projekts bei RWE im Rhein-Erft-Kreis zum Probeeinsatz (s. HZwei-Heft Apr. 2013).

Rund um die neuen Module ist jetzt die Errichtung eines Energieparks geplant, in dem überschüssiger Strom aus dem benachbarten Windpark zur Wasserstoffherstellung herangezogen wird. Dafür errichtet die Firma Linde auf dem Gelände der Stadtwerke Mainz in Hechtsheim einen ionischen Verdichter sowie großvolumige Wasserstofftanks. Ab der geplanten Inbetriebnahme im Frühjahr 2015 soll dann der Wasserstoff, der mit 35 bar aus dem Druckelektrolyseur kommt, weiter komprimiert und zwischengespeichert werden, bevor er zur Fahrzeugbetankung sowie zur Einspeisung ins Gasnetz genutzt wird. Außerdem wird die Hochschule RheinMain die Eignung von Wasserstoff zur Verbrennung in Gas- und Dampfturbinenkraftwerken im Rahmen dieses 17-Mio.-Euro-Vorhabens untersuchen. ||

→ www.energiepark-mainz.de

ECOSTORE BEGINNT MIT DER SUCHE

Im Frühjahr 2014 ist das Projekt *Ecostore* angelaufen, in dem Wissenschaftler verschiedener Länder gemeinsam nach dem idealen Energiespeicher suchen. Insgesamt stellt die Europäische Kommission (EU) für diese Suche, die offiziell bereits Ende 2013 startete, vier Millionen Euro zur Verfügung. Die Leitung dieses Vorhabens, das auf vier Jahre angelegt ist, obliegt dem Helmholtz-Zentrum Geesthacht, und es beteiligen sich Materialforscher sowohl europäischer als auch japanischer Institute und Firmen. Zwei Universitäten aus Japan bringen dafür eigene finanzielle Mittel in den Verbund mit ein. Das Projektziel lautet, einen idealen Speicher ausfindig zu machen, „der mit hoher Kapazität sicher und auf kleinstem Raum Energie speichert und bei Bedarf leicht wieder abgibt". Außerdem sollte er bei moderaten Umgebungsbedingungen schnell mehrfach wieder aufladbar und wirtschaftlich konkurrenzfähig sein. Projektleiter Dr. Klaus Taube erklärte: „Dies ist das erste Projekt, in dem sich Synergien durch gemeinsame Forschung an Wasserstoffspeicher- und Batteriematerialien ergeben werden." Taube sagte weiterhin über dieses Projekt mit dem offiziellen Namen *Novel Complex Metal Hydrides for Efficient and Compact Storage of Renewable Energy as Hydrogen and Electricity:* „Das Projekt fängt erst jetzt langsam an zu laufen. Es ist ein Marie-Curie-Initial-Training-Network und die ersten Doktoranden haben im März/April 2014 ihre Arbeit aufgenommen." ||

MARIE-CURIE-ERSTAUSBILDUNGSNETZWERKE
Bei *Marie-Curie-ITM* handelt es sich um gezielt von der Europäischen Kommission geförderte Maßnahmen für Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler, bei denen ein intensiver Austausch zwischen den Beteiligten forciert wird, um darüber auch Beschäftigungsmöglichkeiten für junge Fachkräfte zu schaffen.

WORLD OF ENERGY SOLUTIONS
6.–8. Oktober 2014
Messe Stuttgart

Sie sind Spezialist für Batterie- und Energiespeicherlösungen, Experte für Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologien oder Pionier im Bereich der neuen Mobilität? Wir bieten Ihnen die Plattform, um Ihre Lösungen einer breiten Öffentlichkeit vorzustellen.

Die **WORLD OF ENERGY SOLUTIONS** ist internationale Fachmesse, Konferenz und Networking-Event, Marktplatz, Industriemotor und Think Tank.

Werden auch Sie Teil unseres Netzwerks und präsentieren Sie auf der **WORLD OF ENERGY SOLUTIONS 2014** Ihre Forschungsansätze, Produkte, Technologien und Anwendungen.

www.world-of-energy-solutions.de

Thema: Energiespeicherung | **Autoren:** Ralf Näke, Matthias Jahn

„FAULEIER“ LIEFERN KLÄRGAS FÜR BRENNSTOFFZELLEN

Erfolgreiche Kopplung einer SOFC mit einer Biogasanlage

Abb. 1: Die Kläranlage Dresden-Kaditz mit dem Laborcontainer und den »Fauleiern« [Foto: Sven Döring]

Kläranlagen haben einen enormen Energiebedarf für all die unterschiedlichen Prozessabläufe sowie die verschiedenen eingesetzten Prozesstechniken. Gleichzeitig enthält Klärschlamm erhebliche Energiemengen, die bei effizienter Nutzung die Kosten für den Betrieb einer Kläranlage erheblich senken können. Deswegen wurden bei der Stadtentwässerung Dresden in den vergangenen Jahren große Anstrengungen unternommen, einerseits die Energieeffizienz bestehender Anlagen zu steigern und andererseits die Möglichkeiten zur Nutzung regenerativer Energiequellen weiter auszubauen.

Ein gut sichtbares Beispiel für diese Bestrebungen war die Errichtung einer neuen Faulungsanlage, in welcher Biogas aus dem anfallenden Klärschlamm gewonnen wird. Der Energieinhalt des Methangases, das aus der 38 °C warmen braunen Brühe im Inneren der Fauleier entweicht, wird in einem Blockheizkraftwerk genutzt, um Strom und Wärme zu erzeugen. Sowohl die thermische als auch die elektrische Energie werden zumindest teilweise der Anlage wieder zugeführt, so dass auf diese Weise eine Senkung des Primärenergiebedarfs der gesamten Kläranlage erreicht wird. Rund 60 Prozent des elektrischen Eigenenergiebedarfs der Kläranlage Dresden-Kaditz werden so gedeckt.

BESTANDSANALYSE MIT DEM FRAUNHOFER IKTS Wie das entstehende Biogas möglichst effizient erzeugt und genutzt werden kann, wurde von der Stadtentwässerung Dresden zusammen mit dem Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsprojekts über den Zeitraum eines Jahres untersucht. Nach dem aktuellen Stand der Technik wird Biogas meist in BHKW-Anlagen, die mit Gasmotoren betrieben werden, in Strom und Wärme umgewandelt. Um diesen Energiewandlungsprozess noch deutlich effizienter zu gestalten, können aber auch Hochtemperatur-Brennstoffzellensysteme eingesetzt werden. Diese Technologie ermöglicht nicht nur um mindestens zehn Prozent höhere elektrische Wirkungsgrade. Die direkte Wandlung von chemischer in elektrische Energie erlaubt auch eine Reduktion von Vibrationen und Schallemissionen und gestaltet den gesamten Umwandlungsprozess somit sehr wartungsarm.

Abb. 2: Inneneinrichtung des Laborcontainers

Das Fraunhofer IKTS forscht seit vielen Jahren an der Entwicklung von Hochtemperatur-Brennstoffzellensystemen. In zahlreichen Vorprojekten wurden dabei Systemkonzepte und Prototypen entwickelt und die Nutzung unterschiedlicher Brennstoffe untersucht. Dabei hat sich Biogas aufgrund des hohen CO_2-Gehaltes als besonders interessanter regenerativer Energieträger herausgestellt, da es eine effiziente Erzeugung eines hochwertigen Synthesegases erlaubt.

Im Rahmen dieses gemeinsamen Forschungsprojekts wurde der Prototyp eines Festoxid-Brennstoffzellensystems (engl. für Solid Oxide Fuel Cell, SOFC) für den Betrieb mit Biogas angepasst und in einen Laborcontainer integriert. Das Gesamtsystem, das über einen simplen und robusten Aufbau verfügt und aufgrund der Nutzung partieller Oxidation kein gesondertes Wassermanagement erfordert, wurde dabei mit der bereits existierenden Klärgaserzeugung der Stadtentwässerung Dresden gekoppelt. In der ersten Versuchsphase Anfang 2013 wurden mit dieser Anlage im Langzeitversuch elektrische Wirkungsgrade von etwa 50 Prozent erreicht.

KONTINUIERLICHE OPTIMIERUNG Das gesamte Prozesskonzept wurde während des Projektes kontinuierlich weiterentwickelt. So konnte in einer zweiten Versuchsphase der praktische Aufbau einer Anoden-Abgas-Rezirkulation realisiert und untersucht werden. Dabei wurden Brenngasreste aus dem Abgaszweig nochmals in den Eingang des Brennstoffzellensystems geschickt und eine deutliche Effizienzsteigerung des Reforming-Schritts verzeichnet. Über verschiedene Langzeitversuchsreihen wurde somit neben der stabilen Betriebsweise mit Anoden-Abgas-Rezirkulation auch eine Erhöhung des elektrischen Wirkungsgrades um nochmals sieben Prozentpunkte im Vergleich zum Betrieb mit partieller Oxidation nachgewiesen.

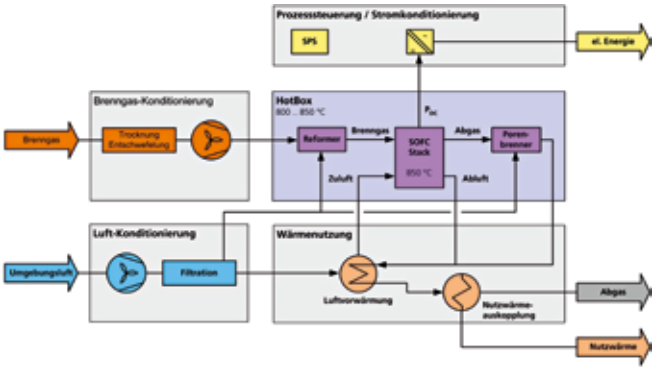


Abb. 3: Prozessschema eines Hochtemperatur-Brennstoffzellensystems

Innerhalb dieses Gemeinschaftsvorhabens konnte über insgesamt 2 000 Betriebsstunden belegt werden, dass sich Hochtemperatur-Brennstoffzellensysteme sehr gut für die energetische Nutzung von Klärgasen eignen. Das in diesem Rahmen entwickelte SOFC-System kann dabei mit Gaszusammensetzungen mit einem CH_4-Anteil von ca. 30 bis 70 Prozent betrieben werden. Die konkrete Brenngaszusammensetzung hängt jeweils davon ab, welche Substrate bei der Fermentation verwendet bzw. beigemischt werden: Klärschlamm, Speise- und Marktabfälle, überlagerte Lebensmittel, Rückstände aus der Lebensmittelherstellung oder organischer Müll aus der Biotonne.

SOFC-Systeme arbeiten emissionsarm, leise und robust. Da keine beweglichen Teile in diesem Prozessaufbau vorhanden sind, ist auch ein wartungsarmer Langzeitbetrieb realisierbar. Außerdem arbeitet der gesamte Prozess bei Temperaturen von etwa 850 °C, womit neben den sehr hohen elektrischen Wirkungsgraden auch die Abwärme auf einem hohen Temperaturniveau zur Verfügung gestellt wird. Dies ermöglicht vor allem bei der Kopplung mit typischen Begleitprozessen einer Kläranlage vielfältige und effiziente Möglichkeiten der Wärmenutzung (z. B. für Trocknungsprozesse).

Aufgrund der Projektergebnisse erscheint die zukünftige Anwendung von Hochtemperatur-Brennstoffzellen für kommunale Kläranlagen überaus attraktiv. Deshalb engagiert sich das Fraunhofer IKTS auch weiterhin für die Weiterentwicklung und den breiten Einsatz dieser vielversprechenden Technologie, welche nicht nur den energieautarken Betrieb einer Abwasserreinigungsanlage ermöglicht, sondern ebenfalls die Weiterentwicklung bis hin zur energieerzeugenden Kläranlage in Aussicht stellt. ||

HY-NOW-STUDIE ÜBER BIOMASSE

Das Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ) hat Anfang Mai 2014 offiziell seinen Report über „Wasserstoff auf Basis von Biomasse" veröffentlicht. An der durch das NOW geförderten *Hy-NOW*-Studie, in der verschiedene Bereitstellungsrouten für Biowasserstoff identifiziert, analysiert und bewertet wurden, wirkten sowohl das Fraunhofer ISI als auch die Ludwig Bölkow Systemtechnik GmbH mit. Die vorläufigen Ergebnisse dieser Studie waren im Februar 2013 im Rahmen eines NOW-Workshops in Berlin diskutiert worden (s. HZwei-Heft Apr. & Jul. 2013). Erschienen ist die Studie jetzt als Report Nr. 19 in der Schriftenreihe *DBFZ-Report*.

→ www.dbfz.de

Autoren:

M.Sc. Ralf Näke
→ ralf.naeke@ikts.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Matthias Jahn
→ matthias.jahn@ikts.fraunhofer.de

beide Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS

Thema: Markt | **Autor:** Sven Geitmann

„WIR MACHEN BUSINESS, KEINE PROJEKTE“

Markteinführung am Beispiel von BZ-Niederflurzeugen

Es gibt sie tatsächlich, die marktreifen Brennstoffzellenprodukte. Gegenüber der großen Anzahl von Vorserienprodukten, die derzeit in Demonstrations- und Forschungsprojekten erprobt werden, sind es bisher zwar nur wenige, aber es gibt sie. Eine dieser seltenen Spezies ist der Brennstoffzellengabelstapler beziehungsweise etwas allgemeiner ausgedrückt das brennstoffzellenbetriebene Niederflurzeug. Bislang ist es vorrangig in Nordamerika zu finden, aber vereinzelt taucht es hin und wieder auch in Europa auf. Lesen Sie hier beispielhaft über die Erfahrungen von Michael Nindel, der derzeit – teils vergeblich – versucht, die Brennstoffzellenmodelle seines Unternehmens auf dem westeuropäischen Markt einzuführen.

Michael Nindel ist ein hoch gewachsener, eher zurückhaltender Typ. Eigentlich würde er sich lieber im Hintergrund halten, aber sein Job bringt es mit sich, dass er teilweise viel reden muss. Und wenn er dann über sein Thema oder besser gesagt sein Brennstoffzellenprodukt redet, dann kann es durchaus – ganz entgegen seinem eigentlichen Naturell – passieren, dass er kaum noch zu bremsen ist.

Nindel arbeitet für HyPulsion und zeichnet dort verantwortlich für Business Development. Er kümmert sich also um die Geschäftsentwicklung. Das bedeutet, dass er potentielle Kunden für die von seinem Unternehmen angebotenen Produkte suchen muss. Er selbst sagt über seine Tätigkeit in seiner ihm eigenen teilweise leicht flapsigen Art: „Ich gehe im Prinzip Klinken putzen.“

Der ehemalige Leiter des Spezialgasegeschäfts im Bereich Electronics in Deutschland versucht ein Produkt im deutschsprachigen Raum zu verkaufen, das in den Vereinigten Staaten von Amerika und in Kanada bereits über 5.000-mal an den Mann gebracht werden konnte. Angesichts solcher Produktionszahlen würde man denken, dass die Vermarktung auch in Europa nicht allzu schwer sein dürfte – aber das täuscht. Seit mittlerweile schon mehreren Jahren scheint es hier beim Thema „brennstoffzellenbetriebene Niederflurzeuge“ nicht wirklich voranzugehen. Die Wechselwilligkeit von Logistikunternehmen ist nicht wirklich hoch. Wer bereits eine ganze Halle voller Akkumulatoren hat, will diese Investition nicht einfach in den Wind schreiben.

Hinzu kommt, dass viele Standortleiter sofort abwinken, sobald Brennstoffzellen angesprochen werden. Etlichen von ihnen klingen noch die Versprechen der Vergangenheit in den Ohren. Wiederholt wurde der Durchmarsch der Brennstoffzellenantriebe proklamiert, herausgekommen ist dabei aber kaum etwas. Verständlich, dass die heutigen Entscheider ihm nicht glauben, wenn Michael Nindel erzählt, jetzt sei die Technik wirklich marktreif. Der Vertriebler ist zwar erst seit September 2013 zu Akquisezwecken in Deutschland, Österreich und der Schweiz unterwegs, aber in den seitdem vergangenen Monaten hat er sich oft genug anhören müssen, dass man jetzt erst einmal abwarten wolle. Schnell wurde ihm klar, dass er in einem deutlich schwierigeren Umfeld agiert, als er zunächst erwartet hatte.

Abb. 2: Michael Nindel

„DIE SYSTEME LAUFEN“ Bei einer individuellen Präsentation im Rahmen eines Besuchs in Düsseldorf erklärt er trotzdem ausführlich und geduldig, worum es bei ihm im Wesentlichen geht: HyPulsion ist ein Joint Venture des französischen Gaseunternehmens Air Liquide und des US-amerikanischen Brennstoffzellensystemherstellers Plug Power, an dem die Franzosen 80 Prozent der Anteile halten. Das seit März 2012 existierende Unternehmen wurde extra dafür gegründet, die Brennstoffzellensysteme, die seit Jahren auf dem nordamerikanischen Markt etabliert sind, auch in West-Europa einzuführen. Und sein Job ist es, diese Markteinführung in die Tat umzusetzen.

Plug Power stellt bereits seit etlichen Jahren BZ-Systeme für Niederflurzeuge her. In diesen *GenDrive*-Systemen werden PEM-Brennstoffzellen-Stacks aus dem Hause Ballard eingebaut. Diese Stacks des kanadischen BZ-Herstellers gelten als Qualitätsprodukt, so dass Nindel voller Stolz berichtet: „Die Systeme von Plug Power laufen mit einer Verfügbarkeit von über 98,5 Prozent“.

Zunächst wurden diese *GenDrive*-Systeme in den Niederflurzeugen der US-amerikanischen Hersteller eingebaut. Mittlerweile hat Plug Power sie aber auch für andere gängige Modelle angepasst und CE-zertifiziert. Es gibt drei standardisierte Kompaktsysteme für unterschiedliche Leistungsklassen, wobei das größte über eine Wasserkühlung wahlweise mit 48 V und 80 V verfügt, während die kleineren eine Luftkühlung haben. Die Systemkosten von ehemals 60.000 Euro konnten innerhalb der letzten zwei Jahre mehr als halbiert werden. Nindel schwärmt dementsprechend vom hohen Reifegrad dieser Systeme und sagt: „Wir haben ein Produkt, das wir Plug-&-Play einsetzen können. […] Nachteile fallen mir dazu eigentlich gar keine ein.“

DER EINSATZ RECHNET SICH In den USA zählt Plug Power über 20 verschiedene Kunden an insgesamt 46 Standorten. Bei den dortigen rund 8.000 Betankungen täglichen werden insgesamt 4,5 Tonnen Wasserstoff verbraucht – pro Tag. Trotz dieser Zahlen sind viele potentielle Kunden, mit denen er auf dieser Seite des Atlantiks spricht, skeptisch. Bisher sind in Europa erst rund 20 Exemplare bei einer IKEA-Filiale in Lyon sowie neun Niederflurzeuge im BMW-i3-Werk in Leipzig im Einsatz (s. HZwei-Heft Jan. 2014: *H2IntraDrive*-Projekt). Rund ein Dutzend weiterer Exemplare fährt in Belgien und Frankreich.

Nindel rechnet aber vor, dass sich der Einsatz dieser modernen Technik auch aus ökonomischer Sicht lohnt, zumindest, wenn die Auslastung ausreichend hoch ist: „Kunden, die mehr als 50 solcher Fahrzeuge bei einer hohen Auslastung im Mehrschichtbetrieb einsetzen, können mit der Umstellung deutliche Einsparungen erzielen.“ Die Kostenreduktion rührt unter anderem auch daher, dass neben der vergleichsweise hohen Effizienz von Brennstoffzellen bei dieser Technologie auch die großen Lagerflächen für Ersatzbatterien wegfallen. Anstelle von großen Akku-Hallen ist nur eine wenige Quadratmeter große Betankungsstation vonnöten. Der HyPulsion-Verkäufer versichert: „Wir bieten einen Effizienzgewinn von 10 bis 15 Prozent.“

Dementsprechend hat er als potentielle Kunden insbesondere große Logistikunternehmen im Auge, in denen die Flurzeuge möglichst im Drei-Schicht-Betrieb mit wenig Stillstandzeiten unterwegs sind. Nindel erklärt: „Bei batteriebetriebenen Flurförderzeugen dauert der Batteriewechsel bis zu 20 Minuten, hinzu kommt der hohe Wartungsbedarf. Die Betankung mit Wasserstoff, die der Fahrer selbst durchführen kann, dauert je nach Fahrzeuggröße maximal ein bis drei Minuten.“ Ausgelegt sind die BZ-Systeme für 20.000 Betriebsstunden, wobei ein einmaliger Stack-Wechsel nach der Hälfte der Zeit mit eingeplant ist.

GROSSES POTENTIAL In den USA und Kanada, wo es große Lagerzentren gibt, in denen sich Effizienzeinsparungen schneller rentieren, zählt Plug Power zahlreiche namhafte Unternehmen zu seinen Kunden (z. B. BMW, Coca Cola, Sysco, Walmart; s. HZwei-Heft Jul. 2013). Etliche von denen haben nach erfolgreichen Tests weitere BZ-Fahrzeuge für ihre anderen Standorte bestellt. Dieses Potential sieht Nindel auch hier. Er sagt: „Plug Power hat die Technologie in den USA erfolgreich etabliert. Das setzen wir jetzt auch in West-Europa um.“

Bevor diese Vision allerdings Realität werden kann, muss nach Meinung des gebürtigen Leipzigers ein Umdenken stattfinden: Es muss sich zunächst der Gedanke etablieren, dass einige Brennstoffzellenprodukte mittlerweile tatsächlich marktreif sind. Seinen Ausführungen zufolge glaubt kaum einer den Zusicherungen, dass diese Produkte wirklich ausgereift seien, solange nur Demonstrations- und Förderprojekte mit einzelnen Prototypen die Medien beherrschen. Anstatt allerdings auf langwierige Förderprogramme zu warten, führt er lieber weiter seine Vertriebsgespräche. ||

Abb. 3: Zügige Betankung statt langwieriger Aufladung [Fotos: Air Liquide]

Thema: Markt | **Autorin:** Kathrin Werner

ZICKZACK-KURS

Analyse der Börsendaten von BZ-Firmen

Abb. 1: Kursverlauf der Plug-Power-Aktie [Quelle: www.wallstreet-online.de]

An der Wall Street nennt man die Firma inzwischen „Day-Trader Darling", weil Plug Power etwas für Leute ist, die auf schnelle Gewinne aus sind, die Aktien binnen eines Tages kaufen und verkaufen. Der Börsenkurs dieses US-amerikanischen Brennstoffzellenunternehmens schwankt so stark wie kaum ein anderer. Über diese Entwicklung an der Wall Street berichtet direkt aus New York die Auslandskorrespondentin Kathrin Werner, die sonst für die *Süddeutsche Zeitung* schreibt.

Ebenso wie um Plug Power gibt es im Moment insgesamt um Brennstoffzellenhersteller einen regelrechten Hype an der Börse, der mit der Realität nichts zu tun hat. Obwohl das Unternehmen heftige Verluste schreibt – im ersten Quartal 2014 waren es 75,9 Millionen Dollar – und die Umsätze stagnieren, ist Plug Power an der Börse gigantische 550 Millionen Dollar wert. So richtig erklären kann das niemand. Es ist eine Blase.

HARSCHE KRITIK Plug Power habe keine Gewinne, keine besondere Technik, keine gute Marke, keine großen Wachstumschancen und kein vertrauenswürdiges Management, sagte der Finanzanalyst Andrew Left von Citron Research: „Es gibt bei dem Unternehmen eine lange Geschichte von gebrochenen Versprechen." Plug Power stellt Gabelstapler mit Brennstoffzellen her, die das Unternehmen bei dem Hersteller Ballard Power Systems einkauft. Weil es für diese Fahrzeuge Subventionen der US-Regierung gibt, kaufen sie Unternehmen wie Walmart und Fedex gern für ihre Lagerhäuser. Eigentlich ist das ein solider Nischenmarkt, der wächst. Doch Plug Power schafft es seit nunmehr 17 Jahren nicht, damit endlich Geld zu verdienen.

Unternehmenschef Andrew Marsh hat es allerdings geschafft, die letzten Aufträge so geschickt zu veröffentlichen, dass Börsianer ganz begeistert waren. Anschließend legte er dann allerdings doch wieder schlechte Finanzergebnisse vor. Gewinne sind nicht in Sicht. Der Aktienkurs von Plug Power hat zuletzt so stark geschwankt wie sonst kaum ein anderes Papier an den Börsen der Welt. Vor einem Jahr lag er bei 30 Cent, Anfang März 2014 dann bei fünf Dollar, eine Woche später bei elf Dollar. Inzwischen ist er wieder auf 3,20 Dollar gefallen – morgen könnten es schon wieder fünf Dollar sein.

An der Wall Street gibt es im Moment kaum einen Industriezweig, der ein solches Auf und Ab erlebt wie die Brennstoffzellentechnik.

Andere amerikanische Spieler in der Brennstoffzellenbranche reiten auf dieser Welle mit. Auch FuelCell Energy und Ballard Power Systems erlebten im Laufe dieses Jahres verrückte Zuwächse und rasante Einbrüche. FuelCell Energy konzentriert sich auf stationäre Brennstoffzellen, die Strom und Wärme erzeugen. Diese Geräte stehen in Konkurrenz zu Gasturbinen und leiden darum unter dem niedrigen Gaspreis in den USA und dem wachsenden Druck durch erneuerbare Energien, die immer billiger werden. Ballard stellt kleinere Brennstoffzellen her, die unter anderem als Backup-Systeme bei Stromausfall zum Einsatz kommen, und eben in Niederflurzeugen.

FuelCell und Ballard sind an der Börse aktuell 45 Prozent beziehungsweise sogar 99 Prozent mehr wert als zu Jahresanfang. In den vergangenen zwei Monaten haben sie allerdings rapide verloren. Für solide Anleger ist das nichts, eher für Zocker. All die Brennstoffzellenaktien sind „Day-trader Darlings".

SOLIDE ENTWICKLUNG Die Aufregung an der Börse um diese drei Firmen ist schade, denn sie verstellt den Blick auf die eigentlich positive und solide Entwicklung der Brennstoffzellen. Gabelstapler sind nur ein Nischenprodukt, aber es gibt etliche Anwendungen in der Industrie, für die diese Technik sinnvoll wäre – und ökologisch, wenn sie mit Wasserstoff betrieben werden, der mit Wind- oder Sonnenstrom produziert wurde.

Auch mehrere Autohersteller haben ernsthaft die Markteinführung von Wasserstofffahrzeugen angekündigt. Der Anfang wird in den Vereinigten Staaten gemacht. In diesem Sommer plant Hyundai, eine BZ-Version des Geländewagens *Tucson* auf die Straße zu bringen. Die ersten Modelle wollen die Koreaner in Südkalifornien verkaufen, wo neun der zehn amerikanischen Wasserstofftankstellen stehen. Auch Toyota, Daimler und Honda haben große Brennstoffzellenpläne. Laut einer Studie von KPMG sagen 69 Prozent aller Autokonzern-Topmanager, dass Brennstoffzellen entscheidend für Wachstum in der Zukunft sind.

Auch außerhalb der Autoindustrie gibt es eine wachsende Zahl von Interessenten, vor allem für Notstromgeneratoren, die mit Wasserstoff betrieben werden. Laut einer Navigant-Studie wird der Markt für stationäre Brennstoffzellen bis 2022 auf neun Milliarden Dollar steigen.

FAZIT Die Aktien, vor allem die von Plug Power, sind derzeit überbewertet. Brennstoffzellen verdienen keinen Hype, aber durchaus vorsichtige Zuversicht. ||

Autorin:

Kathrin Werner
New York

Thema: Markt | **Autor:** Sven Geitmann

ROLLENDE LITFASSSÄULE

Rein werbefinanzierter Betrieb

Der Pronet-Smart auf dem Hydrogenics-Stand in Hannover [Foto: ProNet Energy]

Einen unkonventionellen, aber äußerst interessanten Ansatz der Vermarktung von Brennstoffzellenfahrzeugen verfolgt Dieter Teckhaus von ProNet Energy: Der Geschäftsführer dieser Ingenieurgesellschaft für Elektromobilität und Kommunikationsprojekte möchte Halter und Fahrer von BZ-Autos voneinander entkoppeln und darüber einen rein werbefinanzierten Betrieb ermöglichen. Dafür trat er dem vom Bundesforschungsministerium geförderten Projekt *H2-Mobil* bei, bei dem ein *Smart* auf Elektroantrieb umgerüstet wurde.

Seit 2012 arbeitet Prof. Dr. Karl-Heinz Müller an der FH Südwestfalen gemeinsam mit der örtlichen Handwerkskammer an diesem Fahrzeug, das mittlerweile über einen 24-kW-Elektromotor sowie einen Lithium-Ionen-Akku und ein Brennstoffzellensystem von Hydrogenics verfügt. Die vier Kilowatt leistende Brennstoffzelle bezieht ihren Wasserstoff aus einem 52 Kilogramm schweren Metallhydridspeicher, so dass im optimierten Hybridbetrieb eine Reichweite von 250 Kilometer möglich sein soll.

Verschiedene Städte und Kreise unterstützen Dieter Teckhaus bei seinem Vorhaben, den Betrieb von zunächst drei Fahrzeugen allein über Werbeeinnahmen zu realisieren. Das erste Auto ist bereits an allen Seiten mit Werbung beklebt worden. Jeweils 30 Flächen, die für 300 bis 800 Euro gemietet werden können, stehen dafür auf dieser „rollenden Litfaßsäule“ zur Verfügung. Der eigentlich aus der Batteriebranche stammende Unternehmer ist überzeugt, dass eine ausreichende Anzahl regionaler Firmen diese Möglichkeit nutzen wird. „Wir haben schon ausreichend Anfragen“, freute sich Teckhaus während der Hannover Messe und fügte sogleich hinzu: „Bei 85 Prozent Bewerbung beginnt der Bau.“ Wenn alles klappt, könnten bis April 2015 insgesamt 30 Exemplare umgerüstet werden und in Ortschaften wie Meschede, Hamm, Soest oder Sunderburg herumfahren. Die dafür benötigte H_2-Betankungsstation will Teckhaus gleich mitliefern. ||

Erneuerbare Energien
Mit neuer Energie in die Zukunft
von Sven Geitmann

→ Der Erneuerbare-Energien-Sektor boomt. Noch nie wurde so viel nachhaltig erwirtschafteter Strom erzeugt wie heute. Die rasante Entwicklung in der Solar-, Wind- und Bioenergie hat Dipl.-Ing. Sven Geitmann veranlasst, ein Buch über diese aktuelle und hoch interessante Thematik zu verfassen, das technische Details leicht verständlich erläutert und einen umfassenden Marktüberblick liefert.

Sonnenzeitung: „Ein Muss für Technikinteressierte!“

Vorwort: Prof. Dr. Ernst Ulrich v. Weizsäcker
212 S., 63 Abb., 22 Tab., 4. Auflage
Hydrogeit Verlag, Oberkrämer, Juli 2014
ISBN 978-3-937863-41-2, Preis: 19,90 Euro

Energiewende 3.0
Mit Wasserstoff und Brennstoffzellen
von Sven Geitmann

→ Die Die Energiewende 2.0 kommt in Deutschland nur schleppend voran. Die Ablösung der Atomenergie durch erneuerbare Energien gestaltet sich schwieriger als erwartet, weil Solar- und Windstrom bisher noch nicht effizient gespeichert werden können. Deswegen muss genau an dieser Schnittstelle, bei der Energiespeicherung von „grünem Strom“, angesetzt werden. Und dieses Buch zeigt, wie dies gehen könnte: Mit Wasserstoff und Brennstoffzellen kann die Umorientierung von der gestrigen zu einer zukunftsfähigen Energieversorgung gelingen. Das Buch widmet sich deswegen insbesondere der Thematik rund um Wasserstoff und Brennstoffzellen, denn gemeinsam können sie beide – der Wasserstoff als Energiespeicher und die Brennstoffzelle als Energiewandler – die in den nächsten Jahren anstehende Energiewende 3.0 ermöglichen.

HyWeb: „leicht lesbar und gut strukturiert“

Vorwort von Dr. Klaus Bonhoff, NOW GmbH
236 S., 54 Abb., 10 Tab., 3. Auflage, Okt. 2012
Hydrogeit Verlag, Oberkrämer
ISBN 978-3-937863-16-0, Preis: 19,90 Euro

H2YDROGEIT Verlag

Gartenweg 5
16727 Oberkrämer

Tel.: 033055 – 213-22
Fax: 033055 – 213-20

kontakt@hydrogeit.de
www.hydrogeit-verlag.de

Excellence in Fluid Technology

sera®

Membrankompressoren bis 1.000 bar

Der Kompressoren-Standard für die Industrie

ATEX-Baumustergeprüfte Komplettsysteme zur öl- und leckagefreien Verdichtung vieler Industriegase wie zum Beispiel: H_2, Cl_2, HCL, F_2, O_2, SiF_4, BF_3, Edelgase, Ethylene und viele weitere.

Besuchen Sie uns auf unserem Messestand auf der
F-Cell Stuttgart
06. – 08.010.2014

sera ComPress GmbH
sera-Straße 1
34376 Immenhausen
Deutschland
Tel.: +49 5673 999-04
Fax +49 5673 999-05
www.sera-web.com

Thema: Entwicklung | **Autor:** Mario Zedda

HÄRTETEST IN DER KLIMAKAMMER

Stack-Test unter extremen klimatischen Bedingungen

Abb. 1: *Ballard FCgen 1020 ACS* inklusive BoP bei -25 °C in der begehbaren Klimakammer

PEM-Stacks im Leistungsbereich von ein bis fünf Kilowatt sind als Backup-Energieversorgungssysteme für Anwendungen in der Telekommunikation weltweit gefragt. Elementare Vorteile der Brennstoffzellensysteme gegenüber bisher etablierten Technologien wie Dieselgeneratoren oder Batterien werden bei der Zuverlässigkeit, der Wartungsarmut und dem reduzierten Kühlaufwand gesehen. Die technischen Einsatzbedingungen im Anwendungsfeld Backup-Power sind – abgesehen von der Lastdynamik – ähnlich hart wie im automobilen Bereich: Weltweiter Einsatz unter extremen klimatischen Bedingungen, absolute Zuverlässigkeit, schnelles Startverhalten, häufige Start-Stopp-Fähigkeit, hundertprozentige Sicherheit.

Im Zeitraum September 2011 bis August 2013 haben wir in den Laboren des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE in Freiburg kommerziell erhältliche 1-kW-PEM-Stacks unter zum Teil extremen klimatischen Bedingungen getestet. Infrastruktur und technisch-wissenschaftliche Ausstattung unseres BZ-Testzentrums sind optimal dafür geeignet, Brennstoffzellen in diesem Leistungsbereich realitätsnah zu betreiben. Hier können Stacks in einer begehbaren Klimakammer inklusive Peripherie-Komponenten (Balance-of-Plant, BoP) charakterisiert werden. Eine Multikanal-Impedanzanlage analysiert online Flutungs- und Austrocknungserscheinungen simultan an allen Einzelzellen des Stacks. Die Ergebnisse ermöglichen den Stack-Entwicklern eine Optimierung ihres Stacks, und Systemintegratoren erhalten Hinweise zur Verbesserung der Betriebsführung.

STACKS UND TESTBEDINGUNGEN

Bei der Auswahl der zu untersuchenden Stacks legten wir Wert auf die Berücksichtigung von verschiedenen verfügbaren Stack-Technologien, um möglichst vielen Entwicklern einen Mehrwert durch unsere Messungen bieten zu können. Ein wesentliches Ziel war auch, technologiebedingte Unterschiede im klimaabhängigen Betriebsverhalten (z. B. zwischen luft- und flüssigtemperierten Stacks bzw. offener und geschlossener Kathode) prägnant aufzuzeigen.

Tabelle 1 zeigt die wichtigsten technischen Daten der vier untersuchten Stacks aus Kanada, Singapur, der Schweiz und Deutschland, die jeweils etwa 100 Stunden unter unterschiedlichsten Bedingungen betrieben wurden. Unser Fokus lag somit auf den kurzzeitigen Leistungsdaten und nicht bei den Themen Langzeitstabilität und Degradation.

Für alle durchgeführten Tests galt die Prämisse: „So realitätsnah wie möglich – so wissenschaftlich wie nötig“. Denn einerseits sind praxisorientierte Betriebsbedingungen eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Verwertbarkeit und Aussagekraft unserer Messergebnisse. Andererseits ist es wichtig, durch Einsatz wissenschaftlicher Methoden (z. B. Impedanzspektroskopie), Entwicklungspotential präzise aufzuzeigen, um den Industriepartner in der Entwicklungsphase seines Produkts effektiv begleiten zu können.

Alle Stacks wurden zunächst gemäß den Angaben in den Betriebsan-

Tab. 1: Die vier getesteten am Markt verfügbaren Stacks

	Ballard FCgen 1020 ACS	**Horizon H-1000**	**Ceka IHPoS-SA**	**UBzM HMH48-E**
Konstruktion	offene Kathode, Luftkühlung	offene Kathode, Luftkühlung	geschl. Kathode, Luftkühlung	geschl. Kathode, Flüssigkühlung
Nominalbetriebspunkt	1170 W, 18 V, 65 A	1032 W, 43 V, 24 A	600 W, 20 V, 30 A	1189 W, 29 V, 41 A
Anzahl Zellen	28	72	32	48
Aktive Fläche	150 cm²	120 cm²	62 cm²	92 cm²

Tab. 2: Übersicht über die klimatischen Bedingungen bei den Messungen

	Umgebungstemp.	Relative Feuchte
Nominal	25 °C	50 %
Feucht	25 °C	90 %
Trocken	25 °C	10 %
Tropen	40 °C	90 %
Wüste	40°C	10 %
Kalt	5 °C	50 %
Winter	-10 °C	10 %

leitungen getestet. Hierbei wurden BoP-Komponenten wie Purge-Ventile und Kathodenluft-Aggregate in den Teststand eingebunden, um die Betriebsumgebung praxisnah zu gestalten. Auch bei der Auswahl der BoP wurden die Herstellerempfehlungen berücksichtigt. Mit jedem Stack wurde ein umfangreiches Messprogramm abgefahren, wobei folgende Untersuchungsschwerpunkte gesetzt wurden:

- Überprüfung der Optimal- und Grenzwerte entscheidender Betriebsparameter, wie z. B. elektrische Last, Stack-Temperatur, Kathoden-Stöchiometrie, Purge-Intervall
- Startverhalten des Stacks
- Betriebsstabilität des Stacks und der BoP im Dauerbetrieb

In der Klimakammer erfolgte die Analyse der Abhängigkeit dieser Kriterien von klimatischen Umgebungsbedingungen. Hierzu wurden die in Tabelle 2 gezeigten Klimazustände definiert, unter denen die oben genannten Tests durchgeführt wurden. Die verschiedenen Kombinationen aus Temperatur und Feuchte sollten den weltweiten Einsatz der Brennstoffzellen im Anwendungsbereich Backup-Energieversorgung widerspiegeln.

Sofern diese Bedingungen außerhalb der Herstellerspezifikationen lagen, fuhren wir sie zunächst nur bis zum zulässigen Grenzwert an, um Schädigungen des Stacks zu vermeiden. Abhängig davon, wie erfolgreich der jeweilige Stack diese „Standard"-Tests überstanden hatte, wurden anschließend Klima- und Systemparameter auch über die Herstellerangaben und die oben genannten Tabellenwerte hinaus eingestellt, um Grenzbereiche für die Betriebsfähigkeit des Stacks und der BoP zu überprüfen.

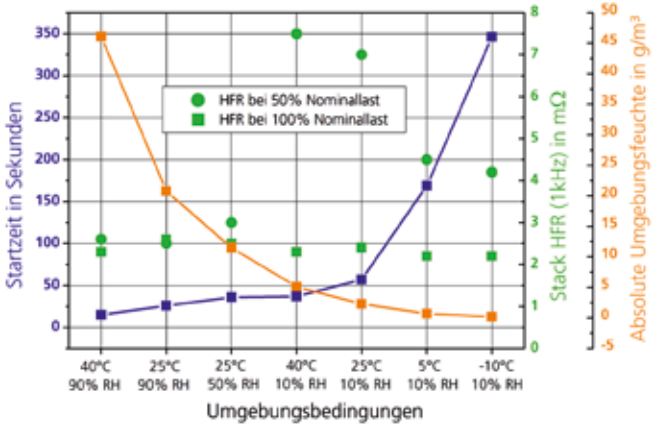


Abb. 2: In den Tests benötigte der *Ballard FCgen 1020 ACS* bei -10 °C und 10 % RH knapp 6 min., um im potentiostatischen Modus Nominallast zu erreichen.

JE TROCKENER, DESTO TRÄGER An allen Stacks wurden Startversuche im I- und U-Mode durchgeführt, bei denen die Zeit bis zum Erreichen des Nominalbetriebspunkts gemessen wurde. Während der Spannungs-Mode generell keine große Herausforderung darstellt – hier steigt die elektrische Last in dem Tempo an, das der aktuellen Performance des Stacks entspricht – , ist das Abfahren eines harten Stromsprungs von Ruhezellspannung auf Nominallast ein echter Härtetest, vor allem bei trockenen Umgebungsbedingungen. Die potentiostatischen Starts dauern umso länger, je trockener die Umgebungsluft ist. Kann die Umgebungsluft beim Passieren der offenen Kathoden viel Produktwasser aufnehmen, dann verläuft die Selbstbefeuchtung des Stacks langsamer. Deutlich erkennbar ist dies auch am Verlauf des HFR (s. Abb. 2). Nicht mit jedem Stack waren die Versuche im I-Mode möglich, weil Einzelspannungen unter die zugelassenen Grenzwerte rutschten.

Um die Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit aller Messreihen zu gewährleisten, wurde auf stets gleiche Versuchsabläufe geachtet. Bei den Startversuchen wurden die Stacks zunächst eine Stunde bei Nominallast unter den klimatischen Bedingungen, bei denen sie starten sollten, betrieben. Nach dem Entlasten folgten ein Spülvorgang und das Abkühlen des Stacks auf Klimakammer-Temperatur, bevor der Spannungs- beziehungsweise Stromsprung aufgeprägt wurde. Auch für diese Tests wurden möglichst realitätsnahe Bedingungen hergestellt: Die Kathodenluft wurde den Stacks aus der Klimakammer zugeführt und der Wasserstoff wurde vor Eintritt in den Stack über einen in der Klimakammer integrierten Wärmetauscher auf Klimakammer-Temperatur gebracht. >>

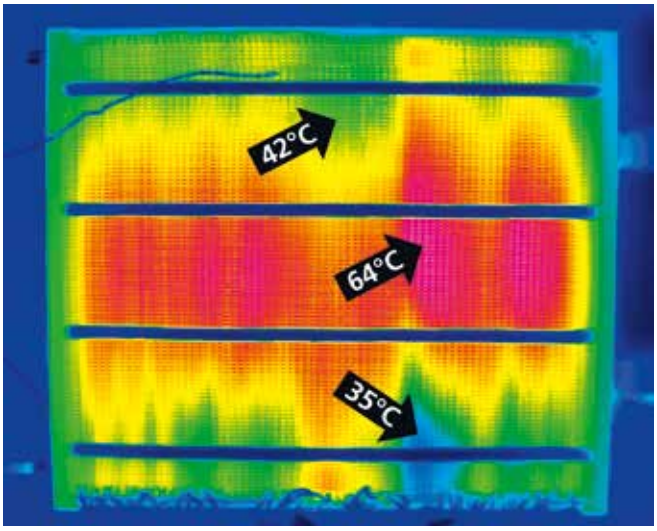


Abb. 3: Thermografieaufnahme des *Horizon H-1000* bei 25 °C / 50 % RH und Nominallast (0,2 A/cm²)

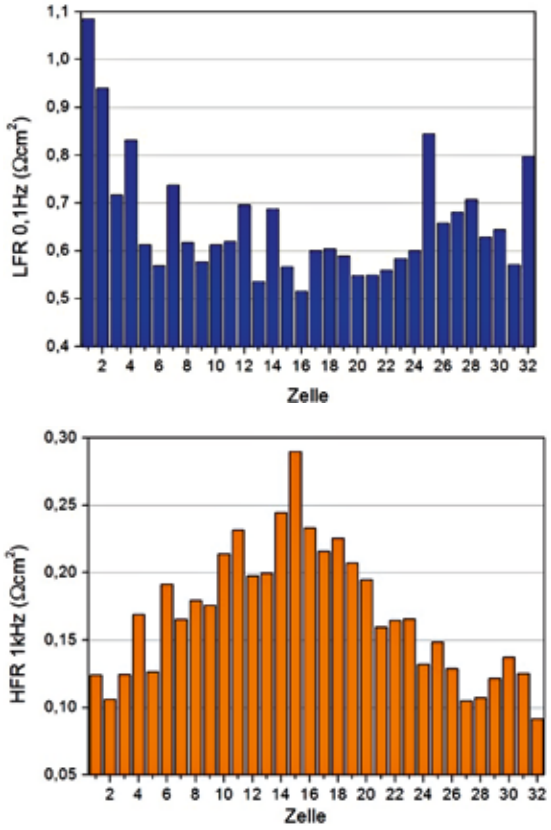


Abb. 4: Multikanalimpedanzspektroskopie am *Ceka IHPoS-SA*. LFR- (blau) und HFR-Verteilung (orange) bei 5 °C / 50 % RH und Nominallast (0,48 A/cm²) [Quellen: Fraunhofer ISE]

TEMPERATURGRADIENT ENTSCHEIDEND FÜR STABILITÄT

Im Rahmen der Versuche zur Betriebsstabilität wurden die Stacks jeweils mindestens eine Stunde unter den genannten Klimabedingungen betrieben. Zusätzlich wurde jede dieser Messreihen in drei verschiedenen Betriebspunkten (Nominallast, Maximallast, 50 % Nominallast) gefahren, um die Lastabhängigkeit der Betriebsstabilität zu prüfen. Unsere Multikanal-Impedanzanlage zeichnete online HFR (1 kHz) und LFR (0,1 Hz) der Einzelzellen auf. Dies geschah alles bei realitätsnahen Testbedingungen inklusive BoP und Gasvorkonditionierung.

In den Tests zeigte sich, dass die Betriebsstabilität der Stacks entscheidend von deren homogener Temperierung abhängt. Interne Temperaturgradienten führen zur Austrocknung der wärmeren, mittleren Zellen und somit erhöhtem HFR, während kältere Randzellen zu Flutung neigen, was sich in erhöhten LFR-Werten zeigt (s. Abb. 4). Der flüssigtemperierte *UBzM HMH48-E* entwickelte erwartungsgemäß die geringsten Temperaturgradienten, relativ unabhängig von den klimatischen Umgebungsbedingungen. Der höhere Aufwand für die Systemperipherie des Kühlkreislaufs findet in diesem Punkt durchaus seine Berechtigung. Beim *Horizon H-1000* sind Temperaturgradienten sowohl in Zellebene als auch senkrecht hierzu zu erkennen (s. Abb. 3). In unseren Versuchen traten im Klimapunkt „Nominal“ Betriebsinstabilitäten durch lokale Flutung und Austrocknung auf. Bei extremeren klimatischen Bedingungen verstärkte sich diese Tendenz.

Der Stack *Ceka IHPoS-SA* konnte in unseren Versuchen bei 5 °C und 50 % RH trotz lokaler Flutungs- und Austrocknungserscheinungen stabil betrieben werden (s. Abb. 4). Durch eine Verringerung des Temperaturgradienten könnte allerdings eine nennenswerte Leistungssteigerung erzielt werden.

Zusätzlich wurde auch die Funktionalität der von den Stack-Entwicklern teils empfohlenen BoP-Komponenten und Regelungsparameter überprüft. Denn interessant ist natürlich nicht nur, ob Instabilitäten im Betrieb auftreten, sondern auch, wie die Systemtechnik in diesem Fall eingreift. Zur Regelung von Stack-Temperatur, Purge-Intervall und Kathodenstöchiometrie wurden die entsprechenden Kennlinien in der Teststand-Software hinterlegt. Wo der Hersteller keine Daten angeben konnte, wurden Optimalwerte evaluiert. Somit konnte die BoP zuverlässig auf Betriebsinstabilitäten reagieren. Allerdings funktionierte dies nur so lange, wie die BoP mit den zum Teil extremen Temperaturen und Feuchten zurechtkam. So traten Betriebsunterbrechungen und -instabilitäten auf, weil sich Kathodengebläse wegen Überhitzung ausschalteten oder ein Feuchtesensor wegen ungünstiger Einbaulage betaute. Neben diesen beiden Beispielen gab es weitere Fälle, in denen nicht der Stack, sondern die BoP zu Ausfällen des Systems führte.

FAZIT Im Großen und Ganzen halten die Stacks, was sie versprechen. Die in den Betriebsanleitungen genannten Grenzwerte und Parameter werden erreicht. Die Startdauer bis zum Erreichen des Nominalbetriebspunkts war in unseren Versuchen wesentlich von der Feuchte der Umgebungsluft abhängig. Bei Systemstarts unter trockenen Bedingungen muss demnach ausreichend Überbrückungsenergie einkalkuliert werden.

Unsere Betriebsstabilitätstests zeigen, dass auch hier die klimatischen Umgebungsbedingungen einen entscheidenden Einflussfaktor darstellen. Stack-interne Temperaturgradienten führen zu Flutung und Austrocknung einzelner Zellen. Eine Optimierung der Regelungsparameter kann jedoch zur Stabilisierung des Betriebs beitragen. ||

Die Arbeiten wurden gefördert durch das BMWi.

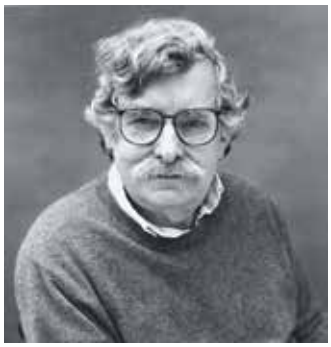
Autor:

Mario Zedda
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg
→ mario.zedda@ise.fraunhofer.de

Thema: International | **Autor:** Sven Geitmann

MR. HYDROGEN IST GESTORBEN

Bericht aus Übersee



Peter Hoffmann
[Foto: Ben Hoffmann]

Peter Hoffmann, der Gründer und Herausgeber des *Hydrogen & Fuel Cell Letters H&FC,* ist am 18. April 2014 im Alter von 78 Jahren gestorben. Der gebürtige Deutsche, der 1986 den H&FC-Letter ins Leben rief und seitdem regelmäßig herausbrachte, berichtete über Jahrzehnte stets aktuell und unabhängig über die Geschehnisse der Wasserstoff- und Brennstoffzellenbranche in den USA und darüber hinaus. Hoffmann verstand es, in seiner ihm eigenen humorigen Art auch komplizierte Sachverhalte anschaulich und verständlich dazustellen. Mit seinem Ausscheiden geht der Welt ein äußerst engagierter Wasserstofffreund und ein großartiger Mensch verloren.

Der Familienmensch Hoffmann, der am 28. Dezember 1935 in Berlin geboren wurde, kam das erste Mal als Austauschschüler 1952 in die Vereinigten Staaten von Amerika, zunächst nach Tucson. Später studierte er an der University of South Dakota und machte seinen Master in Yale sowie an der Columbia School of Journalism. Anschließend arbeitete er unter anderem für *AP, The Washington Post* und das *Time Magazine.* Für über 20 Jahre war er als Korrespondent und Büroleiter für McGraw-Hill World News in Bonn, in Mailand und Washington, DC, tätig und widmete sich intensiv der Fotografie. Er war verheiratet mit Sarah Hoffmann und hatte drei Söhne sowie einen Enkelsohn und lebte in Rhinecliff im US-Staat New York.

Dem Thema „Wasserstoff" widmete sich Hoffmann seit der ersten Ölkrise im Jahr 1973. Sein erster Newsletter trug noch den Titel *The Hydrogen Letter,* erschien im Mai 1986, umfasste vier Seiten und war „mit Hilfe eines überhitzten, mit einem Kühl-Akku gekühlten IBM-Nadeldruckers" (Zitat Hoffmann) produziert worden. Titel und Logo wurden dann neun Jahre später geändert. Seitdem heißt das Blatt *The Hydrogen & Fuel Cell Letter.*

40 JAHRE BERICHTERSTATTUNG Neben seiner Tätigkeit als Newsletter-Herausgeber schrieb der ausgewiesene Tierfreund in seiner über vierzigjährigen Schaffensphase zwei Bücher: Zunächst erschien im Jahr 1981 „The Forever Fuel: The Story of Hydrogen" im Westview-Press-Verlag. Im Jahr 2001 folgte beim MIT-Press-Verlag eine zweite, komplett aktualisierte Version unter dem Titel „Tomorrow's Energy: Hydrogen, Fuel Cells, and the Prospects for a Cleaner Planet". Die letzte Auflage davon erschien in überarbeiteter und erweiterter Form 2012.

Für seine „ausgezeichneten und nachhaltigen Leistungen" im H_2- und BZ-Sektor erhielt „die Stimme der internationalen Wasserstoff-Community" 2012 während der *World Hydrogen Energy Conference* (WHEC) in Toronto, Kanada, von der International Association for Hydrogen Energy die Auszeichnung als *IAHE Fellow.* 2005 erhielt er von der US-amerikanischen National Hydrogen Association den *Robert M. Zweig Public Education Award* für die Herausgabe „der ältesten, kontinuierlich erscheinenden Nachrichtenquelle ihrer Art". Acht Jahre zuvor hatte bereits sein Newsletter diese Auszeichnung erhalten.

Seine Frau Sarah, mit der er seit über 50 Jahren liebevoll verbunden war, schrieb auf der Homepage: „Peter und ich haben es über mehr als 30 Jahre geliebt, mit Euch allen aus der Wasserstoff-Community zu arbeiten, zu mailen, zu reden und voneinander zu lernen sowie miteinander zu lachen. Bis zum Ende war Peter davon überzeugt, dass Wasserstoff und Brennstoffzellen einen entscheidenden Teil zu einer sauberen Energiezukunft beitragen werden. Trotz der vielen Aufs und Abs innerhalb der vergangenen Jahre war Peter sehr optimistisch angesichts des aktuellen Aufschwungs der Aktivitäten und des Interesses." Seine Schwiegertochter Jill bezeichnete den Jazz-Liebhaber in ihrem Blog liebevoll als „vorausdenkenden energiepolitischen Reporter extraordinär" und „Hydrogen-Guru" mit Humor und Geistesblitz.

TRANSATLANTISCHE KOOPERATION Der Hydrogeit Verlag war mit Peter Hoffmann seit vielen Jahren eng verbunden, indem regelmäßig Berichte von deutschen Branchentreffpunkten in Hannover oder Stuttgart in übersetzter Form auch im H&FC-Letter veröffentlicht wurden. Im April 2011 wurde dieser Informationsaustausch noch intensiviert: Seitdem erschien eine Extrarubrik in jeder Ausgabe der Zeitschrift *HZwei,* in der die wichtigsten H&FC-Meldungen unter dem Titel „Berichte aus Übersee" ins Deutsche übersetzt abgedruckt wurden.

Die letzte Ausgabe des *Hydrogen & Fuel Cell Letters* erschien im April 2014. Bis kurz vor seinem Tod arbeitete Peter Hoffmann an der nächsten Ausgabe, die er aufgrund eines Herzinfarktes leider nicht mehr fertigstellen konnte. Die Website mit ihrem großen Archiv soll jedoch auch weiterhin zugänglich gehalten werden. Auf diese Weise wird Hoffmann der gesamten Wasserstoff-Community noch lange in Erinnerung bleiben. ||

REDAKTIONELLER BLICKWINKEL

In jüngeren Jahren besuchte Peter Hoffmann auch öfters die Hannover Messe. In einem Interview aus dem Jahr 2002, das von dem damaligen Organisator des Gemeinschaftsstandes Wasserstoff & Brennstoffzellen dokumentiert wurde, beschrieb Hoffmann die medialen Herausforderungen, mit denen eine neue Technologie wie die H_2- und BZ-Technik zu kämpfen hat. Er verwies darauf, dass es schwierig sei, in die Medien zu kommen, solange keine attraktiven Projekte oder neuen Entwicklungen für Schlagzeilen sorgten, warnte aber gleichzeitig davor, angesichts dieser Problematik Schlagzeilen zu erfinden. Er sagte: „Wir dürfen nicht vergessen, dass aus dem Blickwinkel von Redakteuren betrachtet die Wasserstoff und Brennstoffzellen in Konkurrenz stehen zu all den anderen Nachrichten – von Britney Spears bis zu Gerhard Schröder."

→ www.hfcletter.com

LANGER ATEM UND VIEL GEDULD

Interview mit Bundeswirtschaftsminister Sigmar Gabriel

Sigmar Gabriel

Das erste Jahr Regierungszeit ist noch nicht ganz um, aber schon jetzt steht fest, dass Sigmar Gabriel, Vize-Kanzler und Bundesminister für Wirtschaft und Energie, mit seinem Super-Ministerium die meisten Schlagzeilen macht. Hierbei ging es bisher vorrangig um die Ökostrom-Umlage sowie seinen Besuch in China. Allerdings gibt es nicht nur hier Fragezeichen: Auch die Zuständigkeiten bei Wasserstoff und Brennstoffzelle sowie bei Elektromobilität und Energiespeicherung sind immer noch nicht ganz geklärt. Bundesverkehrsminister Alexander Dobrindt hat sich zwar während der Haushaltsdebatte im April 2014 für die Fortführung des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie ausgesprochen (s. auch HZwei-Interview im April-Heft). Von Sigmar Gabriel, dem Bundesminister für Wirtschaft und Energie, gab es dazu allerdings bisher noch nicht viele Worte. Die *HZwei* bat ihn daher um die Beantwortung einiger Fragen.

HZwei: Sehr geehrter Herr Minister Gabriel, in Ihrer Funktion als Energieminister kümmern Sie sich derzeit primär um die Ökostrom-Umlage sowie die Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG). Über die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik haben Sie sich bisher noch nicht sonderlich häufig geäußert. Wie ist denn Ihre Haltung zu dieser Technologie? Ist sie Ihrer Meinung nach zukunftsfähig?

Gabriel: Für mich als Energieminister zählen drei Dinge: Wie schaffen wir es, die CO_2-Emissionen und den Energieverbrauch herunterzuschrauben? Wie bleibt das Energiesystem kostengünstig? Und wie bleibt die Energieversorgung so zuverlässig, wie wir alle es gewohnt sind und wie unsere Unternehmen es brauchen? Lösungen für diese Herausforderungen sind wesentlich für eine gesunde Weiterentwicklung unserer Wirtschaft und Gesellschaft.

Die Brennstoffzelle ist ein sehr effizienter und lokal emissionsfreier Energiewandler und kann in Zukunft eine wichtige Rolle bei der Umsetzung der Energiewende übernehmen. Wasserstoff in reiner Form oder weiterverarbeitet zu Methan kann sowohl als stationärer Speicher wie auch mobil als Kraftstoff flexibel dort eingesetzt werden, wo es Sinn macht. In der Hausenergieversorgung kann die Brennstoffzelle dazu beitragen, den Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung weiter zu erhöhen. Aus heutiger Sicht liegen die Kosten und die Lebensdauer der Technik immer noch nicht dort, wo sich ein Brennstoffzellensystem selbst tragen kann. Es gilt, auch durch weitere Forschungsförderung schneller zu Ergebnissen zu kommen.

HZwei: Im Koalitionsvertrag ist nachzulesen, dass die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) GmbH auch über das Jahr 2016 hinaus ihre Arbeit ausführen soll. Wird es also eine Art NIP 2.0 geben, das dann für diese Zeit gelten wird?

Gabriel: Mein Haus hat sich zusammen mit dem Verkehrsministerium beim NIP sehr stark engagiert. Bis zum Ende des NIP in 2016 wird das BMWi über 200 Mio. Euro für Forschung und Entwicklung der Brennstoffzelle und der Wasserstofftechnologie ausgeschüttet haben. Ich gehe davon aus, dass wir uns auch an einem Nachfolgeprogramm beteiligen werden, wenn es dazu kommen wird. Ein Schwerpunkt des BMWi ist das Energieforschungsprogramm, also die Förderung der Forschung und Entwicklung der Brennstoffzelle, aus der dann mittelfristig auch neue Ergebnisse am Markt sichtbar werden.

HZwei: Ich war dabei, als Sie während der Hannover Messe Anfang April beim Besuch des IBZ-Standes deutlich gemacht haben, dass Sie eine Anhebung der Bagatellgrenze für Brennstoffzellenheizgeräte nicht in Erwägung ziehen. Bitte erläutern Sie kurz Ihre Beweggründe.

Gabriel: Da der Ausbau der erneuerbaren Energien eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe ist, ist es nur gerecht, wenn die Finanzierung auch auf möglichst viele Schultern verteilt wird. Daher leisten künftig auch Eigenstromversorger – darunter Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen und Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien – ihren Beitrag, indem sie an der EEG-Umlage beteiligt werden. Beide Gruppen zahlen jedoch eine reduzierte EEG-Umlage von nur 50 Prozent. Gleichzeitig wurde die Förderhöhe entsprechend angepasst. So bleibt der Anreiz erhalten, bei der Eigenversorgung auf umweltfreundliche Technologien zu setzen. Die Bagatellgrenze für die Eigenversorgung dient ausschließlich dazu, dafür zu sorgen, dass der administrative Aufwand nicht außer Verhältnis zu den Einnahmen bei der EEG-Umlage steht. Eine substanzielle Anhebung der Bagatellgrenze würde relativ große Strommengen betreffen und könnte damit zu einem relevanten Anstieg der EEG-Umlage führen. Dies möchte ich im Interesse aller Stromverbraucher verhindern.

HZwei: Wie sehen Sie denn die Rolle Deutschlands im internationalen Vergleich in diesem Themensektor? Denken Sie, dass die

Bundesrepublik im Bereich Wasserstoff und Brennstoffzellen ein Leitmarkt werden kann?

Gabriel: Aus der Forschung zur Brennstoffzelle sind in den letzten Jahren in Deutschland einige beachtenswerte Ergebnisse hervorgegangen. Ich bin zuversichtlich, dass wir weitere gute Ergebnisse bekommen werden, wenn die im letzten Jahr mit 200 Mio. Euro Bundesmitteln gestarteten Projekte in der *Forschungsinitiative Energiespeicher* vorankommen. Wir alle wissen, dass Forscher nicht nur gute Einfälle und Wissen brauchen, sondern auch einen langen Atem und viel Geduld. Wir helfen ihnen dabei, indem vielversprechende Themen mit Forschungsgeldern unterstützt werden. Das gewonnene Know-how in Deutschland kann sich international sehen lassen. Wir achten darauf, dass dieser Vorsprung nicht verloren geht, sondern weiter ausgebaut wird.

HZwei: Was möchten Sie jetzt der Wasserstoff- und Brennstoffzellenbranche für die nächsten drei Jahre mit auf den Weg geben?

Gabriel: Die Energiewende ist eine große gemeinschaftliche Aufgabe, die alle Beteiligten des Energiesystems gleichermaßen fordert. Sie ist aber auch eine große Chance gerade für die hochspezialisierten Unternehmen in Deutschland. Neben dem Erreichen kurzfristiger Erfolgszahlen zeichnet einen guten Forscher und einen erfolgreichen Unternehmer ja gerade eines aus: an die eigene Idee zu glauben und sich von Fehlschlägen nicht entmutigen zu lassen. Wir schaffen im Energieforschungsprogramm günstige Rahmenbedingungen für mehr Innovation. Denn eines ist klar: Ohne die Unternehmen und Forschungseinrichtungen in Deutschland, die sich mit dieser Technologie beschäftigen, die neue Ideen entwickeln und diese auch umsetzen, werden wir langfristig die Energiewende nicht zum Erfolg führen können.

HZwei: Sehr geehrter Herr Minister, herzlichen Dank für dieses Gespräch

GUTE CHANCEN FÜR NIP 2.0

Die Zeichen dafür, dass es ein *NIP 2.0* geben wird, stehen gut. Eventuell wird die finanzielle Ausstattung zwar nicht ganz so hoch ausfallen, wie es seitens der Industrie ursprünglich vorgeschlagen worden ist, aber sie könnte doch in nennenswerter Höhe liegen. Den Vorschlägen der H_2- und BZ-Branche zur Modifizierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes stimmte der Bundesrat im Mai 2014 allerdings nicht zu. Der EEG-Entwurf geht jetzt zur weiteren Diskussion zurück in den Bundestag. ||

INDUSTRIE WILL INVESTIEREN

C. Fried, CEP-Pressesprecherin; W. Diwald, Sprecher Performing Energy; K. Reiche, T. Haberkamm, Linde/H_2Mobility; W. Tillmetz, ZSW/NOW-Beirat; K. Bonhoff, NOW

Deutsche Wirtschaftsunternehmen würden Geld in die Hand nehmen und in neue Technologien investieren, wenn der Staat entsprechend mitziehen würde. Mit dieser Botschaft gingen die Industrieinitiativen *Clean Energy Partnership* (CEP), *H2Mobility* und *Performing Energy* (PE) während der Hannover Messe 2014 an die Öffentlichkeit und betonten, dass sie sich aktiv für die Markteinführung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie einsetzen wollen. Dafür unterzeichneten sie am 8. April 2014 im Beisein von Katherina Reiche, Parlamentarische Staatssekretärin beim Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, eine Erklärung, in der sie ausdrücklich das von den Vertretern der Industrie und der Wissenschaft im NOW-Beirat ausgearbeitete Konzeptpapier zur Markteinführung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien unterstützen.

Die drei Initiativen vertreten die Interessen von knapp 30 Unternehmen, Instituten und Verbänden, schreiben jedoch in dieser Erklärung, dass insgesamt „300 Unternehmen der Automobil- und Zulieferindustrie, der Energieversorger, der Spezialchemie sowie der Maschinen- und Gerätehersteller in den nächsten zehn Jahren Investitionen in Höhe von mehr als zwei Milliarden Euro beabsichtigen“, um einen Markt für eine nachhaltige, sichere und wirtschaftliche Wasserstoffmobilität zu schaffen. Damit diese Gelder allerdings tatsächlich fließen, verlangt die Industrie „die Fortführung des NIP – als Rahmen für Forschung und Entwicklung, um die technologische Basis abzusichern, und als Programm zur Gestaltung der Marktaktivierung zentraler Produkte“. ||

HYDROGEIT-NEWSLETTER
DER INFO-SERVICE FÜR WASSERSTOFF UND BRENNSTOFFZELLEN
Kostenloser, monatlich erscheinender Newsletter mit aktuellen Meldungen, Terminen, Kommentaren und Freikarten
Jetzt anmelden unter: www.hydrogeit.de/newsletter.htm

Thema: Forschung | **Autorin:** Hélène Benveniste

NATÜRLICHER WASSERSTOFF

Ein Beitrag zum Energiemix?

Die ersten natürlichen Quellen von Wasserstoff wurden in den 1970er Jahren im Offshore-Bereich entdeckt. Aber obwohl diese Entdeckung bereits über 40 Jahre zurückliegt, gehört das französische Institut für Erdöl und neue Energien (IFPEN) weltweit doch zu den ersten Forschungszentren, die sich näher für Wasserstoffemissionen an Land interessieren. Erste Untersuchungen haben gezeigt, dass es durchaus häufiger zu kontinuierlichen natürlichen H_2-Emissionen auf der Erde kommt. Deshalb startete das IFPEN im April 2013 ein Forschungsprogramm, da sich auf deren Potenzial für eine industrielle Nutzung konzentriert.

Wasserstoff, so wie wir ihn heute kennen, wird nicht als Energiequelle, sondern als Energieträger betrachtet: Er wird nicht auf natürliche Weise wie fossile Energie freigesetzt, sondern entsteht erst bei der Umwandlung einer Ressource. Der in der Industrie beispielsweise bei der Raffination von Schweröl und der Herstellung von Ammoniak (Dünger) verwendete Wasserstoff wird hauptsächlich bei der Umwandlung von Erdgas (CH_4) auf Kosten von CO_2-Emissionen erzeugt. Künftig soll der durch Elektrolyse von Wasser erzeugte Wasserstoff als ausgleichender Energiespeicher für Schwankungen bei den erneuerbaren Energien – Solar- und Windenergie – betrachtet werden.

Es gibt jedoch immer mehr Hinweise auf erhebliche natürliche Wasserstoffemissionen. Wasserstoff könnte – wie fossile Brennstoffe – demzufolge nicht mehr nur als Energieträger fungieren, sondern als Energiequelle, wobei seine Verbrennung Wasser (H_2O) und nicht CO_2 freisetzt. Die Frage ist allerdings, ob „natürlicher" Wasserstoff tatsächlich existiert, ob er also als saubere Quelle beschrieben werden kann. Falls ja, kann er dann als nachhaltige Quelle bezeichnet werden? Genau das ist das Thema der aktuellen Arbeit des IFPEN.

Abb. 1: Dunit-Knolle, ultramafisches Gestein aus der Gruppe der Peridotite [Foto: Geologisches Institut Eberhard-Karls-Universität Tübingen]

OFFSHORE- UND ONSHORE-UNTERSUCHUNGEN Natürliche Emissionen wurden zunächst auf dem Meeresboden entlang des mittelozeanischen Rückens entdeckt. In dieser Umgebung kommt es durch das dort vorhandene Vulkansystem zu einem Strömungsprozess, der das Meerwasser und Peridotiten (ein grobkristallines ultramafisches Gestein, aus dem der größte Teil des Erdmantels besteht) bei sehr hoher Temperatur in Verbindung setzt. Bei Kontakt mit Meerwasser oxydiert dieses Gestein, bei dessen Reduktion Wasserstoff entsteht. Der Nachteil dieser Emissionen besteht darin, dass sie in der Tiefsee und sehr weit von der Küste entfernt entstehen und ihre Nutzung demzufolge bisher nicht wirtschaftlich ist.

Aus diesem Grund hat das IFPEN seine Untersuchungen auf die leichter zugänglichen Wasserstoffquellen an Land konzentriert, die in zwei unterschiedlichen geologischen

BESTELL-FORMULAR

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

Das Abonnement gilt für 1 Jahr und kostet 30,00 Euro inkl. MwSt. zzgl. 6,50 Euro Versand innerhalb Deutschlands.

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

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

Firma/Name Vorname

Straße

PLZ, Ort

Ort, Datum 1. Unterschrift

Ort, Datum 2. Unterschrift

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

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

Kontexten untersucht wurden:

- Große Peridotit-Vorkommen an der Erdoberfläche: Das ursprüngliche (Erd-)Mantelmaterial gelangt durch tektonische und/oder vulkanische Prozesse an die Oberfläche, wo es durch meteorisches Wasser verändert wird.
- Gebiete im Herzen der Kontinente, die Intraplatten-Bereiche, vor allem die Kratone, die geologisch sehr alten (präkambrischen) Kerngebiete der Kontinente, die aus stark metamorphen Gesteinen bestehen.

Auch wenn die wissenschaftliche Literatur zeitweilig über Wasserstoffemissionen berichtet, so wurden diese doch noch nie umfassend erforscht.

NACHGEWIESENE WASSERSTOFFSTRÖME Die ersten Untersuchungen des IFPEN bestätigten das Vorhandensein von lokal bedeutenden Wasserstoffströmen auf den weltweit größten Peridotit-Bergmassiven. Vor allem jedoch konnten sie die Allgegenwart von Wasserstoffströmen in Intraplatten-Bereichen nachweisen. Sie kommen zwar an den meisten Orten nur verstreut vor, weisen jedoch auch lokal erhebliche Ansammlungen auf.

Die verschiedenen untersuchten natürlichen Ströme enthalten jedoch bis zu 80 Prozent Wasserstoff. Dieses Gas wird mit Methan, manchmal mit Stickstoff und lokal mit Helium in wirtschaftlich nutzbaren Mengen versetzt. Heliumvorkommen sind allerdings auf der Erde sehr selten. Das Gas wird insbesondere in der High-Tech-Industrie eingesetzt.

Hinsichtlich der Gewinnung des auf der Erde vorkommenden Wasserstoffs bevorzugt das IFPEN zwei Wege:

- Oxidation des Gesteins (reich an reduziertem Eisen) durch Wasser
- Eine kontinuierliche Entgasung, was die übliche Vorstellung von der chemischen Zusammensetzung des Erdinneren völlig verändern würde

Als Pionier auf dem Gebiet der Erforschung des natürlichen, auf der Erde vorkommenden Wasserstoffs wird das Institut für Erdöl und neue Energien seine Untersuchungen im Rahmen eines neuen Programms weiterführen, um die technischen und wirtschaftlichen Interessen einer industriellen Erzeugung von natürlichem Wasserstoff einzuschätzen, insbesondere in den Kratonen, die einen sehr großen Teil der Erde ausmachen und deren Produktionspotenzial deshalb von Interesse wäre.

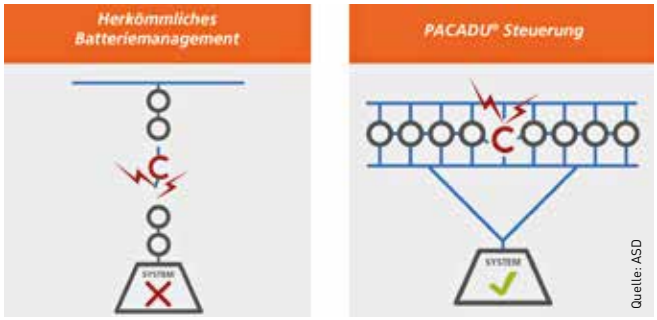
Sollte sich der natürliche Wasserstoff als nutzbar erweisen, könnte er zu einer neuen Quelle für nachhaltige Energie werden (die beobachtete Erzeugung ist ein kontinuierliches Phänomen im Zusammenhang mit der Dynamik der Erde), die sauber, umweltfreundlich und über die verschiedenen Kontinente gleichmäßig verteilt ist. Aber der Weg zu einer Massenproduktion ist noch lang. Bedeutende Forschungsanstrengungen sind erforderlich, um bestehende Hindernisse zu überwinden. ||

→ www.wissenschaft-frankreich.de

Autorin:

Hélène Benveniste
Wissenschaftsportal der Französischen Botschaft in Deutschland
→ helene.benveniste@diplomatie.gouv.fr

PARALLEL- STATT REIHENSCHALTUNG



Während der Intersolar Europe hat die Firma Automatic Storage Device eine Entwicklung vorgestellt, die die Energiespeicherbranche revolutionieren könnte: Das Freiburger Unternehmen präsentierte auf der *Fachmesse für die Solarwirtschaft* eine Elektronik, die die Parallelschaltung von Batteriezellen ermöglichen soll. Die Parallelschaltung würde die Leistungsfähigkeit und Lebensdauer von Akkus erheblich verbessern und nach Angaben von ASD die Kosten für Speicher um bis zu 30 Prozent senken. Bisher bestimmte die schwächste Zelle die Leistung der gesamten Reihe. Außerdem konnten nur Zellen des gleichen Herstellers, Typs und der gleichen Batterietechnik verbunden werden. „Mit dem *Pacadu* können Zellen unabhängig von Größe, Hersteller, Speichertechnologie und Leistungsfähigkeit in einem Speicher kombiniert werden – in beliebiger Anzahl“, erklärte ASD-Geschäftsführer Wolfram Walter. Weiter sagte er: „In vier Jahren wird niemand mehr Batteriezellen in Reihe schalten.“ ||

WCRE
World Council for Renewable Energy

IRES Symposium

EUROSOLAR
Europäische Vereinigung für Erneuerbare Energien e.V.

IRES-Symposium
Politische Rahmenbedingungen und Finanzierungsfragen der Speicherung Erneuerbarer Energien
18. November 2014, Berlin
Weitere Informationen: **www.symposium.ires2014.de**

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

VW SETZTE BERLIN UNTER STROM

e-Golf im Rahmen der e-Mobilitätswochen vorgestellt

Volkswagen hat als nächster Automobilkonzern nach BMW eine Elektromobilitätsoffensive gestartet: Ende März 2014 veranstalteten die Wolfsburger die *e-Mobilitätswochen* und präsentierten im Rahmen einer 14-tägigen Veranstaltung in Berlin den neuen *e-Golf*. Neben speziellen Presse- und Öffentlichkeitstagen auf dem ehemaligen Flughafen Tempelhof organisierte der größte europäische Autobauer unter dem Titel *electrified! The Club Nights* auch zahlreiche Konzerte mit Show-Größen elektronischer Musik. Umrahmt wurde all dies von dem 40. Golf-Jubiläum: Seit 1974 sind bei Volkswagen über 30 Mio. Golf-Exemplare vom Band gelaufen.

VW hatte sich einiges einfallen lassen, um Journalisten, Analysten, Investoren, Händler und potentielle Kunden an das Thema Elektromobilität heranzuführen: In den Hangars des ehemaligen Flughafens war auf einer Fläche von 1.000 m² eine interaktive Ausstellung aufgebaut worden (14.000 m² Grafikfläche), in der neben dem *e-Golf* auch der *e-up!*, der *XL1* sowie *Nils* inklusive der neuen Antriebstechnologie vorgestellt wurden. Volkswagen gestattete dort Einblicke in das Innenleben der Automobile und erklärte sein neues Mobilitätskonzept (s. Abb. 2), das auf verschiedenen energieeffizienten Antriebstechniken basiert.

Abb. 2: Da staunt der Nachwuchs angesichts des VW-Mobilitätskonzepts

Abb. 3: Die Synchronmaschine mit 1-Gang-Getriebe

TESTFAHRT MIT DEM *e-GOLF*

Von außen sieht der *e-Golf* wie ein ganz normaler Golf aus. Von innen auch. Zunächst deutet nichts darauf hin, dass hier innovative Technik verbaut wurde. Lediglich das Cockpit und die Schaltung unterscheiden sich beim näheren Hinsehen von einem Benzin- oder Dieselfahrzeug: Im Cockpit ist anstelle eines Drehzahlmessers eine Leistungsanzeige zu finden (s. Abb. 4). Im Display wird der aktuelle Energieverbrauch in Kilowattstunden Strom pro 100 km angezeigt, also kein wirklich großer Unterschied zu den Verbrennern. Gewöhnungsbedürftig ist hingegen der Umgang mit den verschiedenen Fahrmodi sowie den Rekuperationsstufen.

Abb. 4: Cockpit im e-Golf

Foto: Volkswagen

Der Fahrer kann bei der Beschleunigung wählen zwischen drei Einstellungen für den Fahrmodus: Im Normalzustand stehen 85 kW und 270 Nm zur Verfügung. Im *Eco*-Modus sind es 70 kW bei 220 Nm, die sich im *Eco+*-Modus weiter auf 55 kW bei 175 Nm reduzieren.

Ähnlich ist es bei der negativen Beschleunigung, sprich bei der Rekuperation: Die Energierückgewinnung kann in fünf Stufen eingestellt werden. Verzichtet man auf Rekuperation (Stufe: D), rollt der Wagen beim Loslassen des Gas- beziehungsweise Strompedals ungebremst weiter. In der Stufe D1 bremst er kaum merklich ab. Erst ab der zweiten Stufe (D2) verzögert er deutlich, weshalb dann automatisch die Bremslichter aufleuchten. In Stufe 4 (B) ist die Negativbeschleunigung so stark, dass man das Bremspedal kaum noch benötigt. Wie viel Energie auf diese Weise zurückgewonnen werden kann beziehungsweise um wie viele Kilometer sich dadurch die Reichweite verlängert, wird im Display des Infotainmentsystems angezeigt.

Das Fahren im Elektro-Golf ist durchaus angenehm: Es ertönt kein nerviges Surren wie bei einer S-Bahn. Nur bei zügiger Beschleunigung ist ein dezentes Summen zu vernehmen, ansonsten ist es wirklich leise, da auch der Rollwiderstand der Reifen minimiert wurde. Die Stromkosten für eine Fahrstrecke von 100 km gibt Volkswagen mit 3,28 Euro an.

Außerdem war ein riesiger Parcours mit 2.500 Pylonen auf dem Rollfeld aufgebaut worden, in dem die insgesamt 10.000 Gäste an den Besuchertagen mit den über 100 bereitgestellten Testautos insgesamt 6.000 Probefahrten absolvierten. Darüber hinaus erschienen an den Pressetagen über 600 Journalisten und nutzten die Gelegenheit, die Elektrofahrzeuge im Straßenverkehr zu erproben.

FASZINIEREND UND VIELFÄLTIG Damit sich dieser Aufwand tatsächlich lohnte, veranstaltete der Wolfsburger Konzern in diesem Jahr auch seine Jahrespresse- und Investorenkonferenz vor Ort, so dass die 250 Wirtschaftsjournalisten sowie 80 Analysten und Investoren ebenfalls dort informiert werden konnten. Von VW hieß es dazu: „Wir wollen unmissverständlich klarmachen, dass mit der Elektrifizierung von Fahrzeugen eine neue Mobilität da ist." Stephan Grühsem, Generalbevollmächtigter der Volkswagen AG und Leiter der Konzernkommunikation, fasste das Geschehen zusammen, indem er feststellte: „Wir haben gezeigt, wie faszinierend und vielfältig die e-Mobilität ist."

Thomas Lieber, Leiter der technischen Entwicklung, sagte dem Tagesspiegel: „Wir bauen keine Nischenprodukte. Wir wollen ein Fahrzeug in die Breite des Marktes bringen." Dieser Markt liegt allerdings zunächst wegen der besseren Rahmenbedingungen in Skandinavien und in den Niederlanden und nicht so sehr in Deutschland, wie Lieber erklärte: „Norwegen wird für uns ein wichtiger Markt werden. Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen machen dort den e-Golf preislich attraktiv." ||

PRODUKTIONSSTART

Der erste handgefertigte *XL1* (Plug-in-Hybrid mit einem Verbrauch von 0,9 l auf 100 km) ist Ende Mai 2014 in der *Gläsernen Manufaktur* von Volkswagen in Dresden an den ersten Kunden übergeben worden.

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

DAS SCHWEIZER TASCHENMESSER DER H_2-TANKSTELLEN

Erstbetankung am Berlin-Brandenburger Flughafen

Die Parlamentarische Staatssekretärin Katherina Reiche vollzog die erste Betankung.

Nach der Grundsteinlegung für die Multi-Energie-Tankstelle am 5. Dezember 2012 ist nach fast eineinhalb Jahren Bauzeit die erste offizielle Betankung eines Wasserstofffahrzeugs vorgenommen worden. Am 23. Mai 2014 und somit sechs Monate später als geplant befüllte Katherina Reiche, die Parlamentarische Staatssekretärin beim Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, am Flughafen Berlin Brandenburg einen Brennstoffzellen-Pkw aus der Flotte der Clean Energy Partnership. Die mehrmonatige Verzögerung der Anlagenfertigstellung war in diesem Fall verschmerzbar, da zu diesem sogenannten „Hub für grünen Wasserstoff" (H2BER) wegen der wiederholt verschobenen Eröffnung des Flughafens derzeit ohnehin kaum Fahrzeuge zum Tanken kommen.

Das Wetter war blendend, die Laune bestens. Die versammelten Projektpartner zeigten sich ebenso erfreut über die Fertigstellung der neuen H_2-Betankungsstation wie Katherina Reiche. Kein Wunder, ist doch dieser Standort ein Vorzeigeprojekt für die gesamte Energiebranche. Dementsprechend trägt diese Station den vielsagenden Titelzusatz „Multi-Energie-Tankstelle", da hier nicht nur Wasserstoff, sondern an extra Zapfsäulen auch Erdgas und Flüssiggas getankt und zudem Strom an einer Schnellladesäule geladen werden kann.

IONISCHE VERDICHTER IN KLEINSERIE Als Erstes fällt der große Gasdruckspeicher ins Auge. Achtzehn Meter reckt er sich hinter dem Tankstellengebäude in die Höhe und speichert bei 45 bar bis zu 360 kg Wasserstoff. Das hört sich zunächst nicht nach sonderlich viel Gas an, reicht aber aufgrund des geringen Gewichts von Wasserstoff für eine Fahrstrecke von über 30.000 km – also fast einmal um die Erde mit einem Brennstoffzellenauto. Dieser stationäre GH_2-Tank soll nach Auskunft von Markus Bachmeier, Leiter Hydrogen Solutions bei Linde, ein Speicher sein, „der atmen kann", damit er je nach Bedarf den vor Ort mit Hilfe von Windkraft und Sonnenenergie erzeugten Wasserstoff einlagern und auch wieder abgeben kann.

Linde erprobt hier noch weitere Technologien. Dementsprechend betrachtet Markus Bachmeier diesen Standort mit ganz besonderen Augen: „Es ist wie ein Labor: Das Schweizer Taschenmesser unter den Wasserstofftankstellen." So stehen neben dem Großtank zudem noch mehrere Gasflaschenbündel zur Verfügung, die den Wasserstoff für die Fahrzeugbetankung bevorraten. Zur Komprimierung auf bis zu 900 bar dient ein ionischer Verdichter der Linde AG. Damit zukünftig weitere dieser Kompressoren genutzt und auch weltweit verkauft werden können (s. *Energiepark Mainz* S. 22), baut das Gaseunternehmen derzeit in Wien Fertigungsanlagen auf, um im Sommer 2014 den Bau einer Kleinserie starten zu können.

SPEICHERN, EINSPEISEN ODER VERBRENNEN Als dritte Speicheroption wird am Schönefelder Flughafen die Technologie des neuen Projektpartners McPhy erprobt: Hierbei handelt es sich um einen Feststoffspeicher mit einer Kapazität von 100 kg. Das darin enthaltene Metallhydrid ermöglicht eine höhere Energiedichte als bei der Bevorratung von flüssigem Wasserstoff. Erzeugt wird der Wasserstoff in einem alkalischen Druckelektrolyseur, der ebenfalls von McPhy kommt und von Enertrag betrieben wird. Roland Käppner, Geschäftsführer von McPhy, berichtete stolz, dass dieses 500-kW-Modul „der derzeit größte Elektrolyse-Stack weltweit" sei. Er kann über 200 kg Wasserstoff am Tag produzieren, was für etwa 50 Betankungen von Brennstoffzellenfahrzeugen ausreicht. Die benötigte Elektrizität soll aus einem naheliegenden Windpark sowie aus der auf den Stationsgebäuden installierten Photovoltaikanlage bezogen werden. Weiter erklärte Käppner gegenüber *HZwei,* dass dieser Stack problemlos bis auf 2 MW erweitert werden kann, indem einfach mehr Zellen installiert werden.

Wasserstoff, der nicht für die Vertankung an den zwei H_2-Zapfsäulen benötigt wird, kann ins öffentliche Erdgasnetz eingespeist oder in dem vor Ort installierten Blockheizkraftwerk umgesetzt werden. Die Firma 2G hat dafür ein BHKW entwickelt, das speziell für Wasserstoff ausgelegt ist, das alternativ aber auch mit Erdgas (mit bis zu 10 % Bioanteil) betrieben werden kann. Im Betrieb versorgt es alle Tankstellengebäude mit Strom und Wärme.

ENTSCHEIDUNG IM HERBST 2014 In ihrer Ansprache anlässlich der Eröffnung stellte Katherina Reiche fest: „Für mich ist klar, dass Wasserstoff neben der Elektromobilität eine gleichberechtigte Säule ist". Weiter bezeichnete sie es als originäre Aufgabe ihres Ministeriums, „zu fördern, bis etwas marktfähig ist." Zur Weiterführung des derzeit noch bis 2016 laufenden Nationalen Innovationsprogramms für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie stellte sie fest: „Wir müssen ein klares Signal geben, dass es darüber hinaus weitergehen wird. Das müssen wir im Herbst schaffen." Gleichzeitig gab sie den versammelten Projektpartnern noch ihre „Zusage, dass wir uns weiter gut um Sie kümmern werden".

JETZT FEHLEN NUR NOCH DIE FAHRZEUGE Insgesamt fließen über 10 Mio. Euro Gesamtinvestitionen in die neue

Abb. 2: Neue Hinweisschilder für H_2-Stationen und Ladesäulen

Technologie an diesem Standort in unmittelbarer Nähe des Flughafen-Tanklagers – die Hälfte davon öffentliche Förderung im Rahmen des 50-Tankstellen-Programms des Bundesverkehrsministeriums. Dies könnte gut angelegtes Geld sein, wenn es denn Fahrzeuge gäbe, die dort tanken würden. Hier macht jedoch nicht nur der verzögerte Flughafenbau einen Strich durch die Rechnung. In Berlin gibt es zwar mehr H_2-Fahrzeuge als sonst irgendwo in Deutschland, aber kaum eines fährt raus bis nach Schönefeld. Dies liegt auch daran, dass sich die Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) immer weiter aus diesem Technologiesektor zurückziehen (s. Kasten). Auf Nachfrage der *HZwei,* warum dies so sei, erklärte Patrick Schnell, Sprecher der Clean Energy Partnership: „Es muss eine Unterstützung vom Senat kommen. Daran wird gearbeitet. Aber solange der politische Wille nicht da ist, wird es keine Wasserstoffbusse bei der BVG geben." Da die Berliner Verkehrsbetriebe ein Landesunternehmen in öffentlicher Hand sind, ist hier die Zustimmung des Berliner Senats notwendig, dieser aber sträubt sich.

Damit aber zukünftig die Autofahrer rechtzeitig sehen können, wo Betankungsstationen für Brennstoffzellenfahrzeuge und wo Ladesäulen für Elektroautos sind, stellte die CEP während dieser Veranstaltung neue Straßenschilder vor (s. Abb. 2): Analog zu den Hinweisschildern für LPG- oder CNG-Stationen ist darauf die Abkürzung „H_2" beziehungsweise ein Stromstecker zu erkennen. ||

BVG SCHLIESST H_2-TANKSTELLE AN DER HEERSTRASSE

Wie schon längere Zeit absehbar war (s. HZwei-Heft Jan. 2013), hat die BVG im Frühjahr 2014 den Betrieb der verbliebenen vier Wasserstoffbusse in Berlin endgültig eingestellt. Damit einher ging auch die Schließung der Wasserstofftankstelle an der Heerstraße in Berlin-Spandau. Dabei hatte der frühere Vorstandsvorsitzende der Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) Andreas Sturmowski vor acht Jahren noch erklärt: „Umweltschutz ist bei uns in der BVG nicht nur gleichberechtigtes Unternehmensziel, er hat für die BVG schon immer eine wichtige Rolle gespielt." Weiter hatte er gesagt, das größte kommunale Nahverkehrsunternehmen Deutschlands freue sich, auch auf diesem Gebiet Standards setzen und Vorreiter beim Schutz der Umwelt sein zu können.

Quasi als Ersatz für diesen im März 2006 eröffneten Standort begann Total im April 2014 den Bau einer neuen Station an der Heerstraße Ecke Jafféstraße unweit des Messegeländes in der Hauptstadt. Diese Tankstelle könnte zukünftig ihren Wasserstoff von dem Standort in Berlin-Schönefeld beziehen.

STANDORTE FÜR H_2-STATIONEN FESTGELEGT

Die Clean Energy Partnership (CEP) hat die voraussichtlichen Standorte für etliche der rund 35 in Planung befindlichen Wasserstofftankstellen bekanntgegeben. Während der Hannover Messe Anfang April 2014 präsentierte die Industrieinitiative zusammen mit der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie GmbH (NOW) eine entsprechende Deutschlandkarte (s. Abb.), auf der die Kommunen beziehungsweise die Städte eingetragen sind, in denen die nächsten Betankungsstationen installiert werden sollen, damit die Gesamtzahl innerhalb der nächsten Monate von derzeit fünfzehn auf 50 ansteigen. Die Standortfestlegung richtete sich nach der Bevölkerungsdichte sowie nach der Vorgabe, dass sich bis Ende 2015 auf den Autobahnen mindestens alle 90 Kilometer eine Betankungsstation befindet. Zur Umsetzung dieses Vorhabens soll noch 2014 ein Joint Venture gegründet werden. Weiterhin ist geplant, dass die Tankstellenzahl gemäß einer Vereinbarung der *H_2Mobility*-Mitglieder mit dem ehemaligen Bundesverkehrsminister Peter Ramsauer bis 2023 auf 400 wächst. In der Vergangenheit hatte es allerdings wiederholt Verzögerungen bei der Erzielung der vorher artikulierten Vorgaben gegeben. Auch jetzt bei der Standortfestlegung räumte Thorsten Herbert, der NOW-Programmmanager Transport, ein: „Die Lokalisierung dauerte länger als erwartet."

Während an einigen Standorten neue H_2-Stationen hinzukommen, werden andernorts bestehende Stationen geschlossen (s. Kasten S. 40). NOW-Geschäftsführer Dr. Klaus Bonhoff versicherte jedoch, dass er die Zahl von insgesamt 50 Wasserstofftankstellen bis 2015 sehr genau nehme. So werde für jede ausrangierte Betankungsanlage eine neue errichtet, wobei nach Möglichkeit zudem darauf geachtet werde, dass alte, aber noch funktionstüchtige Komponenten nicht verschrottet, sondern an Forschungsinstituten weiter genutzt werden. So wird beispielsweise die Tanktechnik, die 2010 in der Berliner Holzmarktstraße installiert wurde, zum symbolischen Preis von einem Euro zu Forschungszwecken an das KIT gegeben. Bonhoff deutete allerdings auch an, dass nicht ganz auszuschließen ist, dass eventuell die eine oder andere Tankstelle dieses Kontingents erst 2016 errichtet wird.

Außerdem beabsichtigt die Westfalen AG zusammen mit der Tank & Rast GmbH die Errichtung von je einer Wasserstofftankstelle pro Fahrtrichtung an der A 30 auf dem Rastplatz Brockbachtal in Westerkappeln-Velpe. Dies wären dann die ersten H_2-Betankungsstationen auf Rastplätzen an Bundesautobahnen. Rein rechnerisch würden diese Standorte zu den bisher von der CEP geplanten hinzukommen, da die Westfalen AG bisher noch kein Projektpartner ist. ||

Thema: Elektromobilität | **Autorin:** Elke Bouillon

SMART-MOBILITY – IKT FÜR ELEKTROMOBILITÄT

Serie: Elektromobilität in Thüringen

Mit neuen IT-Lösungen die Durchsetzung der Elektromobilität unterstützen – das hat sich das Konsortium des Projektes *Smart Mobility in Thüringen (sMobiliTy)* vorgenommen. Eine Informations- und Kommunikationsplattform ermöglicht dabei die Vernetzung von bestehenden technischen Systemen wie Energieversorgungsnetz, Verkehrsinfrastruktur, Fahrzeug und Fahrer. Auf dieser Basis werden intelligente Assistenz- und Servicekonzepte sowohl für den Nutzer als auch für den Infrastrukturanbieter entwickelt und angeboten.

Abb. 1: Intelligentes Last und Lademanagement [Quelle: enviaM]

Bei der Erfüllung der Mobilitätsbedürfnisse nimmt das Auto für die meisten Menschen einen wichtigen Stellenwert ein. Dafür sind in den vergangenen Jahrzehnten Infrastrukturen wie Straßen, Verkehrsregeln, Tankstellen und nicht zuletzt Fahrzeuge entstanden. Um die zukünftigen gesellschaftlichen Herausforderungen wie Ressourcenverbrauch, CO_2-Belastung und lokale Schadstoffemissionen vor allem in Ballungsgebieten in den Griff zu bekommen, wird dem Elektrofahrzeug eine Schlüsselrolle zukommen. Hierbei genügt es allerdings nicht, Elektroantriebe in das Fahrzeug einzubauen und die herkömmlichen Tankstellen mit Ladepunkten auszustatten. Nicht nur unsere Mobilitätsgewohnheiten müssen sich ändern, auch die Infrastruktur muss angepasst und intelligent genutzt werden, um die Kosten für einen Ausbau niedrig zu halten.

ENTWICKLUNG EINER CLOUD-SYSTEMARCHITEKTUR Die grundlegenden Infrastrukturen, die für den Einsatz von Elektrofahrzeugen notwendig sind, haben zum großen Teil bereits Bestand. Elektrofahrzeuge im breiten Alltagseinsatz erfordern jedoch entweder milliardenschwere Investitionen in den weiteren Ausbau oder die intelligente Nutzung vorhandener Infrastrukturen und technischer Systeme. Dafür müssen diese Systeme miteinander vernetzt werden, und zwar nicht nur materiell (Ladepunkte auf öffentlichen Parkplätzen), sondern auch über einen Informationsaustausch untereinander.

Im Projekt *sMobiliTy* wird solch eine Cloud-Systemarchitektur geschaffen, die bestehende technische Systeme miteinander vernetzt. Berechtigte Teilnehmer an der Cloud können so gezielt Informationen untereinander austauschen, ohne ihre Systeme füreinander öffnen zu müssen. Informationen können in der Cloud selektiert, verarbeitet und gezielt ausgetauscht werden. Auf Grundlage von Zahlungsmodellen in der Cloud lassen sich darüber hinaus auch neue Geschäftsmodelle entwickeln.

Welcher Nutzen entsteht auf diese Weise?

BSP. 1: INTELLIGENTES LAST- & LADEMANAGEMENT Ökologisch und ökonomisch ist die Ladung von Elektrofahrzeugen dann günstig und sinnvoll, wenn viel regenerative Energie im Netz verfügbar ist. Bei der Ladung ist zudem die aktuelle Situation im Energienetz zu beachten. Hier darf es nicht zu einer Gefährdung der Energieversorgung beziehungsweise Versorgungssicherheit durch Überlastung der Betriebsmittel im Verteilnetz kommen. Da Fahrzeuge oft in einem Zeitraum von mehreren Stunden geladen werden können, am Wohn- oder Arbeitsort, kann die Ladung über diesen Zeitraum hinweg optimal gesteuert werden. Ein intelligentes Last- und Lademanagement wird dies möglich machen. Hierbei sollen sowohl Aspekte des Verteilnetzbetreibers als auch der Akteure am Energiemarkt berücksichtigt und somit eine Integration der Betriebsführungsaspekte der Versorgungsnetze in den Energiemarkt erprobt werden. Um dem Ziel einer wirtschaftlichen und einfachen Lösung näher zu kommen, wird der Einsatz der Langwelle erprobt. Diese ist deutlich günstiger und verfügt über eine bessere Erreichbarkeit als eine Steuerung auf Basis von GSM- oder DSL-Kommunikation und gilt als etablierte Technologie im Energiebereich.

Die Akzeptanz des gesteuerten Ladens beim Fahrzeugnutzer wird über die Auswahlmöglichkeiten durch den Nutzer sichergestellt. So kann je nach Wunsch das Fahrzeug auch sofort geladen werden. Für das gesteuerte Laden wird ein finanzieller Anreiz über günstige Tarife geschaffen.

BSP. 2: OPTIMIERENDE NAVIGATIONSLÖSUNG Navigationslösungen können heute schon dem Fahrer die schnellste oder kürzeste Strecke vorschlagen. Aktuelle Baustellen oder Verkehrsbehinderungen sind für das Fortkommen gerade im innerstädtischen Raum oft entscheidend. Detaillierte Verkehrsinformationen stehen in Echtzeit im Verkehrsmanagementsystem der Städte und Gemeinden zur Verfügung. Mit der Bereitstellung dieser Informationen sind Navigationslösungen in ganz neuer Qualität möglich. Insbesondere für Fahrer von Elektrofahrzeugen mit einer begrenzten Reichweite können diese Informationen entscheidend sein.

SERVICES FÜR UNTERSCHIEDLICHE ZIELGRUPPEN Geringere Reichweiten und spezielle Ladeanforderungen von Elektrofahrzeugen bedingen ein verändertes Informationsbedürfnis des Fahrers. Er möchte wissen, ob sein Auto bereits voll geladen ist, während er noch im Café sitzt. Er braucht die Information, ob er seinen Zielort mit dem aktuellen Ladestatus erreichen kann, oder wo entsprechend eine Zwischenladung möglich ist. Diese Lösungen sind mit der Systemplattform möglich.

Aber auch die Anbieter der Infrastruktur profitieren von der neuen Systemplattform. Die somit verfügbare Flexibilität der mobilen Speicher wird den Akteuren der Energie-

versorgung verfügbar gemacht. Im Verteilnetz des Netzbetreibers können Betriebsmittelüberlastungen vermieden werden. Durch das intelligente Lastmanagement werden so aufwendige Investitionen in einen Infrastrukturausbau gedämpft. Energieanbieter können die Flexibilität nutzen, um das Beschaffungsportfolio zu optimieren und Systemdienstleistungen anzubieten, wodurch langfristig auch für den Endkunden günstigere Preise realisiert werden können.

Die im Navigationssystem eingegebenen Ziele können für die Verkehrsprognose und damit für das Verkehrsmanagement mithilfe einer eigens im Projekt entwickelten Verkehrsmanagementplattform genutzt werden. Die Integration von Daten zur Umweltsituation sowie zur aktuellen, ortsaufgelösten Verkehrslage können – wenn es die rechtlichen Rahmenbedingungen ermöglichen – Verkehrsflüsse verstetigen und lenken und beispielsweise bei starker Belastung Straßen nur für emissionsfreie Fahrzeuge freigeben.

OFFENE SYSTEMPLATTFORM Die entwickelte Systemplattform ist offen und herstellerunabhängig. Das heißt, es können jederzeit weitere Systeme integriert und damit auch weitere Services angeboten werden. So wird bereits jetzt mit *LEMperfekt* eine Datenbank in das System eingebunden, die über die Verfügbarkeit von Lademöglichkeiten informiert. Ebenso werden Informationen über den ÖPNV integriert, die ein Umsteigen des Fahrers auf andere Mobilitätsanbieter erleichtern.

KONKRETE UMSETZUNG Ab April 2015 wird mit einem Demonstrationsvorhaben diese Plattform anhand von zwei konkreten Dienstleistungen für Halter von Elektrofahrzeugen erprobt. Einerseits wird ihnen durch die Integration der hochaktuellen lokalen Verkehrslage in die Navigation für Erfurt ein reisezeit- und reichweitenoptimierendes Fahren durch die Stadt ermöglicht. Andererseits werden alle Teilnehmer am Demonstrationsversuch durch einen „lastvariablen Fahrstromtarif“ zu vergünstigten Preisen Strom „tanken“ können, wenn sie dem Energieversorger erlauben, das Auto außerhalb der Spitzenlastzeiten mit Strom zu laden.

TESTPARTNER GESUCHT Für die Demonstrationsvorhaben werden Fahrer von Elektrofahrzeugen gesucht, die bereit sind, die neuen Technologien zu testen. Insbesondere im Großraum Erfurt (Navigationslösung) und im Altenburger Land (gesteuertes Laden) werden Testpartner benötigt. Thüringer Unternehmen, die sich Elektrofahrzeuge anschaffen, können dafür unter bestimmten Umständen eine Förderung des Landes Thüringen in Anspruch nehmen. Das Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Technologie (TMWAT) unterstützt mit dieser Förderung Forschungsprojekte auf dem Gebiet der Elektromobilität bei der Gewinnung von Probanden. ||

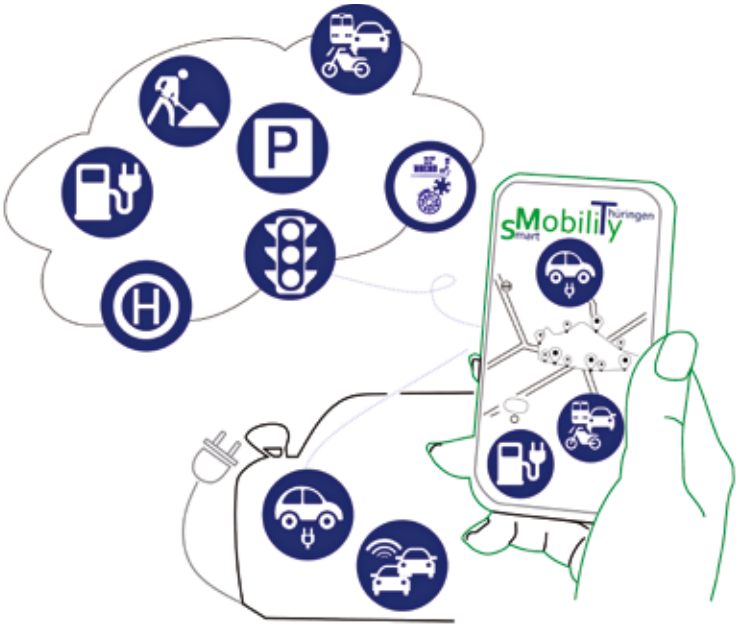


Abb. 2: Neue Services für elektrisch Mobile
[Quelle: TAF mobile]

KONSORTIUM MIT REGIONALEM SCHWERPUNKT IN THÜRINGEN

Das Konsortium *sMobiliTy* besteht aus zehn Partnern, davon sind sechs vorwiegend mittelständische Unternehmen (vier davon aus Thüringen, zwei aus Sachsen), drei Thüringer Forschungseinrichtungen sowie der Landeshauptstadt Erfurt mit einer kommunalen Einrichtung. Das Konsortium arbeitet seit Oktober 2012 für insgesamt drei Jahre an diesen Themen. Mit seiner Projektidee gewann es 2012 im Technologiewettbewerb *IKT für Elektromobilität II* des Bundeswirtschaftsministeriums (BMWi) und erhielt für die Umsetzung eine Förderzusage in Höhe von 6,5 Mio. Euro bei einem Gesamtumfang von 10 Mio. Euro.

→ www.smobility.net

Autorin:
Elke Bouillon
Innoman GmbH, Ilmenau
→ bouillon@innoman.de

RENEXPO®
Richtig investieren
Die Energiefachmesse für Bayern
09. - 12.10.2014
Messe Augsburg
www.renexpo.de
REECO

Thema: Elektromobilität | **Autor:** Franz Alt

SIEMENS BAUT ELEKTROAUTOS

Kommentar vom Fachjournalisten und Buchautor Franz Alt

Der VW-Aufsichtsratsvorsitzende Ferdinand Piech sagt: „Ich halte nicht viel vom reinen Elektroauto." Wie Volkswagen aber mit dieser Strategie des alten Verbrennungsmotors in wenigen Jahren zum „größten Autobauer der Welt" werden will, bleibt das Geheimnis des Patriarchen aus Wolfsburg. Die Gegenstrategie entwickelt jetzt ausgerechnet Siemens.

Der Technologiekonzern aus München hat kürzlich angekündigt, groß ins Automobilgeschäft der Zukunft einzusteigen, und zwar dort, wo es den etablierten Autobauern am meisten wehtut: beim Elektroauto!

Siemens-Chef Joe Kaeser vollzieht damit einen radikalen Schwenk gegenüber seinem Vorgänger Peter Löscher. Der war 2007 – kaum im Amt – aus der Elektronik-Autosparte ausgestiegen. Mit dem Einstieg von Siemens ins Zeitalter der E-Mobilität dürfte nun aber das Elektroauto sein bisheriges Image, allenfalls für Golfplätze oder Altersheime tauglich zu sein, bald loswerden.

Was die deutschen Autobauer bisher an E-Autos auf den Markt brachten, hat noch lange nicht für den Durchbruch zu einer neuen Mobilität gereicht. Auch der *i3*, den BMW seit 2013 baut, hat noch das Image des hässlichen Entleins. „Muss ein Elektroauto unbedingt aussehen wie eine von koreanischen Designern entworfene Playmobil-Ambulance?", fragte die Süddeutsche Zeitung spöttisch.

AMPERE STATT OKTAN! Bislang hatte die E-Mobilität primär ein Imageproblem gegenüber dem klassischen Benziner. Der kalifornische Hersteller Tesla bewies als Erster und erfolgreich, dass es auch anders geht, und baute eine 295 kW starke, vollelektronische Rennmaschine, die sich mit sämtlichen Oberklasse-Modellen der alten Autobauer messen kann. Wer auch nur einmal einen Tesla getestet hat und in knapp vier Sekunden von null auf 100 Stundenkilometer durchgestartet ist, hat jedes Vorurteil gegenüber einem elektrischen Antrieb verloren.

Das BBC-Automagazin *Top Gear* testete vor einigen Monaten einen elektrischen Tesla in Konkurrenz zu einem Benzin-Maserati. Das Ergebnis: Nie hatte die Redaktion ein besseres Auto gefahren als den Kalifornier. Dieser Wagen werde die gesamte Automobilwirtschaft revolutionieren, hieß es.

ZUKUNFT GEHÖRT DER ELEKTROMOBILITÄT Und jetzt also Siemens. Aber natürlich passt der Elektroantrieb besser in eine Zukunft mit erneuerbaren Energien als der bisherige Verbrennungsmotor. Wenn künftig die Batterien an Tankstellen ausgetauscht anstatt lange geladen werden müssen, kann der Durchbruch noch weit schneller gelingen, als sich das heute viele vorstellen können.

E-Mobilität bedeutet: Der Antriebsstoff kommt aus Sonne und Wind. Die Batterien werden dann geladen, wenn die Sonne scheint und der Wind weht. Die Batterien der Autos sind zugleich die Speicher für den privaten Stromverbrauch. Die Städte werden ruhiger, die Luft sauberer und die Lebensqualität steigt. Anders ist das Leben in Städten wie Peking oder Shanghai, in Sao Paulo oder Kairo, in Mexiko-City oder Kalkutta künftig gar nicht mehr vorstellbar.

Noch fährt in Europa nur ein Nischenpublikum elektrisch. Aber soeben hat der deutsche Wirtschaftsminister Sigmar Gabriel in Peking gelernt, dass Millionen Chinesen auf neue Autos warten. Freilich nicht mehr auf Benziner.

„Wir brauchen keine brennenden Autos", hat Ferdinand Piech noch kürzlich gespottet, als ein Tesla in den USA in Flammen aufgegangen war. Hat denn der VW-Patriarch noch nie ein brennendes Benzinauto gesehen?

Nicht der überholten Technik des 19. Jahrhunderts gehört die Zukunft, sondern im Wesentlichen Technologien, die aus erneuerbaren Quellen gespeist werden. Tesla hat beschlossen, künftig jedes Jahr 100.000 Elektroautos mit 300 PS zu bauen. Das ist eine Kampfansage an BMW, Daimler und VW.

Auch Siemens, so scheint es, hat die Zeichen der Zeit erkannt und will künftig jedes Jahr 100.000 Motoren für E-Autos bauen – zuerst in China und dann auch anderswo. Und zwar in Kooperation mit dem chinesischen Autohersteller Beijing Automotive Industry (BAIC).

Kaum eine Regierung fördert zurzeit die E-Mobilität mehr als die in Peking. Vielleicht wird Siemens bald selbst zum Autohersteller. Die Münchner haben noch einiges unter der Haube. ||

Autor:

Franz Alt
→ franzalt@sonnenseite.com
Sonnenseite.com, Baden-Baden

ZWEI VAN-HOOL-BUSSE FÜR RVK

Die Initiative *HyCologne – Wasserstoff Region Rheinland* hat zwei neue Brennstoffzellen-Hybridbusse in Umlauf gebracht. Am 6. Mai 2014 wurden diese enthüllt, und zwar durch die Bürgermeister der Städte Brühl und Hürth, wo diese beiden Busse zukünftig für die Regionalverkehr Köln GmbH (RVK) unterwegs sein werden. Die Vorserienfahrzeuge des *Typs A330 FC* kommen von dem belgischen Bushersteller Van Hool und werden ab sofort ergänzend zu den bereits in Betrieb befindlichen *Phileas*-Exemplaren des niederländischen Herstellers APTS für einen sauberen Nahverkehr in der Region sorgen. Angetrieben werden die über 13 Meter langen *A330 FC* von jeweils zwei 85 kW leistenden Elektromotoren, die aus einer Ballard-Brennstoffzelle (150 kW) sowie einem Lithium-Ionen-Akku mit Strom versorgt werden. Boris Jermer, Projektleiter bei HyCologne, erklärte: „Neu ist hierbei, dass eine Einsatzzeit

von vollen zehn Jahren, wie im Linienverkehr üblich, geplant ist.“ Die für 100 Passagiere konzipierten Busse werden zu 80 Prozent gefördert vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) sowie vom Land Nordrhein-Westfalen. ||

STREETSCOOTER STEHT IN DEN STARTLÖCHERN

Quelle: Deutsche Post

Die Arbeiten am *StreetScooter* gehen gut voran: Derzeit werden erste Elektrofahrzeuge im Alltag erprobt. Im Juni 2014 wurde zudem bekannt, dass die Deutsche Post im Aachener Raum ein Testzentrum für Elektroautos errichten will, bei dem auch der StreetScooter mit eingebunden wird. Die Deutsche Post DHL hatte bei der *StreetScooter* GmbH, einem Start-up bestehend aus insgesamt 80 mittelständischen Betrieben, im Mai 2013 die Erprobung des E-Autos in Auftrag gegeben. Die Dekra erteilte daraufhin im Sommer 2013 eine Einzelbetriebserlaubnis für das erste Modell, woraufhin Belastungstests unter Alltagsbedingungen starteten. Insgesamt 50 Fahrzeuge werden bei der Post seit Ende 2013 im Projekt *CO_2-freie Zustellung Bonn* erprobt und absolvieren täglich bis zu 200 Stopps und Anfahrvorgänge. Die Reichweite dieses speziell auf die Bedürfnisse der Post zugeschnittenen Gefährts beträgt 80 Kilometer.

Mittlerweile arbeiten rund 40 Techniker und Mitarbeiter der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen in dem ehemaligen Bombardier-Werk in Aachen an den Elektroautos. Auf sie könnte in diesem Sommer die Serienfertigung von insgesamt 3.000 Exemplaren zukommen. Prof. Achim Kampker, Geschäftsführer, erklärte: „Ich glaube schon, dass wir ein Stück weit die Lanze dafür brechen können, dass es jetzt richtig losgeht.“ Frank Appel, Vorstandsvorsitzender Post AG, erklärte: „Wir wollten sehr frühzeitig so etwas einsetzen. Bei den großen Konzernen war die Bewegung aber in der Tat zu langsam. Deswegen haben wir uns für StreetScooter entschieden.“ Auch Bundesumweltminister Peter Altmaier schlug in diese Kerbe (in leicht abgewandeltem Wortlaut): „Wenn die großen Automobilhersteller sich nicht beeilen, dann werden kleinere ihnen ganze Stücken vom Brot nehmen.“ Kampkers Ziel ist, dass der StreetScooter ab 2015 für 20.000 Euro angeboten werden kann. ||

KEINE SONDERZONE IN PANKOW

Gut gemeint, aber nicht durchdacht. So könnte man die Aktion im Berliner Bezirk Pankow bezeichnen, wo einige Politiker den Anwohnern scheinbar das Fahren mit Benzin- und Dieselautos verbieten wollten. Dabei war das Ziel ganz löblich: Es sollte ein Elektromobilitätsfest veranstaltet werden, bei dem über einen begrenzten Zeitraum Elektromobilität im Wohngebiet getestet wird. Bei den Anwohnern kam dies allerdings so an, als wenn nur noch Elektroautos rund um den Helmholtzplatz in Prenzlauer Berg erlaubt sein sollten und alle Verbrennungsmotoren zwangsweise stillgelegt würden.

Anfang Mai 2014 entspann sich darüber eine lebhafte Debatte in Berlin, in deren Mittelpunkt Stadtentwicklungsstadtrat Jens-Holger Kirchner stand. Der hatte vorgeschlagen, dass die etwa 3.500 Fahrzeuge aus diesem Gebiet an einer zentralen Sammelstelle abgestellt werden sollten. Anwohner beschwerten sich daraufhin über zu viel Fremdbestimmung. Hinzu kam, dass es bisher keine entsprechende Ladeinfrastruktur vor Ort gibt.

Die ursprüngliche Idee des Elektromobilitätsfestivals im Helmholtzkiez soll nach Meldung des *Tagesspiegels* vom internationalen Städtenetzwerk *ICLEI* an Berlin herangetragen worden sei, nachdem 2013 ein *EcoMobility World Festival* in Suwon, Südkorea, als Erfolg verbucht worden war. Mittlerweile ist der Pankower Bürgermeister Matthias Köhne allerdings zurückgerudert und hat das Fest in Berlin für 2015 abgesagt. ||

munich expo
eCarTec Munich 2014
6. Internationale Leitmesse für Elektro- & Hybrid-Mobilität
eCarTec munich
Connecting Mobility Markets!
21. – 23. Oktober 2014, Messe München

Inklusive begleitender Kongresse
www.ecartec.de

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

HAB‘ MIR DAS SCHNELLER VORGESTELLT

2. Hauptstadtkonferenz Elektromobilität

Klaus Wowereit: „Elektromobilität ist keine kurzfristige Mode.“

Zuhörer waren mehr erschienen als im Vorjahr – Aussteller waren es hingegen weniger, die am 26. März 2014 anlässlich der *2. Hauptstadtkonferenz Elektromobilität* im Roten Rathaus von Berlin zugegen waren. Diese gegenläufigen Entwicklungen sind nur verständlich, ging es bei diesem Kongress doch vorrangig um die politischen Rahmenbedingungen und (noch) nicht direkt um den Verkauf von E-Autos.

Insgesamt waren es in diesem Jahr rund 600 Teilnehmer, die sich über die Fortschritte des Berliner Schaufensters Elektromobilität informieren wollten. Als Moderator fungierte dabei in gewohnt eloquenter Form Gernot Lobenberg, Geschäftsführer der Berliner Agentur für Elektromobilität *eMO*, der sich ausdrücklich dafür bedankte, dass Berlin in das Schaufenster investiere, obwohl die Hauptstadt nicht mit sonderlich viel Geld gesegnet sei. Der Regierende Bürgermeister von Berlin Klaus Wowereit stellte dazu fest: „Ein Schaufenster muss mit Leben erfüllt werden – und es füllt sich.“ Gleichzeitig räumte er ein: „Wir stehen noch am Anfang, das ist wahr. […] Es gibt eine ganze Menge Akteure – und dazu zähle ich mich auch, die hatten sich das etwas schneller vorgestellt.“

Positiv sei seiner Meinung nach, dass „die Finanzierung der Projekte nicht mehr wackelt – sie steht“. Außerdem wird Berlin zunehmend als öffentlicher Testparcours genutzt. Wowereit sagte dazu: „Dies sind Zeichen, dass Elektromobilität im Kommen ist. Aber das ist kein Selbstläufer. Die Jahre 2014/2015 sind für die Elektromobilität in Deutschland entscheidende Jahre.“ Weiter erklärte er: „Wir wollen Berlin gemeinsam mit Brandenburg zum Vorzeigestandort für Elektromobilität machen. […] Es geht um ein visionäres Projekt, das nicht an Partikularinteressen scheitern darf.“

Auch die Parlamentarische Staatssekretärin beim Bundesverkehrsministerium Katherina Reiche freute sich: „Man kann sagen, dass der Markthochlauf in vollem Gange ist.“ Weiter sagte sie: „Mit dem Ausbau der Elektromobilität steht uns ein Paradigmenwechsel bevor.“ In punkto staatlicher Unterstützung betonte Reiche: „Ich gebe Ihnen meine Zusage, dass wir die Förderung auf hohem Niveau beibehalten werden, aber wir benötigen auch die Unterstützung der Industrie. Dazu brauchen wir ein Elektromobilitätsfördergesetz.“ ||

BERLIN KOOPERIERT MIT PEKING

Während seiner Delegationsreise nach China hat Klaus Wowereit am 28. Mai 2014 die von der Berliner Agentur für Elektromobilitat *eMO* extra aus diesem Anlass organisierte *Electric Mobility Conference* in der chinesischen Hauptstadt eröffnet und mit dem Vizebürgermeister Zhang Gong eine Kooperation in Sachen Elektromobilität gestartet. Der Regierende Bürgermeister von Berlin erklärte: „Gerade in den Bereichen Mobilität und Nachhaltigkeit können beide Städte voneinander lernen. Beide müssen mit den Herausforderungen des Klimawandels und der Ressourcenknappheit umgehen, beide Städte können aber auch die Chancen nutzen, Modellstadt beispielsweise im Bereich Elektromobilität zu werden.“

EINE STUDIE ÜBER STUDIEN

Das *Cluster Brennstoffzelle BW* hat eine Metastudie über „Die Rolle von Wasserstoff in der Energiewende – Entwicklungsstand und Perspektiven“ bei der Ludwig-Bölkow Systemtechnik GmbH in Auftrag gegeben. Inhalt dieser Studie ist eine Zusammenfassung zahlreicher bisheriger Studien. Die Ergebnisse wurden erstmals im Rahmen der *UECT* in Ulm am 24. Juni 2014 von Ministerialdirektor Helmfried Meinel vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg vorgestellt. In einem Auszug dieses Papiers, der der Redaktion vorliegt, heißt es: „Ziel der Studie ist die Darstellung der mit Wasserstoff, Brennstoffzellen und Energiespeicherung verbundenen Entwicklungen und Entwicklungspläne, zum einen strukturiert nach der Brennstoffzellennutzung und zum anderen für die Wasserstofftechnologie“. Ein ausführlicher Bericht über die Studie folgt in der Oktober-Ausgabe 2014 dieser Zeitschrift. ||

HYFIVE TESTET 110 BZ-AUTOS

Anfang April 2014 hat ein Firmenkonsortium in London angekündigt, im Rahmen des *HyFIVE*-Projekts insgesamt 110 Brennstoffzellenfahrzeuge in europäischen Großstädten erproben zu wollen. Das Vorhaben *Hydrogen For Innovative Vehicles* wird mit 38 Mio. Euro von der EU-Organisation *Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking* finanziert. Bert De Colvenaer, Geschäftsführer von FCH JU, sagte: „Mit 110 Fahrzeugen und sechs neuen Tankstellen ist *HyFIVE* das größte Einzelprojekt seiner Art in Europa.“ Die meisten Autos, die in Bozen, Innsbruck, Kopenhagen, London, München und Stuttgart getestet werden sollen, wird Hyundai zur Verfügung stellen: insgesamt 75 *ix35-Fuel-Cell-Modelle*. Weitere Exemplare kommen von BMW, Daimler, Honda und Toyota. Byung Kwon Rhim, Präsident von Hyundai Europe, erklärte: „Die 15 Partner des HyFIVE-Projekts werden zusammenarbeiten, um das Bewusstsein und das Verständnis für wasserstoffbetriebene Zero-Emission-Vehikel zu erhöhen und die Machbarkeit zu verbessern. Das kollektive mittelfristige Ziel ist, ein paneuropäisches Betankungsnetz entstehen zu lassen und sicherzustellen, dass mehr Fahrzeuge auf der Straße gesehen werden.“ Die Koordination obliegt dem Büro des Londoner Bürgermeisters, so dass Boris Johnson, der „Mayor of London“, erklärte: „Um diese Technik verkaufen zu können, müssen wir den Londonern und der weiteren Welt zeigen, dass das keine Science Fiction ist.“ ||

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

IN 9 TAGEN DURCH 9 LÄNDER

eTourEurope – elektrisch durch Europa

Abb. 1: Ladestationen auf dem InnoZ-Parkplatz

Abb. 2: Auch Zuhören war angesagt.

Abb. 3: Ein Auto-Akku ist nach einigen Stunden wieder randvoll – nicht so der menschliche Akku.

Abb. 5: Da bleibt kein Platz mehr für Gepäck.

Abb. 4: Aufladung per mittransportiertem, transportablen Schnelllader

Abb. 6: E-Mobilität Marke Eigenbau

Am 17. Mai 2014 haben sich zwölf Fahrer-Teams in den verschiedensten Elektroautos in München auf den Weg gemacht, um nur mit Strom eine Rundtour quer durch Europa zu machen. Innerhalb von neun Tagen legten die Fahrerinnen und Fahrer insgesamt 4.200 km zurück. Auf ihrem Weg fuhren sie zunächst in die Schweiz und machten dann Station in Luxemburg, Paris, Brüssel, Amsterdam, Hamburg, Berlin, Prag, Bratislava, Budapest und Wien.

Das war schon ein merkwürdiger Anblick, der sich einem beim Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (InnoZ) GmbH, bei dem die *eTourEurope* am siebten Tag Station machte, bot: Ein Dutzend teils sehr unterschiedlicher Fahrzeuge parkte auf dem Gelände, um an den zahlreichen dort installierten Ladesäulen seine Akkus zu befüllen. Auffällig war die hohe Anzahl an „Individuallösungen", die sich etliche Fahrer hatten einfallen lassen, um ihr Auto umzurüsten beziehungsweise mit Schnellladetechnik auszustatten (s. Fotos).

Tour-Sieger wurden Ralf Zimmermann und Co-Pilot Heiner Sietas in ihrem *Citroen Saxo electrique*. Das Geheimnis ihres Erfolgs erklärten sie so: „Wissen, wie man an den Strom rankommt. Und eine hohe Ladeleistung des Autos!" Außerdem nahmen an der Rundtour vier Exemplare des *Tesla Model S*, drei *Renault Zoe*, ein *Nissan Leaf*, ein *Peugeot 106* sowie ein *Twike* teil. Die Krönung war allerdings der *Fiat 126* – ein *Polski Fiat* – aus Tschechien, ein Kleinstwagen, dessen Kofferraum vollgestopft war mit Elektronik. Ein ähnliches Bild bot sich auch in etlichen anderen Laderäumen. ||

1000 EVS IN MOTION!
Parallel zur Europa-Tour organisierte Werner Hillebrand-Hansen auch die Aktion *1000 EVs in motion!*, bei der 1.000 Elektroautos zum Treffpunkt in die deutsche Bundeshauptstadt kommen sollten. Letztlich kamen „nur" 667, was Hildebrand aber nicht davon abhielt, die Tausendermarke im nächsten Jahr aufs Neue anzupeilen, indem er feststellte: „Mit Blick auf die Zukunft und steigende Bekanntheit der Tour bin ich zuversichtlich, diese Grenze beim nächsten Mal überschreiten zu können."

TERMINKALENDER

JULI

01.-02.07. Elektrische Traktionsmaschine – VDI
Seminar, Frankfurt, VDI-Wissensforum, Tel. 0211-6214-201, Fax -154, *www.vdi-wissensforum.de*

01.-04.07. European SOFC & SOE Forum
Konferenz & Messe, Luzern/Schweiz, European Fuel Cell Forum, Tel. +41-4-45865644, Fax -135080622, *www.efcf.com*

07.07. Elektromobilität in ländlichen Räumen
Konferenz, Erfurt, FH Erfurt, Tel. 0361-6700-751, *www.emotif.de*

09.07. Niedersächsisches Forum Energiespeicher & -systeme
Konferenz, Hannover, Landesinitiative Energiespeicher Niedersachsen, Tel. 0551-900499-0, Fax -49, *www.energiespeicher-nds.de*

AUGUST

25.08. Unterbrechungsfreie Stromversorgung
Workshop, FEE e.V., Tel. 030-6576270-6, Fax -8, *www.fee-ev.de*

SEPTEMBER

08.-09.09. DBI-Fachforum Energiespeicher
Konferenz, Berlin, DBI, Tel. 0341-24571-29, Fax -37, *www.dbi-gut.de*

16.-17.09. Batterien und Brennstoffzellen
Seminar, Ulm, WBZU, Tel. 0731-17589-21, Fax -10, *www.wbzu.de*

16.-20.09. Automechanika
Messe, Frankfurt a. M., Messe Frankfurt, Tel. 069-7575-0, Fax -6433, *www.automechanika.de*

23.09. Mikro- und Mini-BHKW
Seminar, Ulm, WBZU, Tel. 0731-17589-21, Fax -10, *www.wbzu.de*

23.-24.09. Batterien im Fahrzeug – VDI
Seminar, Stuttgart, VDI-Wissensforum, Tel. 0211-6214-201, Fax -154, *www.vdi-wissensforum.de*

23.-26.09. H2Expo & WindEnergy
Konferenz & Messe, Hamburg, Hamburg Messe und Congress GmbH, Tel. 040-35692-285, Fax -180, *www.h2expo.de*

24.-25.09. Energiespeicher für Bordnetze & Hybridfahrzeuge
Seminar, Aachen, Haus der Technik, Tel. 0201-1803-211, Fax -280, *www.hdt-essen.de*

25.09.-02.10. IAA Nfz
Messe, Hannover, Verband der Automobilindustrie, Tel. 069-97507-0, Fax -261, *www.iaa.de*

25.-26.09. Batteriesysteme für Elektrofahrzeuge
Symposium, Ostfildern, TAE, Tel. 0711-34008-29, Fax -30, *www.tae.de*

29.09.-01.10. International Conference on Sustainable Automotive Technologies
Konferenz, Göteborg/Schweden, Chalmers University of Technology, Tel. +46-31-772-3786, *www.icsat2014.com*

30.09. Stationäre Brennstoffzellensysteme
Seminar, Ulm, WBZU, Tel. 0731-17589-21, Fax -10, *www.wbzu.de*

OKTOBER

06.-08.10. f-cell & Battery+Storage & e-mobil BW conference
Kongress & Messe, Stuttgart, Peter Sauber Agentur Messe & Kongresse, Tel. 0711-656960-52, Fax -99, *www.world-of-energy-solutions.de*

09.-12.10. RENEXPO
Kongress & Messe, Augsburg, Reeco GmbH, Tel. 07121-3016-0, Fax -100, *www.renexpo.de*

21.-23.10. eCarTec
Kongress & Messe, München, Munich-Expo, Tel. 089-3229911-2, Fax -9, *www.ecartec.de*

21.-23.10. Elektromobilität
Seminar, Ulm, WBZU, Tel. 0731-17589-21, Fax -10, *www.wbzu.de*

27.-29.10. new mobility
Messe & Kongress, Leipzig, Leipziger Messe GmbH, Tel. 0341-678-0, Fax -8762, *www.new-mobility-leipzig.de*

NOVEMBER

05.-07.11. Lithium-Ionen-Batterietechnologie
Seminar, Ulm, WBZU, Tel. 0731-17589-21, Fax -10, *www.wbzu.de*

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

06.-08.11. Nutzung erneuerbarer Energiequellen & Wasserstofftechnik
Symposium, Stralsund, FH Stralsund, Tel. 03831-45-6713, Fax -711713, *www.fh-stralsund.de*

10.-13.11. Fuel Cell Seminar & Energy Exposition
Konferenz & Messe, Los Angeles/USA, Headquarter, Tel. +1-803-54501-89, Fax -90, *www.fuelcellseminar.com*

11.-12.11. Wasserstoff in speziellen mobilen Einsätzen
Workshop, Ostfildern, TAE, Tel. 0711-34008-29, Fax -30, *www.tae.de*

11.-12.11. Lithium Battery Power
Konferenz, Washington DC/USA, The Knowledge Foundation, Tel. +1-617-232-7400, Fax -9171, *www.knowledgefoundation.com*

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

13.11 Speicherkonzepte für elektrische Energie
Seminar, Ulm, WBZU, Tel. 0731-17589-21, Fax -10, *www.wbzu.de*

13.-14.11. Battery Safety
Konferenz, Washington DC/USA, The Knowledge Foundation, Tel. +1-617-232-7400, Fax -9171, *www.knowledgefoundation.com*

18.-20.11. IRES 2013
Konferenz, Berlin, Eurosolar, Tel. 0228-36-2373, Fax -1279, *www.eurosolar.org*

20.11. Jahrestreffen Netzwerk Brennstoffzelle & Wasserstoff NRW
Kongress, Düsseldorf, Energieregion NRW, Tel. 0211-86642-16, Fax -22, *www.brennstoffzelle-nrw.de*

25.11. Brennstoffzellen- und Wasserstoff-Technologie
Seminar, Ulm, WBZU, Tel. 0731-17589-21, Fax -10, *www.wbzu.de*

27.11. Kompetenztreffen Elektromobilität NRW
Kongress, Düsseldorf, Energieregion NRW, Tel. 0211-86642-16, Fax -22, *www.elektromobilitaet.nrw.de*

FIRMENVERZEICHNIS

BERATUNG & PLANUNG

www.expertology.de, Ihre Expertendatenbank zu den Themen Wasserstoff- und Brennstoffzellen, Batterietechnologien und Elektromobilität

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.de, www.wenger-engineering.com

BRENNSTOFF- UND LUFTVERSORGUNG

Gardner Denver Thomas, OEM Pumpen zur Förderung von Brennstoff und Luft, speziell entwickelte Linearkompressoren, Flüssigkeitspumpen und Motormembranpumpen,
www.gd-thomas.com

BRENNSTOFFZELLEN

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

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

Siqens GmbH,
Landsbergerstraße 322a, 80687 München,
Tel. 089 4524463-0,
info@siqens.de, www.siqens.de

Truma Gerätetechnik GmbH & Co. KG,
Wernher-von-Braun-Straße 12, 85640 Putzbrunn,
Tel: 089-4617-0,
info@truma.com, www.truma.com

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

ELEKTROLYSEURE

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

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

H-TEC SYSTEMS GmbH,
PEM-Elektrolyseure für industrielle Anwendungen,
Lindenstr. 48 A, 23558 Lübeck,
Tel. 0451-39941-0, Fax -799,
info@h-tec-systems.com, www.h-tec.com

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

McPhy Energy Deutschland GmbH,
Oberer Mainkai 1, 97070 Würzburg,
Tel. 0931-35987-244,
www.mcphy.com

ENERGIESPEICHERUNG

BeBa H_2 Speichersysteme GmbH & Co. KG,
Werner-von-Siemens-Str. 6, 25770 Hemmingstedt,
Tel. 0481-82866-0, Fax -109, *www.beba-energie.de*

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*

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

ODB-Tec GmbH & Co.KG, Entwicklungs- & Servicegesellschaft Nanotechnologie, Bussardweg 12, 41468 Neuss, Tel. 02131-133240-6, Fax -5, *www.odb-tec.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*

MEDIEN

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

MESSDATENMANAGEMENT UND MONITORING

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

Werum Software & Systems CIS AG, Wulf-Werum-Straße 3, 21337 Lüneburg, Tel. 04131-8307-0, Fax -200, *info@werum.de, www.werum.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

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

PRÜFTECHNIK

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

TesTneT Engineering GmbH, Schleißheimer Str. 95, 85748 Garching bei München, Tel. 089-23710939, *infoh2-test.net, www.h2-test.net*

SPEICHERTECHNIK

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

McPhy Energy Deutschland GmbH, Oberer Mainkai 1, 97070 Würzburg, Tel. 0931-35987-244, *www.mcphy.com*

SYSTEMINTEGRATION

McPhy Energy Deutschland GmbH, Oberer Mainkai 1, 97070 Würzburg, Tel. 0931-35987-244, *www.mcphy.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*

FIRMEN-EINTRAG

Bitte nehmen Sie uns in das HZwei-Firmenverzeichnis auf. Dieser Auftrag gilt für 4 Ausgaben und kostet pro Rubrik 120 € (zzgl. MwSt.) inklusive HZwei-Abo *(max. 150 Zeichen)*. Ein Premium-Eintrag mit Logo kostet zusätzlich 100 € pro Ausgabe.

Firma

Adresse

Tel., Fax, Internet

Rubrik:

☐ **Beratung** ☐ **Brennstoffzellen** ☐ **Elektrolyseure**
☐ **Forschung & Entwicklung** ☐ **Medien** ☐ **Organisation**
☐ **Speichertechnik** ☐ **Technologiezentren** ☐ **Veranstalter**
☐ **Vereine & Verbände** ☐ **Weiterbildung** ☐ **Zulieferer**

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

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

VERANSTALTER

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

21th Group Exhibit Hydrogen + Fuel Cells + Batteries HANNOVER MESSE 2015, 13.-17. April, Tobias Renz FAIR
Tobias Renz, *tobias@h2fc-fair.com, www.h2fc-fair.com*

Hamburg Messe und Congress GmbH,
Messeplatz 1,
20357 Hamburg,
Tel. 040-3569-2262,
Fax -692262,
www.hamburg-messe.de

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

VEREINE & VERBÄNDE

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

FEE – Fördergesellschaft Erneuerbare Energien e.V.,
Invalidenstr. 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

WEITERBILDUNG

H-TEC EDUCATION GmbH,
Demonstration & Ausbildung für Schulen, Universitäten,
Lindenstr. 48 A, 23558 Lübeck, Tel. 0451-39941-0, Fax -799,
info@h-tec-education.com, www.h-tec.com

Handwerkskammer Osnabrück-Emsland-Grafschaft Bentheim, Bramscher Str. 134-136, 49088 Osnabrück,
Tel. 0541-6929762, Fax -4091381,
a.lange@hwk-osnabrueck.de, www.hwk-osnabrueck.de

Heliocentris Academia GmbH,
Tel. 030-340601-600, Fax -599,
didactic@heliocentris.com, www.heliocentris.com

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

ZULIEFERER

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

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

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

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

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

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

Heraeus Precious Metals GmbH & Co. KG,
Electronic Materials Division, Business Unit Circuits & Components, Heraeusstr. 12-14, 63450 Hanau, Tel. 06181-35-5466, Fax -7850, *www.heraeus-circuits-components.com*

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

Jetzt für nur 5,00 EURO Unkostenpauschale bestellen

JAHRGANGSSTUFEN- UND FÄCHERÜBERGREIFENDES LEHRMATERIAL

Ausführliche Informationen zu Batterien und elektrischen Antrieben sowie Wasserstoff und Brennstoffzellen

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

DRUCKFRISCH
zur Hannover
Messe 2014

NOW Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie | H2YDROGEIT Verlag

www.hydrogeit-verlag.de/shop