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

Hzwei

DAS MAGAZIN FÜR WASSERSTOFF UND BRENNSTOFFZELLEN

→ STÜCKZAHLEN VON BZ-NIEDERFLUR-ZEUGEN SOLLEN GESTEIGERT WERDEN

→ TECHNOLOGIEEINFÜHRUNGSPROGRAMM KOMMT ERST IM SOMMER 2016

INHALTSVERZEICHNIS

2 Impressum

3 Editorial

4 Meldungen
Alexandra Ernst verstärkt DVGW
Kauper in Heliocentris-Vorstand berufen
H_2-BZ-Fachbuch auf Englisch erschienen
„HG“ Klug gestorben

8 Hausenergie
Abschluss des Callux-Praxistests in Berlin
Interview mit Thorsten Herdan vom BMWi

12 Messen
World of Energy Solutions 2015 in Stuttgart
Kommentar zur WES

16 Energiespeicherung
WindGas-Projekt in Hamburg-Reitbrook
H_2-Einlagerung unter der Erde

18 Elektromobilität
Elektro oder Hybrid – Der BMW *i8* im Test
Flughafen Stuttgart wird fairport STR
Entscheidung zur Ladesäulenverordnung vertagt
Neue E-Kennzeichen
Patrick Schnell verlässt CEP
H2 Mobility offiziell gestartet
Auch Pedelecs fahren mit Brennstoffzelle

24 Entwicklung
H2IntraDrive – Erprobung von BZ-Niederflurzeugen
Start der emissionsfreien Passagierluftfahrt
Emissionsfreie Schifffahrt im Rheintal
Vereinfachte Herstellungsmethode für PEM-BZ
OWI entwickelt Diesel-Brennstoffzellen-APU

34 Markt
Aktuelle Börsenanalyse nordamerikanischer BZ-Aktien

38 International
Neues H_2- & BZ-Förderprogramm vom DOE
Kanadas BZ-Industrie hoffnungsfroh
Frankreich auf dem Weg zur Energiewende
Fuel Cell Industry Review von E4tech

43 Terminkalender

44 Firmenverzeichnis

12+26 DLR präsentiert *Hy4* während der WES

18 BMW *i8* – Elektro- oder Hybridfahrzeug

Quelle: Plug Power

24 Europaweit nehmen BZ-Stapler allmählich zu

IMPRESSUM HZwei

ISSN: 1862-393X
Jahrgang: 16. (2016) / Heft 1, Januar 2016

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

USt!D.: DE 221143829

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

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

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

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

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

Einzelpreis (Inland): 8 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:
H_2-Betankung eines BZ-Gabelstaplers mit gleichzeitiger Wasserabsaugung [Foto: Linde Material Handling]

ENTSCHEIDUNG ERFORDERLICH

Liebe Leserinnen und Leser!

Ich möchte Ihnen kurz exemplarisch einige Zahlen präsentieren: Im *Callux*-Programm wurden innerhalb von acht Jahren 474 Brennstoffzellenheizgeräte installiert; ursprünglich anvisiert waren 800. Japan verfügt derzeit über 140.000 BZ-Heizgeräte.

Im Rahmen des 50-Tankstellen-Programms sollten 50 H_2-Stationen bis Ende 2015 installiert werden. Es waren aber nur 19. Bis Mitte 2016 sollen noch 23 hinzukommen. In Japan sind mittlerweile 80 in Betrieb. (Übrigens, der CEP-Vorgänger, die *Verkehrswirtschaftliche Energiestrategie VES*, hatte vorgesehen, dass bis 2010 insgesamt 2.000 öffentliche H_2-Tankstellen installiert sein sollten.)

Angesichts solcher Vergleichswerte drängt sich die Frage auf, ob der deutsche Weg in der Förderpolitik sinnvoll und effektiv ist. Dies gilt umso mehr, wenn nach acht Jahren Projektlaufzeit bei der *Callux*-Abschlussveranstaltung die ach so tollen Erfolge in den höchsten Tönen gefeiert werden, wenn gleichzeitig aber nicht ernsthaft analysiert wird, warum man nicht schon sehr viel weiter ist.

Natürlich geht es weder bei der Etablierung der BZ-Technik noch beim Aufbau der H_2-Infrastruktur allein um Statistik, schließlich hat Japan für den stationären Bereich viel mehr Geld investiert (rund 600 Mio. Euro gegenüber „nur“ 36 Mio. Euro für *Callux*). Und zugegebenermaßen wurde in dem Praxistest sogar einiges erreicht: So wurden beispielsweise Kosten reduziert, Wirkungsgrade verbessert und Ausfallzeiten minimiert. Aber wäre das nicht trotz der Hardware-Probleme und der bürokratischen Hürden auch schneller realisierbar gewesen? Etliche Schwierigkeiten sind ja ohnehin erst wegen des zunehmenden Zeitverzugs aufgetreten, weil ehemals aktiven Zulieferern erst der Geduldsfaden riss und dann das Geld ausging, so dass sie der BZ-Technologie den Rücken kehrten, was wiederum zur Folge hatte, dass sich Systemintegratoren wiederholt in einem langwierigen Prozess um neue Zulieferer kümmern mussten.

Anstatt aber über beschleunigende Maßnahmen wie Anreizsysteme oder eine eventuell sinnvollere Besteuerung von CO_2-Emissionen nachzudenken, halten Politik und Wirtschaft weiterhin am eingeschlagenen Weg fest und bejubeln angebliche Erfolge, die sich jedoch bei näherer Analyse als Pyrrhussiege herausstellen. Norbert Barthle, Parlamentarischer Staatssekretär beim Bundesverkehrsministerium, pries beispielsweise die Gründung von H2 Mobility als „hervorragendes Beispiel der Zusammenarbeit führender Unternehmen“, obwohl die Gesellschaft mit ihrer zeitlichen Planung heillos verspätet ist: Allein von der Gründung der GmbH bis zum offiziellen Starttermin mit Minister verging ein dreiviertel Jahr. Kein Wunder also, dass sich auch der Tankstellenbau verzögert.

Beispiele gibt es reichlich, die alle deutlich machen, dass insbesondere im Mobilitätssektor – aber ebenso im stationären Bereich – kein sonderlich großes Interesse besteht, tatsächlich zeitnah mit den staatlich geförderten Produkten auf den Markt zu kommen. Während die BZ-Fahrzeuge speziell deutscher Hersteller technisch längst ausgereift sind, wird ihr Markteintritt wiederholt verzögert. Gleichzeitig werden nur gerade eben so viele Elektrofahrzeuge produziert, wie unbedingt erforderlich sind. Dabei profitiert die hiesige Automobilindustrie seit Jahren von der seichten Umweltpolitik in Europa, die gepaart ist mit einem gut ausgeklügelten Lobbyismus, so dass im Marketing mit grüner Technologie geworben werden kann, das Geld aber weiterhin mit fossiler Technik verdient wird.

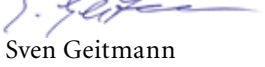
Für Politiker wie Steffen Bilger reicht das aber allemal. (Zitat: „Unterm Strich sehe ich schon, dass die deutsche Automobilindustrie das Thema voranbringen möchte und dafür viel tut. Schließlich muss sie die EU-weiten CO_2-Grenzwerte trotz großen Premium-Anteils einhalten.“) Dabei ließ der CDU-Politiker jedoch völlig außer Acht, dass es den Autoproduzenten derzeit völlig ausreicht, in Europa ein paar wenige E-Mobile abzusetzen, weil diese ja bei der Berechnung des Flottenverbrauchs dank des Zutuns deutscher Politiker gleich mehrfach angerechnet werden und weil die Grenzwerte erst 2020 auf ein moderates Niveau abgesenkt werden.

Wie gut demgegenüber striktere politische Rahmenbedingungen wirken können, sieht man in Kalifornien, wo die CO_2-Grenzwerte sehr viel niedriger liegen. Nicht ohne Grund werden die meisten Elektroautos (z. B. von BMW, s. S. 18) dorthin verkauft. Dementsprechend empfahl Elon Musk bei seinem Deutschlandbesuch, dass sich einerseits der Staat zwar weitestgehend aus dem Automarkt heraushalten sollte, dass er aber andererseits geeignete Rahmenbedingungen schaffen solle. Bei einem Treffen mit Bundeswirtschaftsminister Sigmar Gabriel sagte er: „Mein Wunsch ist eine korrekte Bepreisung von CO_2.“

Gegenüber *HZwei* erklärte in diesem Zusammenhang selbst Prof. Werner Tillmetz, Geschäftsbereichsleiter beim Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), dass „Deutschland eine lasche Gesetzgebung hat“.

Angesichts dieser Entwicklungen und der obigen Statistiken erscheint es mehr als ratsam, im neuen Jahr endlich neue Wege einzuschlagen: Sowohl die Automobilkonzerne als auch die Bundesregierung müssen sich jetzt klar positionieren: Die Bundeskanzlerin muss endlich die Überprüfung, „ob und gegebenenfalls welche“ Maßnahmen zum Markthochlauf erforderlich seien, beenden und ihr Versprechen nachträglich einlösen, bis Ende 2015 konkrete Schritte für den Hochlauf der E-Autos vorzustellen. Hier ist eine Entscheidung überfällig, es geht schließlich auch darum, dass sich die Einigungen vom Pariser Klimagipfel in Politik und Wirtschaft wiederfinden. Zudem muss die Automobilindustrie endlich glaubhaft machen, dass umwelt- und imageschädigende Tricksereien wie beim Diesel-Gate der Vergangenheit angehören. ||

Herzlichst



Sven Geitmann
HZwei Herausgeber

ALEXANDRA ERNST VERSTÄRKT DVGW

Alexandra Ernst [Quelle: DVGW / Jan Schumacher]

Seit dem 1. Oktober 2015 ist Alexandra Ernst hauptamtlicher kaufmännischer Vorstand des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches (DVGW). Wie das Vereinspräsidium zuvor in einer außerordentlichen Sitzung in Bonn beschlossen hatte, wurde dieser Posten neu geschaffen, so dass die in Recklinghausen geborene Diplom-Volkswirtin als zweiter hauptamtlicher Vorstand neben Prof. Dr. Gerald Linke agiert. Ernst, die seit 2013 Geschäftsführerin der juwi Service & Solutions GmbH war, wird sich insbesondere um die kaufmännische sowie die produkt- und dienstleistungsbezogene Führung der DVGW-Gruppe kümmern. DVGW-Präsident Dietmar Bückemeyer erklärte: „Persönlichkeit, Führungsstil und wirtschaftliche Kompetenz haben das Präsidium sofort überzeugt. Mit Alexandra Ernst haben wir einvernehmlich eine ausgewiesene Expertin der Energiewirtschaft für uns gewinnen können." ||

SABINE KAUPER IN VORSTAND BERUFEN

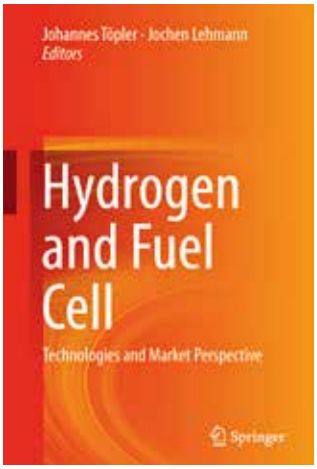
Sabine Kauper [Quelle: Heliocentris]

Die Heliocentris Energy Solutions AG hat Ende vergangenen Jahres Sabine Kauper zum neuen Finanzvorstand bestellt. Die auf Steuern und Prüfungswesen spezialisierte Diplom-Betriebswirtin trat ihr Amt bei dem Berliner Brennstoffzellenhersteller am 1. Januar 2016 an. Sie schließt damit die Lücke im Vorstand, die der Weggang ihres Vorgängers Andras Gosztonyi im Jahr 2014 hinterlassen hatte. Kauper gilt als erfahrene Restrukturiererin und Sanierin, die ihre beiden früheren Unternehmen als Finanz-Chefin erfolgreich wieder auf Kurs brachte. Heliocentris-CEO Ayad Abul-Ella sagte über sie: „Mit ihrer langjährigen Expertise in diesem Ressort unter anderem bei den börsennotierten Gesellschaften Phoenix Solar AG und SKW Stahl-Metallurgie Holding AG ist sie eine wertvolle Verstärkung für die Heliocentris Gruppe." ||

H_2-EINSPEISUNG UNKRITISCH

Der Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. (DVGW) hat während der gasfachlichen Aussprachetagung *gat 2015* am 27. Oktober 2015 eine neue Studie vorgestellt, gemäß der „die bestehende Erdgasinfrastruktur für Wasserstoffbeimischungen im einstelligen Prozentbereich von bis zu zehn Volumenprozent grundsätzlich geeignet ist". Der Verein präsentierte in Essen Ergebnisse aus seinen Untersuchungen, die im Rahmen des DVGW-Forschungsprojekts „Ermittlung der Wasserstofftoleranz der Erdgasinfrastruktur und assoziierten Anlagen" durchgeführt wurden. Im Rahmen dieses Vorhabens war ein aus Polyethylenleitungen bestehendes Gasnetz vor und während der Einspeisung untersucht worden. Es gab keine feststellbaren Auffälligkeiten, obwohl teilweise bis zu 9 Vol.-% Wasserstoff beigemischt wurde. Trotzdem gibt es noch weiteren Forschungsbedarf insbesondere in Bezug auf Erdgasspeicher, Gasturbinen und Tanks von Erdgasfahrzeugen. Laut DVGW „ist das 500.000 Kilometer lange Erdgasnetz in Deutschland aufgrund seiner Kapazität sehr gut für die Aufnahme und Speicherung von Wasserstoff aus erneuerbarem Strom geeignet". ||

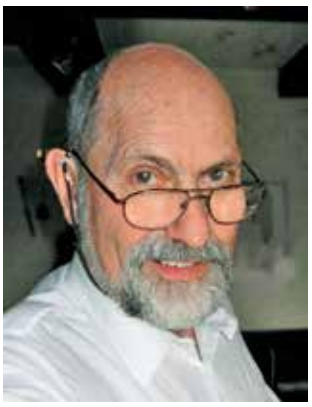
HYDROGEN AND FUEL CELL



Im Springer-Verlag ist pünktlich zu Weihnachten 2015 die englische Ausgabe des Fachbuchs von Dr. Johannes Töpler und Prof. Jochen Lehmann erschienen. Das Hardcover-Buch *Hydrogen and Fuel Cell,* das auch als E-Book erhältlich ist, behandelt, genau wie sein Ende 2013 auf Deutsch erschienenes Pendant (s. HZwei-Heft Okt. 2013), die gesamte Thematik von der H_2-Erzeugung bis hin zu zukünftigen BZ-Anwendungen. Das 281 Seiten umfassende Buch liefert eine Fülle fachlich fundierter Informationen aus der aktuellen Forschungs- und Entwicklungslandschaft. Mit einem Preis von 119,00 US-Dollar richtet es sich eher an Hochschulprofessoren als an Studierende. Es ist ab sofort erhältlich. ||

Hydrogen and Fuel Cell – Technologies and Market Perspectives
Töpler, J., Lehmann, J., ISBN 978-3-662-44971-4,
Ladenpreis: US-$ 119,00, Springer Vieweg Verlag, Berlin,
Dez. 2015, 281 Farb-Seiten

„HG" KLUG GESTORBEN



Vergangenen Herbst ist Dr. Heinz Günter Klug verstorben. Am 12. Oktober 2015 schied der langjährige Wegbereiter der Wasserstofftechnik im Alter von 78 Jahren aus dem Leben. Der in Mainz geborene Maschinenbau-Ingenieur war als Projektleiter bei Airbus maßgeblich an den Untersuchungen über Wasserstoffantriebe für Flugzeuge beteiligt und zählte vor zwanzig Jahren zu den Gründungsmitgliedern des Deutschen Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verbands e.V. Der in Hamburg wohnhafte Klug koordinierte vor seinem Ruhestand im Jahr 2002 das europaweite Forschungsvorhaben *Cryoplane* und lieferte zahlreiche wegweisende Impulse, insbesondere für die Idee einer wasserstoffbetriebenen Luftfahrt. In seiner Freizeit widmete sich „HG", wie er häufig kurz genannt wurde, der Seefahrt, der Malerei sowie der Fotografie. ||

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

f-cell

Die **f-cell** präsentiert stationäre und mobile Brennstoffzellentechnologien mit Erdgas, Methanol oder Wasserstoff als Energieträger und deren erheblichen Beitrag zur Energiewende. Den Rahmen bildet die **WORLD OF ENERGY SOLUTIONS, die internationale Konferenz- und Messeveranstaltung** für das Zusammenwachsen von Energieerzeugung, Speichersystemen und Mobilitätslösungen.

Seien Sie mit dabei!

+ Konferenz
+ Messe
+ Seminare
+ Ride&Drive
+ Abendveranstaltung
+ f-cell award
+ International matchmaking

www.world-of-energy-solutions.de

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

DWV WILL GRÜNEN WASSERSTOFF HOFFÄHIG MACHEN

Parlamentarischer Abend in der britischen Botschaft

Der alljährlich vom Deutschen Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband (DWV) organisierte parlamentarische Abend hat Mitte November 2015 in der Britischen Botschaft in Berlin stattgefunden. So viele Parlamentarier wie nie zuvor erschienen zu dieser Veranstaltung, die dem Thema „Effiziente Energiewende mit Grünem Wasserstoff" gewidmet war.

Im Mittelpunkt stand an diesem Abend die Forderung des DWV nach einem integrierten Energiekonzept. Was genau jedoch damit gemeint ist, erschloss sich bei dieser Veranstaltung nur denjenigen, die bereits tief in der Materie steckten, da dieses vom Verbandsvorsitzenden Werner Diwald erdachte Konstrukt aus zahlreichen Einzelmaßnahmen besteht, die teils äußerst bürokratischer Natur sind. So fordert der Verband beispielsweise „die Aufnahme des Power-to-Fuel-Verfahrens in den Annex 1 der Ende 2014 verabschiedeten EU-Verordnung zu Art. 7a FQD".

Im Kern ging es Diwald und seinem Verband allerdings darum, bei den anwesenden Bundestagsabgeordneten eine Lanze zu brechen für „grünen Wasserstoff", der mit Hilfe erneuerbarer Energien erzeugt wird und als Medium sowohl im Strom- und Wärmemarkt als auch im Mobilitätssektor die geplante Energiewende entscheidend voranbringen kann.

Über den richtigen Weg zu diesem Fernziel lässt sich indes trefflich streiten. Diwald favorisiert dafür sein Maßnahmenpaket, das unter anderem die „Anrechnung des in Raffinerien genutzten grünen Wasserstoffs auf die Treibhausgas-Minderungsquote" sowie die „Reduzierung der EEG-Umlage im Elektrolyseprozess" vorsieht. Insgesamt acht Punkte legte der DWV vor, die im Rahmen einer Roadmap abgearbeitet werden müssten. Als Verbandsvorsitzender rief Diwald den Politikern zu: „Es reicht nicht, einfach zu sagen: Die Wirtschaft wird das schon regeln. Man muss gestalten!"

BESTEUERUNG VON CO_2 Wie allerdings gestaltet werden sollte, darüber gingen die Meinungen auseinander: Ove Petersen, der Geschäftsführer von GP Joule, forderte in einem Wortbeitrag eine höhere Besteuerung des Kohlendioxidausstoßes. Bernd Westphal, MdB und Sprecher der AG Wirtschaft & Energie der SPD-Bundestagsfraktion, entgegnete darauf: „Der Emissionshandel funktioniert heute nicht, das ist mir schon klar". Westphal verlieh gleichzeitig aber auch seiner Hoffnung Ausdruck, dass der Preis für CO_2-Zertifikate künftig steigen könnte. Eine Reform des bestehenden Zertifikatesystems ist allerdings erst für 2018 vorgesehen. Ab 2021 könnte dann gemäß der aktuellen Planung damit angefangen werden, einige CO_2-Rechte vom Markt zu nehmen, damit über eine Verknappung der Zertifikate die Nachfrage und auch die Preise steigen.

Norbert Barthle, der Parlamentarische Staatssekretär beim Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), hielt demgegenüber am eingeschlagenen Weg fest und bekräftigte: „NIP 2.0 ist auf den Weg gebracht. […] Wir wollen eine Kontinuität sicherstellen." Diese Aussage dürfte darauf hindeuten, dass mittlerweile auch auf ministerialer Ebene Einigkeit darüber herrscht, das Fortbestehen der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie GmbH (NOW) für die nächsten acht oder zehn Jahre sichern zu wollen. Und da die NOW ohne ein entsprechendes Förderprogramm wenig Sinn hat, dürften wohl demnächst mehr Details über die Fortführung des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie (NIP 2) lanciert werden – spätestens wohl vor der nächsten Bundestagswahl im Herbst 2017. Immerhin fand Barthle trotz der vorausgegangenen Lobhudelei erstmals deutliche Worte, indem er feststellte, dass „die Bundesregierung gerne ein Bekenntnis deutscher Automobilhersteller zur Brennstoffzellentechnologie sehen würde" und dass „die Präsenz deutscher Hersteller zu begrüßen wäre".

Hierzu stellte Prof. Robert Steinberger-Wilckens, Chairman Hydrogen and Fuel Cell Research der University Birmingham, klar, dass der Verweis auf die Henne-Ei-Problematik nicht länger gelte: „Man muss zunächst fünf Jahre in den Aufbau einer Infrastruktur investieren, ohne, dass man daran verdient. Das ist so!" Demgegenüber zeigte Steffen Bilger, der als Podiumsteilnehmer die Interessen der CDU vertrat, Verständnis für die Interessen der Automobilhersteller. Bereits im Vorfeld hatte er erklärt, die Automobilindustrie habe ein Interesse daran, viele E-Autos zu verkaufen, schließlich müsse sie die EU-weiten CO_2-Grenzwerte trotz großen Premium-Anteils einhalten. Er ließ dabei jedoch außer Acht, dass die deutsche Regierung im Interesse der deutschen Automobilindustrie wesentlich dazu beigetragen hat, dass die Grenzwerte innerhalb der Europäischen Union nicht so niedrig sind wie sie hätten sein können und wie es vielleicht auch sinnvoll gewesen wäre, damit die Elektrifizierung im Mobilitätssektor wesentlich schneller voranschreitet. ||

NEUES KWK-GESETZ

Übergangsregelung für BZ-Heizgeräte

Das Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetzt (KWKG) fördert mittlerweile seit etlichen Jahren stationäre Aggregate, die möglichst effizient sowohl Wärme als auch Strom erzeugen. Alle paar Jahre werden derartige Gesetze novelliert und naturgemäß entbrennen bereits Monate vor den politischen Entscheidungen heftigste Diskussionen um etwaige Veränderungen. Gerade noch rechtzeitig stimmte der Bundesrat schließlich kurz vorm Jahresende dem *KWKG 2016* nach einigen Veränderungen zu, so dass es am 1. Januar 2016 in Kraft treten konnte.

Gut ein Jahr hat es gedauert, das neue KWK-Gesetz zu verabschieden: Zunächst wurde ab Juli 2015 ein Referentenentwurf diskutiert, aus dem ein Gesetzentwurf wurde, der im September im Bundeskabinett beschlossen wurde. Ende 2015 fanden dann drei Lesungen im Deutschen Bundestag statt, bevor das neue KWK-Gesetz schließlich am 18. Dezember 2015 den Bundesrat passierte.

Wesentliche Änderungen gegenüber der 2012er-Version sind, dass beim Eigenverbrauch nur noch ein Zuschlag in Höhe von 4 Cent pro Kilowattstunde bei Anlagen bis 50 kW und 3 Cent/kWh bei Anlagen von 50 bis 250 kW gezahlt wird. Bislang waren es in diesen Leistungsklassen 5,41 Cent/kWh beziehungsweise 4,0 Cent/kWh gewesen. Darüber hinaus wurde bisher auch der Eigenverbrauch größerer Anlagen gefördert (250 kW bis 2 MW mit 2,4 Cent/kWh, über 2 MW mit 1,8 Cent/kWh), was fortan jedoch wegfällt. Bei der Einspeisung ins öffentliche Netz wurden kleine Anlagen bislang mit 5,41 Cent/kWh über zehn Jahre gefördert. Hier wurde der Zuschlag zwar in allen Leistungsklassen angehoben (bei Anlagen bis 50 kW auf 8 Cent/kWh), aber die Förderdauer wurde auf 60.000 Vollbenutzungsstunden begrenzt. Ursprünglich war im Referentenentwurf allerdings geplant gewesen, nur 45.000 Stunden zu berücksichtigen.

Für Brennstoffzellenanlagen gibt es laut BHKW-Infozentrum im neuen KWK-Gesetz eine gesonderte Übergangsregelung, bis das *Technologieeinführungsprogramm* (TEP, s. Interview S. 9) greift. Demnach können Betreiber von BZ-Anlagen eine Vergütung nach dem *KWK-Gesetz 2012* in Anspruch nehmen, wenn eine verbindliche Bestellung der KWK-Anlage bis zum 31. Dezember 2016 und die Inbetriebnahme dieser Anlage bis zum 31. Dezember 2017 erfolgt.

Die VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (GEU) begrüßte, dass jetzt mit der Novelle ein gewisses Maß an Planungssicherheit gegeben sei, kritisierte aber, dass die absoluten Werte bei den Ausbauzielen (110 TWh/a bis 2020 und 120 TWh/a bis 2025) nicht ambitioniert genug seien. Auch die Hauptgeschäftsführerin des Verbandes kommunaler Unternehmen (VKU) und frühere parlamentarische Staatssekretärin beim BMVI Katherina Reiche hatte bereits im Sommer 2015 bemängelt: „Leider sind die jetzt vorgesehenen Förderbedingungen gerade für die neuesten und effizienten Kraftwerke nicht ausreichend.“ Konkret hatte sie gefordert, dass die Bundesregierung an den im Koalitionsvertrag festgeschriebenen ehrgeizigen Ausbauzielen festhalten solle. Sie hatte verlangt: „Es muss die Formel gelten: Zweimal 25. 25 Prozent KWK bis 2025.“ Die jetzigen Zielwerte entsprechen einem Anteil von 19 % in 2020 und 20 % in 2025. ||

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

FÜR DIE JAHRGANGSSTUFEN 7 BIS 11

NOW Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie | H2YDROGEIT Verlag

www.hydrogeit-verlag.de/shop

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: Hausenergie | **Autor:** Sven Geitmann

474 BZ-HEIZGERÄTE NACH SIEBEN JAHREN

Abschluss des Callux-Praxistests in Berlin

Abb. 1: Dr. Klaus Bonhoff zog Bilanz

Obwohl die anvisierte Zahl von 800 Brennstoffzellen-Heizgeräten nicht annähernd erreicht wurde, haben die Partner des *Callux*-Projekts am 26. November 2015 mit vielen lobenden Worten den Abschluss des *Praxistests Brennstoffzelle fürs Eigenheim* gefeiert. Im Erich-Klausener-Saal des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) in Berlin bezeichnete der Parlamentarische Staatssekretär Norbert Barthle *Callux* als „hocherfreulich – ein wunderbares Projekt".

Die Abschlussveranstaltung startete mit einem Kurzfilm, in dem lauter zufriedene Testkunden und Projektpartner die Vorzüge der neuen Technik anpriesen. Gleich darauf erklärte Norbert Barthle in seiner Eröffnungsrede im Hinblick auf eben diese „Testimonials" – wie er die Werbefilmchen selber nannte – und den siebenjährigen Praxistest: „In diesem Projekt haben sich vermeintliche Konkurrenten zusammengetan. […] Das Ergebnis kann sich – so meine ich – sehen lassen."

KOSTEN RUNTER, VERFÜGBARKEIT RAUF *Callux* war als erstes Leuchtturmvorhaben innerhalb des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Technologie (NIP) im September 2008 an gleichem Ort mit dem Ziel gestartet worden, 800 BZ-Aggregate bis 2015 ins Feld zu bringen. Herausgekommen sind in der Projektlaufzeit vom 1. Juli 2008 bis zum 30. Juni 2015 zahlreiche technologische Verbesserungen sowie Unmengen an Erfahrungswerten aus insgesamt über 5 Mio. Betriebsstunden.

Die Gerätekosten wurden innerhalb von drei Systemgenerationen um 60 Prozent reduziert, sowohl Hersteller als auch Handwerker wurden geschult, und die Verfügbarkeit der Aggregate wurde auf über 96 % erhöht. Der elektrische Wirkungsgrad liegt mittlerweile bei über 33 %. Insgesamt wurden über 3 Mio. Kilowattstunden Strom erzeugt, wobei allein mit einem Gerät – je nach Gebäudetyp – jährlich ein bis zwei Tonnen Kohlendioxid eingespart werden können.

Die Kritik, dass jetzt „nur fast 500" Aggregate installiert worden seien, wies Barthle zurück: „Diese Kritik greift zu kurz." Dabei berief er sich darauf, dass die Bundesregierung eine technologieoffene Forschung unterstütze, dass aber letztlich „die Vermarktung die Sache der Unternehmen ist" und der Markt entscheide, was sich durchsetze. Dr. Klaus Bonhoff, Geschäftsführer der NOW GmbH, betonte ebenfalls die Erfolge: „Auch wenn die Gesamtzahl nicht den Plänen entspricht, sind wir in Deutschland mit 1.000 installierten Geräten führend in Europa." Dabei ging er sogar so weit zu sagen: „Durch das NIP wurde eine beschleunigte Marktvorbereitung erreicht."

Zu Japan und den dortigen weit über 100.000 in Betrieb genommenen Systemen erklärte der NOW-Geschäftsführer etwas lapidar: „Wettbewerb belebt das Geschäft." Eine ähnlich laxe Antwort kam vom Callux-Pressesprecher auf die Frage seitens *HZwei,* warum denn bereits im Frühjahr von 500 BZ-Heizgeräten die Rede gewesen sei: „Die Zahl wurde aufgerundet. Das ist ganz normal."

VIELE RÜCKSCHLÄGE Alexander Dauensteiner, Callux-Sprecher und Leiter Produktmanagement Vaillant, verwies indes auf die „ganz, ganz vielen Rückschläge", blieb jedoch dabei, dass „die Brennstoffzelle das richtige Gerät zu richtigen Zeit ist". Anschließend bemühte er abermals die Metapher vom Marathonlauf, bei dem „man jemanden braucht, der einem einen Müsliriegel und ein Wasserglas reicht". Gemeint war mit diesem Vergleich die finanzielle Unterstützung durch das BMVI, die allerdings eher kompletten gebratenen Schweinen sowie ganzen Weinfässern entsprach als nur Müsli und Wasser, um mal im Bild zu bleiben. Insgesamt flossen rund 75 Mio. Euro in dieses Vorhaben, davon 36 Mio. Euro an Fördergeldern.

Nachdem nun insgesamt 474 Anlagen für jeweils durchschnittlich zwei bis drei Jahre in Betrieb waren, gehen die *Callux*-Partner davon aus, dass die Installationszahlen bis zum Jahr 2020 auf 26.000 steigen werden, bis 2025 gar auf 165.000. Diese Entwicklung setzt allerdings voraus, dass bis zum Ende des Jahres 2016 bereits 1.500 BZ-Heizgeräte im Einsatz befindlich sind.

Abb. 2: A. Dauensteiner will 2016 das BZ-Heizgerät von Vaillant einführen.

Ob diese Erwartung realistisch ist, wird wesentlich davon abhängen, wie das erwartete Technologieeinführungsprogramm ausgestaltet wird (s. Interview S. 9). Norbert Barthle zeigte sich diesbezüglich zuversichtlich: „Wir stehen heute am Beginn des kommerziellen Markteintritts." ||

RÜCKBLICK

„Die Partner des Konsortiums sind optimistisch, dass in der ersten Phase des Projektes bis zum Jahr 2012 bereits so viele Brennstoffzellen-Heizgeräte bundesweit installiert sind, dass anschließend in der zweiten Phase die Marktvorbereitungen anlaufen können."
Callux-Pressemeldung aus dem Jahr 2008

TEP KOMMT ERST MITTE 2016

Interview mit Thorsten Herdan vom BMWi

Abb. 1: Thorsten Herdan [Quelle: BMWi]

Thorsten Herdan war die meiste Zeit seines Berufslebens im Bereich für Verbrennungskraftmaschinen auf Seiten der Industrie tätig. 14 Jahre lang wirkte der Maschinenbau-Ingenieur als Geschäftsführer bei der Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen (FVV), nachdem er bereits 1995 zum Generalsekretär des internationalen Verbands für Motoren und Gasturbinen (CIMAC) gewählt worden war. Seit 1999 zeichnete er im Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) verantwortlich für den Fachverband Power Systems (Motoren, Turbinen, Wind- & Bioenergieanlagen, Brennstoffzellen) – seit 2000 auch für Energiepolitik. Im Juni 2014 wechselte der heute 49-Jährige dann in die Politik und ist seitdem Abteilungsleiter Energiepolitik – Wärme und Effizienz im Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Aus aktuellem Anlass befragten wir ihn zum aktuellen Stand beim Technologieeinführungsprogramm (TEP) sowie zu den Zielen seines Ministeriums.

HZwei: Herr Herdan, erlauben Sie mir bitte zu Anfang einmal die Frage, was Sie damals dazu bewegt hat, die Seiten zu wechseln und von der Industrie in die Politik zu gehen.

Herdan: Ich habe mich über das Angebot sehr gefreut, und natürlich ist und war das eine Herausforderung für mich, die mich sehr gereizt hat. Heute kann ich sagen, dass es sich gelohnt hat. Die energiepolitische Arbeit macht mir sehr viel Spaß, denn ich kann hier die weitere Umsetzung der Energiewende aktiv mitgestalten.

HZwei: Kurz nach Ihrem Einstieg beim BMWi sagten Sie in einem Online-Interview, das auf der BMWi-Homepage einsehbar ist [1], dass man nicht nur die „Kernenergie durch erneuerbare Energien austauschen dürfe, sondern hin zu einem ganzheitlichen Ansatz" gelangen müsse. Inwieweit zählen für Sie auch Brennstoffzellen zu diesem ganzheitlichen Konzept?

Herdan: Die Energiewende ist Deutschlands Weg in eine sichere, umweltverträgliche und wirtschaftlich erfolgreiche Zukunft. Kernelement dabei ist, neben dem zunehmenden Ausbau der erneuerbaren Energien, die Durchdringung des Marktes mit effizienten Energieumwandlungstechnologien. Im Sinne einer Gesamtoptimierung muss es das Ziel sein, ein integriertes Energiesystem zu entwickeln, in dem die Verbrauchssektoren Strom, Wärme und Verkehr miteinander gekoppelt sind. Die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie spielt bei dieser Umgestaltung des Energiesystems eine Schlüsselrolle.

HZwei: Sie sprachen darin auch viel von Effizienzsteigerung und sagten: „Durch die Einsparung von Strom und Wärme wird die Energiewende erst rund." Gleichzeitig erwähnten Sie aber nicht ein einziges Mal die Brennstoffzelle. Warum nicht?

Herdan: Die Bedeutung der Brennstoffzelle im künftigen Energiesystem ist unumstritten. Ihre effiziente Energiewandlung in Verbindung mit der Kopplung von Wärme und Strom und der lokalen Emissionsfreiheit bietet viele Vorteile bei der stationären und der mobilen Energieversorgung.

HZwei: In einem Interview aus dem März 2015 erklärten Sie, mit dem Marktanreizprogramm (MAP) ein stärkeres Gewicht auf das

– Elektromobilität vor Ort –

3. Fachkonferenz des Bundesministeriums
für Verkehr und digitale Infrastruktur

8. und 9. März 2016

Pullmann Aachen Quellenhof, Monheimsallee 52, 52062 Aachen

www.now-gmbh.de/aktuelles/veranstaltungen/elektromobilitaet-vor-ort

Modellregion Elektromobilität Rhein-Ruhr
NOW Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
EnergieAgentur.NRW
nip Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie

Wärmesegment legen zu wollen, indem beispielsweise Solarthermie und Biomasseheizungen stärker gefördert werden. Sie haben das MAP entsprechend angepasst, bei der Novellierung aber die Brennstoffzellen ausgegrenzt. Warum?

Herdan: Wir nutzen mehrere, jeweils spezialisierte Förderinstrumente, um die Energiewende im Wärmemarkt voranzubringen. Die Brennstoffzelle konnte schon bisher über die KfW-Programme des CO_2-Gebäudesanierungsprogramms gefördert werden. Jetzt werden wir diese Förderung noch deutlicher ausbauen, indem wir ein eigenes separates Programm bei der KfW anbieten werden, um der Technologieeinführung der Brennstoffzelle in den Massenmarkt einen starken Anschub zu geben. Ein davon zu trennendes Förderangebot ist das Marktanreizprogramm Erneuerbare Energien. Hiermit fördern wir – wie der Name es verrät – den Zubau erneuerbarer Energien. Die Brennstoffzelle würde daher nicht in die Zielrichtung des Programms passen.

HZwei: In Ordnung, dann kommen wir also jetzt zum NIP: Derzeit wartet ja die Brennstoffzellen-Szene voller Spannung auf die Politik und rätselt, wie denn nun das neue Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, das NIP 2, aussehen wird. Können Sie zunächst einmal bestätigen, dass tatsächlich ein neues auf zehn Jahre ausgelegtes Förderprogramm geplant ist?

Herdan: Auf der NIP-Vollversammlung, die im vergangenen Jahr zusammen mit dem Statusseminar der BMWi-Energieforschung durchgeführt wurde, hat unser Parlamentarischer Staatssekretär Uwe Beckmeyer in seinem Grußwort den Erfolg des NIP betont und weitere Unterstützung für das NIP-Anschlussprogramm zugesagt. Mit anderen Worten – das Programm wird fortgeführt. Derzeit findet eine Abstimmung zwischen den am NIP beteiligten Ressorts BMVI, BMWi, BMBF und BMUB statt, wie die Unterstützung für das NIP-Anschlussprogramm ausgestaltet wird.

HZwei: Beim NIP 1 war das Bundesverkehrsministerium um einiges stärker finanziell involviert als Ihr Ministerium. Welches wird beim NIP 2 das federführende Ministerium sein?

Herdan: Wie bereits gesagt, sitzen vier Ministerien in den Beratungen zu NIP 2. Die Federführung wird aufgrund seiner höheren finanziellen Beteiligung – wie bisher – beim Verkehrsministerium liegen.

HZwei: Das BMVI sagte bereits während der NIP-Vollversammlung 2015 160 Euro Mio. bis 2018 zu – vornehmlich für den Mobilitätssektor, für den Aufbau einer H_2-Infrastruktur. In welcher Größenordnung wird Ihr Anteil, der sich ja mehr auf den stationären Sektor konzentriert, liegen?

Herdan: Ihre Frage bezieht sich auf die im NIP-Maßnahmenkatalog genannten Bereiche. Das BMWi wird sein Engagement in der angewandten Forschung fortsetzen, wofür im Energieforschungsprogramm über 20 Mio. Euro pro Jahr vorgesehen sind. Neu ist der Bereich des Markthochlaufs der stationären Brennstoffzellentechnologie. Ab 2016 wollen wir mit dem Technologieeinführungsprogramm für stationäre Brennstoffzellen im Leistungsbereich bis 5 kW_{el} den Markthochlauf dieser Technologie unterstützen. Für die Umsetzung dieses Förderprogramms steht für den Zeitraum 2016 bis 2018 jährlich ein zweistelliger Millionen-Euro-Betrag zur Verfügung.

HZwei: Wie Sie bereits erwähnten, laufen derzeit noch die Verhandlungen über die Ausgestaltung des sogenannten Technologieeinführungsprogramms für stationäre Brennstoffzellen. Können Sie uns bitte etwas näher erläutern, was da derzeit noch verhandelt wird?

Herdan: Bei der Konzeption des neuen Programms waren zunächst einmal die vorliegenden Prognosen und Gutachten auf den aktuellen Stand zu bringen, woraus dann die Eckpunkte für das neue Förderprogramm zu entwickeln waren. Mit dieser Aufgabe wurde die IZES beauftragt, die bereits 2012 im Auftrag des BMWi ein Konzept für ein TEP entwickelt hatte. Weiter müssen wir sicherstellen, dass wettbewerbliche Fragen der EU-Kommission unserer Förderung nicht entgegenstehen. Auch muss das Programm sinnvoll mit anderen Mechanismen (z. B. nach der KWKG-Novelle) abgestimmt sein. Schließlich waren und sind auch noch viele eher technische Fragen zum Antrags- und Bewilligungsverfahren zu klären. Ich gehe daher davon aus, dass wir mit dem Programm Mitte 2016 starten können.

HZwei: Was sind denn eigentlich die genauen Ziele dieses Programms?

Herdan: Mit dem nationalen Leuchtturmprojekt *Callux* wurde im laufenden NIP der erfolgreiche Nachweis der Marktreife von Brennstoffzellenheizgeräten für die Hausenergieversorgung erbracht. Aus dieser Erkenntnis heraus gehen wir nun den nächsten Schritt und fördern ab 2016 im Rahmen des „Anreizprogramms Energieeffizienz" unter anderem den Markthochlauf von hochinnovativen stationären Brennstoffzellen-Heizungen im kleinen Leistungsbereich bis 5 kW_{el} durch ein degressiv ausgelegtes Investitionszuschussprogramm. Durch diesen nachfrageorientierten Ansatz sollen die Stückzahlen gesteigert, die Kosten reduziert und die Wettbewerbsfähigkeit dieser Technologie verbessert werden, Dieses Programm wird durch die NOW eng begleitet, um technische und wirtschaftliche Meilensteine zu verfolgen und gegebenenfalls Handlungsempfehlungen für weitere Forschung und Entwicklung daraus abzuleiten.

HZwei: Über was für Anwendungsfelder sprechen wir hier in welchen Leistungsklassen?

Herdan: Das TEP ist auf die Leistungsklassen bis 5 kW_{el} beschränkt, da in diesem Segment das größte Nachfragepotenzial gesehen wird und die Hersteller dieser Anlagen jetzt so weit sind, dass sie in die Großproduktion einsteigen können. In erster Linie werden Privathaushalte angesprochen, in denen die Entscheidung zum Austausch der alten Heizungssysteme ansteht und für die eine hocheffiziente Brennstoffzellenanlage zur Strom- und Wärmerzeugung interessant sein könnte. Die Förderung von Brennstoffzellenanlagen für das Gewerbe folgt gegebenenfalls zeitversetzt.

HZwei: Was ist mit größeren Anlagen, also mit den BZ-Systemen oberhalb von 5 kW_{el}?

Herdan: Wichtig ist uns zunächst, mit den kleinen Anlagen und den entsprechend höheren Stückzahlen einen spürbaren Impuls für die Branche auszulösen. Ein Technologieeinführungsprogramm für den Bereich der Anlagen größer 5 kW_{el} ist nach unserer Erkenntnis – die durch die IZES Studie gestützt wird – zum jetzigen Zeitpunkt zu früh. Die gegenwärtig verfügbaren Brennstoffzellensysteme zeichnen sich durch sehr unterschiedliche Spezifikationen und Anwendungsgebiete aus und sind auf einem sehr unterschiedlichen technologischen Stand. Hier ist noch einiges

an Forschungs- und Entwicklungsarbeit zu leisten, damit diese Systeme ihre Marktfähigkeit erlangen. Das BMWi setzt daher für den Bereich der gewerblichen beziehungsweise industriellen Nutzung von Brennstoffzellen-KWK-Anlagen mit höheren Leistungen bis in den Megawattbereich seine Maßnahmen zur Forschung und Entwicklung mit dem Ziel der Systemoptimierung und der Kostenreduktion weiter fort.

HZwei: Wird dieses Programm auf deutsche Produkte beschränkt bleiben oder ist es offen für ausländische Hersteller?

Herdan: Das Programm ist offen für alle Hersteller von Brennstoffzellenanlagen, die am Markt aktiv sind. Eine Einschränkung des Programms auf deutsche Hersteller wäre auch unter wettbewerbsrechtlichen Regelungen gar nicht möglich. Dabei darf man auch nicht vergessen: je mehr Anbieter sich am Markt bewegen, desto besser für den Wettbewerb und damit im Endeffekt natürlich auch für den Endkunden.

HZwei: Beim Erneuerbare-Energien-Gesetz haben ja letztlich die extrem günstigen asiatischen Solaranlagen etlichen hiesigen Herstellern das Genick gebrochen. Wie soll eine ähnliche Entwicklung bei der Einführung der BZ-Technik verhindert werden?

Herdan: Die Gefahr, dass asiatische Hersteller in absehbarer Zeit den Markt dominieren könnten, sehe ich nicht. Nicht zuletzt dank einer starken Energieforschung ist die Branche in Deutschland gut aufgestellt. Anders als bei der PV-Technologie haben wir es bei der stationären Brennstoffzellentechnologie zur effizienten Strom- und Wärmeerzeugung im Privathaushalt mit einer sehr anspruchsvollen Technologie zu tun, die nicht einfach kopiert werden kann. Im Übrigen sind deutsche Hersteller bereits Kooperationen mit Partnern zum Beispiel aus Japan eingegangen, um diese Technologie auf dem deutschen Markt voranzubringen.

HZwei: Können Sie schon etwas Näheres über die weiteren Rahmenbedingungen sagen? Es soll einen Investitionszuschuss geben, wie lange und in welcher Höhe?

Herdan: Am 18. November 2015 wurde im BMWi der IZES-Abschlussbericht mit den Empfehlungen zur Ausgestaltung des TEP vorgestellt. An dieser Veranstaltung nahmen insgesamt 20 Vertreter der Ressorts (BMWi, BMUB, BMVI), der Länder (NRW, BY, HE, BW) und von Branchenverbänden (Heizungsbau, Brennstoffzellen, KWK-Anlagen) teil. Alle Teilnehmer begrüßten die Initiative des BMWi für ein solches Programm. Empfohlen wird, das TEP als ein auf acht Jahre begrenztes und degressiv ausgestaltetes Investitionszuschussprogramm auszugestalten. Die exakte Höhe der Fördersätze ist noch nicht definiert, da unter anderem aufgrund der Erhöhung der Fördersätze im KWKG eine Neuberechnung der von IZES empfohlenen Fördersätze vorzunehmen ist. Ziel ist es, die Fördersätze so auszugestalten, dass der Markthochlauf stattfinden kann.

HZwei: Auch wenn Sie jetzt noch nichts Konkretes über die exakte Höhe der Fördersumme sagen können, kann man davon ausgehen, dass Sie sich bei Ihren Beratungen an dem Strategiepapier zur „Weiterentwicklung des Nationalen Innovationsprogramms", das im Sommer 2013 vom NOW-Beirat herausgebracht wurde, orientiert haben?

Herdan: Natürlich werden diese Strategiepapiere und Maßnahmenkataloge im Ressortkreis sehr genau wahrgenommen, sonst bräuchte die Bundesregierung solche Gremien nicht einzusetzen und zu unterhalten.

HZwei: Der damalige Beiratsvorsitzende Prof. Tillmetz erklärte im Oktober 2013 an eben dieser Stelle in einem HZwei-Interview: „Nach den ersten Analysen müsste sich die öffentliche Hand mit 1,6 Mrd. Euro engagieren. Verteilt auf zehn Jahre ist das wirklich nicht viel für eine Zukunftstechnologie und für eine prosperierende Volkswirtschaft." Was ist von dieser Aussage heute noch gültig?

Herdan: Diese Aussage kann ich so nicht teilen. Nicht vergessen werden darf, dass bisher schon nicht unerhebliche Fördergelder im Bereich Forschung und Entwicklung in diese Technologie geflossen sind. Auch diese Gelder müssen erst einmal erwirtschaftet werden. Im Übrigen gehe ich davon aus, dass sich die Bundesregierung im NIP-Anschlussprogramm an den Investitionsverpflichtungen der Industrie orientieren wird. Soweit mir bekannt, belaufen diese sich auf rund zwei Mrd. Euro über den Zeitraum von zehn Jahren.

HZwei: Bleibt ansonsten alles beim Alten, insbesondere bei der Aufgabenverteilung zwischen der NOW GmbH und dem Projektträger Jülich sowie bei der Antragstellung?

Herdan: Bei Fortsetzungsmaßnahmen werden die Verfahren im Detail überprüft, aber ich sehe keine Notwendigkeit, das Rad neu zu erfinden.

HZwei: Herr Herdan, ich danke Ihnen ganz herzlich für dieses interessante Gespräch.

[1] www.bmwi-energiewende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2014/24/Video/direkt-nachgefragt-herdan.html

EUROSOLAR-Veranstaltungen

EUROSOLAR
Europäische Vereinigung für Erneuerbare Energien e.V.

10. IRES Speicher-Konferenz

10th International Renewable Energy Storage Conference (IRES 2016)

WCRE · International Renewable Energy Storage Conference IRES · ENERGY STORAGE EUROPE

15.–17. März 2016, Messe Düsseldorf

Experten aus Wissenschaft und Forschung sowie Gesellschaft und Politik referieren über das Potenzial von Speichern – aus technischer, politischer, rechtlicher und sozialer Sicht. Die Poster-Ausstellung präsentiert Forschungsarbeiten und Praxisbeispiele. **www.energystorageconference.org**

10. EUROSOLAR-Konferenz

Stadtwerke mit Erneuerbaren Energien

Die Energiewende erfolgreich gestalten: innovativ, regional, erneuerbar

STADTWERKE SCHWERIN · WEMAG · EUROSOLAR Europäische Vereinigung für Erneuerbare Energien e.V.

9. – 10. Mai 2016, Schwerin

Die Konferenzreihe beleuchtet die bedeutende Rolle von Stadtwerken für eine nachhaltige, verbrauchernahe und regenerative Energieversorgung.
www.stadtwerke-konferenz.eurosolar.de

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

DLR PRÄSENTIERT HY4 AUF DER WES

World of Energy Solutions 2015 in Stuttgart

Abb. 1: 2016 soll STORM Pulse auf Weltreise gehen.

Als vom 12. bis 14. Oktober 2015 die *World of Energy Solutions* in Stuttgart stattfand, war der Abgasskandal um Volkswagen noch ganz frisch. Das sogenannte „Dieselgate" beherrschte viele Gespräche und auch viele Vorträge. Franz Untersteller, der Minister für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft des Landes Baden-Württemberg, zeigte sich in seiner Eröffnungsrede zuversichtlich, dass der Skandal um manipulierte Abgastests dazu beitragen werde, dass der Elektromobilitätssektor „neuen Drive" bekomme. Die Brennstoffzelle nannte er „die Technologie der Zukunft".

Unterstellers Ziel ist „die Vorreiterrolle bei der Energiewende". Um dieses Ziel zu erreichen, baut er eindeutig auf die Elektromobilität, wobei er mit der bisherigen Rolle der deutschen Automobilindustrie nicht sonderlich zufrieden ist: So stellte der Umweltminister zunächst fest, dass „Tesla die deutsche Konkurrenz hinter sich gelassen hat". Dann berichtete der Grünen-Politiker, er habe sich ein Elektroauto mit 240 km Reichweite bestellt, bedauerte aber gleichzeitig ausdrücklich, dass dieses Modell nicht aus Baden-Württemberg stamme.

Weiter berichtete der Minister von dem Landesprogramm *Wärmewende im Heizungskeller*. Hier habe es bis dato über 180 Anfragen gegeben. Allerdings sei dieses Programm Ende September 2015 ausgelaufen und würde nicht verlängert, weil Anfang 2016 ein bundesweites Förderprogramm an dessen Stelle treten soll (s. Interview S. 9).

BONHOFF KÜNDIGT ZEHNJAHRESPHASE AN Eine bemerkenswerte Rede hielt am Abend des ersten Veranstaltungstages Dr. Klaus Bonhoff. Bemerkenswert gleich in zweifacher Hinsicht: Zum einen war es durchaus hervorhebenswert, wie souverän der voraussichtlich noch länger amtierende NOW-Geschäftsführer seinen Dinner Speech zu Ende brachte, obwohl ein nicht enden wollendes lautes Gemurmel den Anschein erweckte, es würde niemand zuhören. Tatsächlich lag das aber wohl eher an der extrem schlechten Akustik in der Alten Stuttgarter Reithalle im Maritim Hotel. Zum anderen konnten diejenigen, die zuhörten, vernehmen, dass Bonhoff vorsichtig „eine neue voraussichtliche Zehnjahresphase" ankündigte. Seinen Worten zufolge waren die Ressorts der Ministerien zu dieser Zeit gerade dabei, den Rahmen für ein eigenes Programm zur Markteinführung von Brennstoffzellen bis Ende des Jahres vorzubereiten.

PARTNERLAND NIEDERLANDE Ein Blickfang war der Gemeinschaftsstand des Partnerlands Niederlande, wo Unternehmen aus der Region Nordbrabant ihre Exponate präsentierten. Unter anderem war dort das elektrische Motorrad *STORM Pulse* zu sehen (s. Abb. 1). Junge Ingenieure der TU Eindhoven konstruierten dieses E-Motorrad, das über eine Reichweite von 380 km verfügen soll, in weniger als einem Jahr.

15. F-CELL AWARD Der vom Land Baden-Württemberg gestiftete *f-cell Award 2015,* um den sich in diesem Jahr erstmals 29 Entwickler beworben hatten und der mit zweimal 10.000 Euro dotiert war, ging an die ElringKlinger AG und die Universität Freiburg. ElringKlinger erhielt die Auszeichnung in der Kategorie *products & market* für sein Brennstoffzellenmodul *BZM 5,* da der auf metallischen Bipolarplatten basierende Stack nach Urteil der Jury „industriell herstellbar

InnoROBE

Abb. 2: Prüfende Blicke auf den BZ-Schlepper von Bosch Engineering: F. Loogen, e-mobil BW; W. Hermann, Landesverkehrsminister; B. Pauli, Gouverneur Noord-Brabant; U. Kromer v. Baerle, Landesmesse Stuttgart; R. Bütikofer, EU-Parlament (v. r.)

Bosch Engineering präsentierte auf dem Vorfeld des Messegeländes seinen Gepäckschlepper, der im Rahmen des Förderprojekts *Innovative regenerative On-Board-Energiewandler (InnoROBE)* mit einer Brennstoffzelle als Range-Extender ausgestattet wurde. Nach Aussage des Unternehmens soll dieser Schlepper mit Brennstoffzellen-Hybridantrieb 2016 im Flughafeneinsatz erprobt werden, allerdings steht bislang noch nicht fest, an welchem Flughafen.

Abb. 3: Preisträger unter sich: M. Breitwieser, M. Klingele (beide IMTEK, v. l.) u. Dr. J. Kraft (ElringKlinger)

ist und sich dabei durch seine Leistungsdaten und technische Reife auszeichnet". Weiter hieß es, mit der im Kunststoffspritzgussverfahren hergestellten Endplattenbaugruppe, die bereits wesentliche Systemfunktionen integriere, ergäben sich große Einsparpotenziale für Stack und System. ElringKlinger arbeitet nach eigenen Aussagen seit rund 15 Jahren an Brennstoffzellen, blieb jedoch lange Zeit im Verborgenen und bezeichnet sich derweil selbst als „einzigen deutschen Stack-Hersteller".

Der *f-cell Award research & development* ging an das Institut für Mikrosystemtechnik IMTEK der Universität Freiburg. Dort am Lehrstuhl für Anwendungsentwicklung bei Prof. Dr. Roland Zengerle hat die Nachwuchsgruppe „Poröse Medien" ein vereinfachtes Herstellungsverfahren für Membran-Elektroden-Einheiten (MEA) entwickelt. Wie die Doktoranden Matthias Breitwieser und Matthias Klingele während der Preisverleihung berichteten, hätten sie im Rahmen ihrer Doktorarbeit einfach mal „gebrainstormt" und überlegt, ob Membranmaterial direkt auf die Elektrode „gedruckt" werden könnte. Die Überlegung war, zunächst auf Glas und dann direkt auf die Elektrode zu drucken. Wie sie berichteten, „hat das gleich im ersten Versuch geklappt". Dieses Spray-Coating-Verfahren, bei der die Katalysator- und die PEM-Membran direkt auf die mikroporöse Trägerschicht (die Gasdiffusionslage) „aufgesprüht" werden, gefiel dann auch den Kollegen von ElringKlinger so gut, dass sofort nach der Preisverleihung ein Kennenlerntermin für den nächsten Tag vereinbart wurde (s. Abb. 3). Einen ausführlichen Fachbericht über diese Entwicklung lesen Sie auf Seite 30. ||

E-FLEET FLUGHAFEN
Am Nachmittag des zweiten Veranstaltungstages fand auf dem nahegelegenen Flughafengelände die Präsentation des Projekts *e-fleet* statt; nachzulesen auf Seite 20.

DLR PRÄSENTIERTE H_2-FLUGZEUG
Ein Highlight der Veranstaltung war die Präsentation des neuen Wasserstoffflugzeugs *Hy4* vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR); nachzulesen auf Seite 26.

IMTEK ERHÄLT *F-CELL AWARD*
Matthias Breitwieser und Matthias Klingele präsentierten während der *WES*-Abendveranstaltung ihre preisgekrönte Idee und schreiben darüber auf Seite 30.

ESE UND IRES VERSCHMELZEN

Die Messe Düsseldorf und die Europäische Vereinigung für Erneuerbare Energien e. V. (EUROSOLAR) haben Ende Oktober 2015 vereinbart, zukünftig enger zusammenzuarbeiten. Sie unterzeichneten einen Kooperationsvertrag, damit zukünftig die *Internationale Konferenz zur Speicherung Erneuerbarer Energien (IRES)* und die *Energy Storage Europe (ESE)* besser miteinander verknüpft werden können. Im zehnten Jahr ihres Bestehens verschmilzt damit die *IRES*, die von ihren Machern als „führende Konferenz für wissenschaftliche und gesellschaftspolitische Aspekte der Energiespeicherung" angesehen wird, mit der vornehmlich auf Wirtschafts- und Finanzfragen ausgerichteten *ESE*. Nachdem es in den vergangenen beiden Jahren bei den Teilnehmern einige Irritationen gegeben hatte, welche Veranstaltung die jeweils geeignete sei, soll durch den neuen Vertrag und die Zusammenführung mehr Klarheit geschaffen werden. So wird es voraussichtlich ein gemeinsames Kombiticket für die Konferenzschwerpunkte geben.

Hans Werner Reinhard, Geschäftsführer der Messe Düsseldorf, erklärte: „Für viele Besucher wird es nun deutlich einfacher, sich individuelle und passgenaue Besuchsprogramme mit Inhalten aus allen Bereichen zusammenzustellen." Irm Scheer-Pontenagel, Geschäftsführerin von EUROSOLAR, ergänzte: „Durch die partnerschaftliche Konferenzausrichtung wird garantiert, dass Forscher, Wissenschaftler, Industrie- und Wirtschaftsvertreter sowie Politiker in gegenseitigen Austausch treten." ||

Europas größte Wasserstoff-, Brennstoffzellen- und Batterien-Plattform

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

25.–29. April 2016 ▪ Hannover ▪ Germany
Mehr Informationen unter **h2fc-fair.com**

Deutsche Messe
Energy
HANNOVER MESSE

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

VON DER F-CELL ZUR E-CELL

Kommentar zur WES 2015: (Fast) alles dreht sich um Batterien

Die *World of Energy Solutions (WES)* entwickelt sich immer mehr zu einem Batterie-Event. Gestartet war diese Veranstaltung, die zuletzt vom 12. bis 14. Oktober 2015 in Stuttgart stattfand, als regionaler Brennstoffzellenkongress *f-cell*. Vor 15 Jahren traf sich eine überschaubare Menge an Wasserstoff- und Brennstoffzellenexperten, um im *Haus der Wirtschaft* in Stuttgart wissenschaftliche Erkenntnisse aus ihren Versuchslaboren und Werkstätten auszutauschen. Anbei gab es eine kleine begleitende Ausstellung vorrangig schwäbischer Unternehmen. Nachdem sich dieser alljährliche Branchentreffpunkt zwischenzeitlich zu einem der weltweit wichtigsten Termine der BZ-Community entwickelt hat, wird die Brennstoffzellenthematik seit etwa drei Jahren zunehmend überlagert von anderen Themen – insbesondere von der Batterie. Angesichts dieser Entwicklung stellt sich die Frage, wo die Organisatoren mit der ehemaligen *f-cell* in den nächsten Jahren hinwollen.

Eigentlich sollte jetzt der Zeitpunkt gekommen sein, an dem sich alles um die Markteinführung der Brennstoffzelle dreht. Dementsprechend hatte der *f-cell*-Gründer und Konferenzorganisator Peter Sauber bereits vergangenes Jahr die *green2market* ins Leben gerufen, um parallel zu den Wissenschafts- und Forschungsthemen auf der *f-cell* auch über Marketing und Vertrieb informieren und diskutieren zu können. Die Brennstoffzellen-Community zog aber nicht mit: Die erste Ausgabe der *green2market* im Jahr 2014 fand wegen zu weniger Anmeldungen nicht statt, und auch beim zweiten Anlauf war die Resonanz eher mäßig. Scheinbar drängen derzeit doch noch nicht so viele Unternehmen wie von Sauber erwartet auf den Markt.

Dies allein wäre noch nicht sonderlich bemerkenswert, wenn da nicht noch weitere Indizien wären, die aufhorchen lassen: So ist in den letzten Jahren von der ehemaligen *f-cell* von Mal zu Mal immer weniger zu sehen gewesen. Diese Entwicklung dürfte von der Landesmesse Stuttgart GmbH, die das Branchentreffen seit 2012 auf dem Stuttgarter Messegelände ausrichtet, durchaus beabsichtigt gewesen sein, schließlich wurde im gleichen Jahr die *Battery+Storage* eingeführt. Ursprünglich als Ergänzung zur BZ-Thematik angepriesen, übernahm die Batteriebranche jedoch schnell das Sagen. Dies bestätigt auch ein kurzer Blick auf die Zusammensetzung des *WES*-Beirats, in dem immer weniger BZ-Experten sitzen.

ENTWICKLUNG SCHLECHTER ALS ERHOFFT Dabei hatte sich Peter Sauber im Jahr 2011 noch gefreut: „Das war die beste *f-cell*, die wir je hatten." Die Rede war damals von 46 Ausstellern und 1.000 Branchenvertretern im *Haus der Wirtschaft*. Weil damit die dortigen Kapazitäten allerdings ausgeschöpft waren, entschied sich Peter Sauber, im Folgejahr aufs Messegelände zu wechseln. Die Landesmesse dürfte sich damals gefreut haben, eine solide geführte Veranstaltung serviert zu bekommen, bestand doch die berechtigte Hoffnung, dass die behandelten Themen durchaus über Wachstumspotential verfügen.

Die Ausstellerzahlen stiegen aufgrund des Ortswechsels vom *Haus der Wirtschaft* ins *International Congress Center (ICS)* und der neu hinzugekommenen Themen dann auch zunächst deutlich an. Das Veranstaltungsdreigespann lockte prompt über 140 Aussteller und insgesamt 3.233 Besucher – so viele Gäste wie nie zuvor – nach Stuttgart. Sauber sprach damals selbstzufrieden von einem „Auftakt nach Maß".

Ein Jahr danach verständigten sich die Organisatoren dann auf den neuen Titel *World of Energy Solutions*, der seitdem über den drei Konferenz-Standbeinen *f-cell*, *Battery+Storage* und *e-mobil solutions* prangt. Erwartungsgemäß verloren dadurch die einzelnen Teilveranstaltungen zwar an Bedeutung, man hoffte jedoch, durch diese thematische Verallgemeinerung die Teilnehmerzahlen noch weiter steigern zu können. Dies erwies sich jedoch als Trugschluss.

Der Batteriesektor konnte sich in den vergangenen drei Jahren im ICS zwar durchaus etablieren, verdrängte aber zunehmend die ursprünglichen *f-cell*-Teilnehmer. Während 2013 auf der *Battery+Storage* 64 Aussteller mit „normal" großen Ständen vor Ort waren, hatten damals die 91 *f-cell*-Aussteller eher kleine Stände gebucht oder sich im Sammelpack auf Gemeinschaftsständen eingemietet. 2014 waren es dann schon mehr Batterie- als Brennstoffzellenaussteller. Insgesamt kamen jedoch nicht wie erhofft 200 sondern nur 138 Institutionen. Das umgedrehte Kräfteverhältnis hielt auch 2015 an – und die Ausstellerzahl ging weiter zurück auf zuletzt 120.

Konferenzseitig sieht es nicht wirklich besser aus: Nach rund 600 Zuhörern in 2013 gingen auch hier die Zahlen von 2014 (550) abermals zurück auf dieses Mal 500 Symposiumsbesucher. Die Gesamtzahl aller Teilnehmer lag in den vergangenen Jahren meist oberhalb von 3.000, dieses Mal blieb sie jedoch mit knapp 2.700 Personen deutlich darunter. Peter Sauber gibt sich trotzdem weiterhin selbstbewusst. Gegenüber *HZwei* schob er diesen Rückgang unter anderem auf das fehlende Bekenntnis von Bundeskanzlerin Angela Merkel zur Elektromobilität, als sie während der *Nationalen Konferenz* im Juni 2015 nicht wie erwartet zusätzliche Unterstützung zugesagt hatte. „Trotz dieses Durchhängejahrs haben wir uns wacker gehalten", fand Sauber.

ENERGIESPEICHERUNG ALS TOPTHEMA Die zuletzt rückläufige Entwicklung dürfte darüber hinaus auch mit darin begründet sein, dass insbesondere das Thema der Energiespeicherung mittlerweile auch anderswo diskutiert und prä-

E-MOBIL BW

Den *e-mobil BW Technologietag* gibt es seit 2011. Er wurde von der Agentur e-mobil BW zunächst als regionaler Event für die Elektromobilitätsbranche initiiert und gemeinsam mit der Peter Sauber Agentur organisiert. Nach einer stärkeren internationalen Ausrichtung *(e-mobil BW conference)* in den Folgejahren heißt dieser Teil mittlerweile *e-mobil solutions*.

sentiert wird. So hatte im März 2012 die *Energy Storage* als *International Summit for the Storage of Renewable Energies* in Düsseldorf Premiere. Aus dieser Konferenz mit begleitender Ausstellung (20 Institutionen) entwickelte sich innerhalb von drei Jahren ein ernst zu nehmender Wettbewerber, da es der Messe Düsseldorf gelang, mit dem Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW), dem Bundesverband Energiespeicher (BVES), Eurosolar sowie OTTI namhafte Partner mit ins Boot zu holen.

Im ersten Jahr erschienen 350 Branchenexperten zum Kongress. 2015 waren es 1.800 Teilnehmer, die die insgesamt fünf Konferenzen besuchten. Nach 67 Ausstellern im Vorjahr kamen 2015 schon 93 Institutionen, die die gesamte Bandbreite der Energiespeicherung von Batterie über Power-to-Gas bis zum Wasserstoff abdeckten. Und für 2016 gehen die Organisatoren nochmals von einem deutlichen Zuwachs aus (rund 125 Aussteller und 3.000 Besucher, s. auch S. 13).

Die *World of Energy Solutions* hat sich mit dem Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) zwar ebenfalls um Unterstützung von institutioneller Seite für die *Battery+Storage* bemüht. Dessen Schwerpunkt liegt aber nach Aussage von Dr. Eric Maiser, Leiter VDMA Batterieproduktion, eher im Maschinenbau sowie in der Batteriezellenproduktion (Consumer Electronic), so dass nur relativ wenig Überschneidungen mit der BZ-Branche bestehen. Dieter Manz, Vorstandsvorsitzender der Manz AG, räumte sogar ein: „Elektromobilität ist derzeit nicht relevant." Hinzu kam 2015 als kleiner Marketing-Fauxpas, dass der VDMA seine aktuelle Geschäftsklimaumfrage nicht „zur *World of Energy Solutions* publizierte", wie es in einer Pressemeldung der Landesmesse Stuttgart anlässlich der *WES*-Eröffnung hieß, sondern bereits am 15. Juni 2015 präsentiert hatte. Einen vergleichbaren ideell-fachlichen Träger für die *f-cell* gibt es bis dato nicht.

NEUAUSRICHTUNG AB 2016 Die thematische Gewichtung bei der Außendarstellung der *WES* lag somit in den vergangenen Jahren eindeutig auf der Batterieseite. Sowohl die Pressemeldungen der Landesmesse Stuttgart als auch die vergangenen Pressekonferenzen rankten sich meist um die Produktion der Stromspeicher, so dass das Logo der *f-cell* zwar noch auf der Homepage und dem Programmheft zu finden ist, de facto die *f-cell* aber kaum noch existiert.

Auf die Frage seitens *HZwei* an Ulrich Kromer von Baerle, Geschäftsführer der Landesmesse Stuttgart GmbH, ob denn im Oktober 2015 bereits Planungen zur Veränderung des Jahreszyklus der Veranstaltung vorlagen, sagte er: „Momentan gibt es keine Pläne, 2016 Pause zu machen, aber das muss man dann später mal sehen." Trotzdem dürfte klar sein, dass sich die Landesmesse ursprünglich eine positivere Entwicklung des *WES* erhofft hat, schließlich ist ein Messeveranstalter bestrebt, seine Hallen stets gut auszulasten. Damit dieses Ziel noch erreicht werden kann, bedarf es jedoch einiger Veränderungen – insbesondere im Hinblick auf das *30. Electric Vehicle Symposium (EVS)*, das im Jahr 2017 vom 9. bis 11. Oktober parallel zu *WES* stattfinden soll.

LEITMESSE
Die *Energy Storage Europe* wird 2016 erstmals vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) als internationale Leitmesse für Energiespeicherung in Deutschland gelistet, wodurch es jungen Unternehmen ermöglicht wird, im Rahmen eines Förderprogramms des BMWi bis zu 70 Prozent ihrer Ausstellerkosten erstattet zu bekommen.

Der Termin für 2016 steht auch schon fest: 10. bis 12. Oktober. Bis dahin sollten sich die Landesmesse Stuttgart, Peter Sauber und die Wirtschaftsförderung Region Stuttgart allerdings überlegen, wie sie diese Veranstaltung wieder reizvoller machen können – sowohl für die Besucher als auch für die Aussteller. Wenn tatsächlich die ganze „Welt der Energielösungen" abgebildet werden soll, muss es spätestens bis 2017 gelingen, noch weitere namhafte Player als Aussteller und/oder Partner zu gewinnen. Wesentlich wird zudem sein, ob und wie die Brennstoffzellen-Community bei der Stange gehalten werden kann. Da die Kuschelatmosphäre aus dem *Haus der Wirtschaft* abhandengekommen ist und dadurch der für die Branche so wichtige Informationsaustausch gelitten hat, müssen neue Anreize gesetzt werden – sei es über neue starke Partner oder interessante Begleitveranstaltungen beziehungsweise Networking-Angebote.

Dabei ist es jedoch nicht allein die Aufgabe der Veranstalter, Neues zu offerieren. Auch die verschiedenen Player der Branche, die vielen großen und kleinen Firmen, die Forschungsinstitute und auch die Verbände und Agenturen, müssen sich überlegen, wo sie in den nächsten Monaten und Jahren hinwollen. Denn wer noch jahrelang weiterforschen möchte, benötigt keine Messe. Dem genügt eine reine Konferenz zum Vortragen seiner Ergebnisse. Wer aber Produkte vermarkten möchte, der ist auf eine geeignete Plattform angewiesen, um die richtigen Ansprechpartner an zentraler Stelle treffen zu können. Und wer seine Produkte weiterentwickeln und dann auch vertreiben möchte, benötigt beides, und genau deswegen ist dieses Konstrukt einer Konferenz mit begleitender Messe so attraktiv.

Zu wünschen wäre es der *WES* oder auch der *f-cell* – egal wie diese Veranstaltung nun weiterhin heißt –, dass sie rechtzeitig zurückfindet zu alter Stärke, denn schließlich hat sie über mehr als 15 Jahre hinweg den langen Weg der Brennstoffzellenentwicklung stets mitbegleitet und auch wesentlich mitgeprägt. ||

- 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

Frankreich zieht nach – Wasserstoff-Mobilität gewinnt Boden ... Callux zieht erfolgreiche Bilanz ... Klimavertrag von Paris setzt Regierungen der Welt unter Zugzwang ...

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

LEISTUNGSFÄHIGER AKKU FÜR GRÜNSTROM

WindGas-Projekt in Hamburg-Reitbrook gestartet

Sie gilt als äußerst kompakte und effiziente Power-to-Gas-Anlage und steht in Hamburg-Reitbrook. Am 15. Oktober 2015 ist sie eingeweiht worden, die *WindGas*-Anlage, die im Rahmen eines NIP-Förderprojekts von einem Firmenkonsortium in dreijähriger Vorbereitungszeit errichtet wurde. Zur Einweihung waren zwar weder Hamburgs Erster Bürgermeister Olaf Scholz noch der Parlamentarische Staatssekretär des BMVI Norbert Barthle, die beide ursprünglich angekündigt waren, vor Ort, gestartet wurde aber trotzdem. Wie geplant strömte nach dem Knopfdruck „grüner Wasserstoff" ins regionale Erdgasnetz.

Angefangen hatte alles im Jahr 2010 mit einem Gespräch auf der Hannover Messe. Dort unterhielten sich einige der heutigen Projektpartner über die Möglichkeiten der Skalierung von Elektrolysesystemen. Erklärtes Ziel war schon damals der Megawattbereich, auch wenn zunächst an eine baldige Realisierung noch nicht zu denken gewesen war. Erst 2012 wurde es konkreter: Damals war allerdings noch die Rede von 3.500 MW elektrischer Energie, die jährlich von Solar-, Bio- und Windkraftanlagen in Schleswig-Holstein ins Stromnetz eingespeist wurden. Bis heute sind daraus mittlerweile 7.000 MW geworden, und ein Teil davon soll fortan dafür verwendet werden, im Rahmen dieses 13,5 Mio. Euro teuren Forschungsprojekts Wasserstoff *(WindGas)* per Elektrolyse herzustellen, damit der dann ins Erdgasnetz eingespeist werden kann.

Der erste Spatenstich für das Innovationszentrum erfolgte im Juni 2013 auf dem Gelände der HanseWerk AG im Beisein des Hamburger Bürgermeisters Scholz und des Parlamentarischen Staatssekretärs beim BMVI Enak Ferlemann. Die Inbetriebnahme mehr als zwei Jahre später oblag nun aber Jens Kerstan, dem seit April 2015 amtierenden Senator für Umwelt und Energie in der Freien und Hansestadt. In seiner Begrüßungsrede erklärte Kerstan gut gelaunt: „Mit dem Knopfdruck geht ein extrem leistungsfähiger Akku für Grünstrom in Betrieb."

Eigentlich sollte der Regelbetrieb bereits Anfang 2015 aufgenommen werden. Dies gelang aber nicht ganz. Dafür „ist die Anlage im Budget geblieben", freute sich Dr. Peter Klingenberger, Sprecher der Geschäftsführung der E.ON Gas Storage GmbH.

KOMPAKTES PEM-AGGREGAT Der bei diesem Vorhaben zur Anwendung kommende Elektrolyseur kommt von der Firma Hydrogenics und verfügt über einen PEM-Stack (Proton Exchange Membran), der überschaubare 55 cm x 70 cm x 90 cm misst. Trotz dieser geringen Dimensionen verfügt der Wasserstofferzeuger über eine maximale Aufnahmeleistung von 1,5 MW. Er ist installiert in einen 2,5 m hohen 40-Fuß-Contai-

Im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitforschung wird vom Deutschen Institut für Luft- und Raumfahrt (DLR) die Degradation der einzelnen Komponenten untersucht. Bislang ergaben die Analysen, dass „trotz eines ersten Stresstests bisher absolut noch keine Alterung festgestellt werden konnte".

Abb. 2: M. Boxberger, HanseWerk; P. Klingenberger, E.ON Gas Storage; J. Kerstan, Hamburger Senat; K. Bonhoff, NOW; R. Schoof, E.ON Gas Storage

ner und wird mit Leitungswasser, das in einer Aufbereitungsanlage per Osmose gereinigt und deionisiert wird, versorgt. Außerdem ist vor Ort ein Spannungswandler installiert, der den Strom auf die benötigten 400 V heruntertransformiert.

Das H_2-Gas in Reitbrook wird nach der Erzeugung auf 15 bar verdichtet, bevor es in das Verteilnetz eingespeist wird. Die Regelung der Anlage erfolgt über die zentrale Lastwarte in Essen, ebenso wie bei der Schwesteranlage in Falkenhagen. Der wesentliche Unterschied ist allerdings, dass dort in der Prignitz alkalische Elektrolyseure installiert sind, die mit 0,5 A/cm² eine etwa viermal geringere Stromdichte aufweisen als PEM-Aggregate.

Ziele dieses norddeutschen Förderprojekts sind der Aufbau eines Prototyps in der Metropolregion Hamburg sowie die Erprobung dieses PEM-Elektrolyseurs im Bereich oberhalb von 1 MW über zunächst ein Jahr. Derzeit erhältliche PEM-Systeme verfügen bislang über Eingangsleistungen von bis zu 100 kW. Oberhalb dieser Leistungsgrenze werden bisher vorrangig alkalische Elektrolyseure verwendet (s. Falkenhagen). Dass nun mit dieser Anlage der Sprung in den Megawattbereich gelungen ist, nannte Dr. Klaus Bonhoff, Geschäftsführer der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Technologie, die 6,5 Mio. Euro beisteuerte, „einen großen Schritt".

Für die Zukunft stellte Bernd Pitschak, Geschäftsführer der Hydrogenics GmbH, gegenüber *HZwei* noch größere Anlagen in Aussicht. So wird beispielsweise derzeit in Kanada eine 2-MW-Anlage aufgebaut, die auch für 5 MW geeignet wäre. Nach seinen Worten könnten somit in nächster Zeit auch Anlagen im Leistungsbereich von 5 bis 10 MW realisiert werden. ||

WINDGAS
Vertrieben wird der nachhaltig erzeugte Wasserstoff in Form eines Erdgas-Wasserstoff-Gemisches *(WindGas)* über E.ON. Dazu erklärte Geschäftsführer Uwe Kolks, dass „die Beimischung des regenerativen Windgases in unserem Produkt von zehn auf fünfzehn Prozent" im November 2015 erhöht würde (wie jetzt geschehen), da der Wasserstoff fortan aus zwei Anlagen (Falkenhagen & Reitbrook) bezogen werden kann und somit mehr Kunden beliefert werden können.

H_2-EINLAGERUNG UNTER DER ERDE

Quelle: RAG

Im österreichischen Pilsbach ist im vergangenen Herbst die europaweit erste Forschungsanlage zur Erprobung der Speicherfähigkeit von Wasserstoff in ehemaligen Erdgaslagerstätten in Betrieb gegangen. Am 5. Oktober weihte Österreichs Technologieminister Alois Stöger den Standort im Beisein der beteiligten Partner und zahlreicher Gäste im Rahmen des 4,5-Mio.-Euro-Projektes *Underground Sun Storage* feierlich ein. Herzstück der Anlage sind insgesamt vier alkalische Elektrolyseur-Stacks, von denen jeweils zwei in einem 40-Fuß-Container der schwäbischen Etogas GmbH verbaut sind. Deren Aggregate (Gesamtnennleistung: 1,2 MW) machen aus Wasser sowie Sonnen- und Windenergie pro Stunde 250 Nm³ Wasserstoff, der Erdgas beigemischt und anschließend unterirdisch in natürlichen Porenlagerstätten gespeichert wird. Erklärtes Ziel des österreichischen Konsortiums ist die Überprüfung der Auswirkungen von Wasserstoff auf die Untertagegasspeicher, die bisher noch nicht sonderlich gut erforscht sind.

„Als in Österreich gegründetes Unternehmen und Power-to-Gas-Pionier ist es der Etogas eine besondere Freude, dieses Projekt zu unterstützen und mit unserem innovativen Elektrolysesystem zu beliefern", sagte der geschäftsführender Gesellschafter Dr. Karl Maria Grünauer. Markus Mitteregger vom Konsortialführer RAG Rohöl-Aufsuchungs AG ergänzte: „Der Energieträger Gas lässt sich in großen Mengen sicher und unsichtbar in bereits vorhandener unterirdischer Infrastruktur transportieren und in ebenso vorhandenen natürlichen Gaslagerstätten umweltfreundlich speichern. Österreich kann aufgrund seiner guten geologischen Voraussetzungen für Speicher einen wesentlichen Beitrag zur Versorgungssicherheit leisten."

Das Vorhaben, das in der theoretischen und finanziellen Vorbereitung bereits seit 2012 läuft, wird mit 2,8 Mio. Euro vom österreichischen Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie sowie vom ebenfalls österreichischen Klima- und Energiefonds gefördert. ||

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

WIE VIEL ELEKTRO STECKT IM HYBRID?

Der BMW i8 im Fahr-Test

Abb. 1: Bislang noch ein ungewohnter Anblick auf deutschen Straßen

Sind Autos wie der BMW *i8* Elektrofahrzeuge? Diese Frage bewegt derzeit viele Akteure im Bereich der Elektromobilität – und darüber hinaus, nicht zuletzt seit angedacht wird, verschiedene Vergünstigungen für Elektroautos einzuführen. Gemäß dem im Juni 2015 erlassenen Elektromobilitätsgesetz (EmoG) dürfen Gemeinden ihre Busspuren für Elektroautos freigeben, wobei dann allerdings unerheblich ist, ob das jeweilige Fahrzeug tatsächlich gerade mit Benzin oder Strom fährt. Auch Parkplätze an Ladesäulen können für E-Autos reserviert werden, ohne dass diese Wagen tatsächlich elektrisch bis dorthin gefahren sein müssen. Zur Sachverhaltsklärung hat *HZwei* einmal beispielhaft einen BMW *i8* unter die Lupe genommen, um zu überprüfen, wie viel Benziner und wie viel Stromer in Hybridautos wirklich steckt.

Der *i8* ist ein Hingucker – ganz klar. Egal wo man hinkommt, die Augen der Passanten verfolgen einen. Insbesondere bei der Jugend kommt der Sportwagen extrem gut an. Sobald das E-Auto irgendwo parkt, bilden sich teilweise Grüppchen und bestaunen den Wagen. Mitunter machen Passanten spontan Fotos mit ihrem Smartphone, wenn die Elektroflunder an einer roten Ampel hält. Und er emotionalisiert: Die Bandbreite der Reaktionen reicht von offenen Mündern über verwunderte Blicke bis hin zu spontanen Liebesbekundungen.

Aber bekanntermaßen ist das Äußere nur die halbe Wahrheit. Was steckt tatsächlich unter der wohldesignten Carbon-Hülle?

VISIONÄRE GESTALTUNG Im Innenraum ist der *i8*, für den hier in Deutschland in der Serienausstattung 130.000 Euro (inkl. Akku) bezahlt werden müssen, ähnlich gestaltet wie außen: stylisch, farblich abgestimmt auf die äußere Erscheinung, mit digitalem Display und geschwungener Linienführung in Schwarz-Grau-Blau. Im Sportmodus wechselt die Display-Farbe allerdings von einem kühlen Blau in ein aggressives Rot. Während Fahrer und Beifahrer vorne tief, aber komfortabel sitzen, ist es im Fonds beträchtlich enger und dieser somit ungeeignet für mittelgroße Personen. Die flügelartig aufschwingenden Türen öffnen und schließen ganz sacht, da dank der leichten CFK-Aluminium-Struktur (carbonfaserverstärkter Kunststoff) keine großen Massen bewegt werden müssen.

Wesentlich interessanter als diese „visionäre Interieurgestaltung“ (BMW-Zitat) des 2+2-Sitzers ist allerdings, was unter der Motorhaube des Plug-in-Hybrids steckt: Dort verbirgt sich ein Dreizylinder-Ottomotor (1,5 l Hubraum) mit TwinPower-Turbo-Technologie. Der Verbrenner verfügt über eine Leistung von 170 kW (max. Drehmoment: 320 Nm) und greift über ein Sechsgang-Automatikgetriebe auf die Hinterräder zu. Zusätzlich ist ein Hybrid-Synchron-Elektromotor eingebaut (96 kW, 250 Nm), der über eine Zweigangautomatik die Vorderräder antreibt. Als Strompuffer dient eine zentral im Unterboden angeordnete Lithium-Ionen-Hochvoltbatterie (7,1 kWh).

NUR DIE HALBE WAHRHEIT

Die Münchener geben in der ausführlichen Produktbeschreibung dieses Autos an:

„Der im EU-Testzyklus für Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge ermittelte, kombinierte Kraftstoffverbrauch des BMW i8 beträgt 2,1 Liter je 100 Kilometer zuzüglich 11,9 kWh elektrischer Energie (zusammen: 30,3 kWh/100 km), der entsprechende CO_2-Wert beläuft sich damit auf 49 Gramm pro Kilometer.“

Der Wert von 2,1 l auf 100 km ist also nur die halbe Wahrheit und in der Praxis nicht erreichbar, das wissen auch die Bayern, und sie weisen sogar darauf hin:

„Kommen – etwa bei Ausflügen am Wochenende – längere Landstraßen- und Autobahnpassagen hinzu, ermöglicht das intelligente Antriebsmanagement des BMW i8 Fahrfreude bei Verbrauchswerten unterhalb von sieben Litern je 100 Kilometer. Und selbst reine Langstreckenfahrten auf dem Weg in den Urlaub können mit einem Durchschnittsverbrauch von weniger als acht Litern je 100 Kilometer absolviert werden.“

BMW stellt weiterhin fest:

„Bei der Ermittlung des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs wird im EU-Testzyklus bei Plug-in-Hybrid-Fahrzeugen auch die Nutzung der in einer vollständig aufgeladenen Batterie zur Verfügung stehenden Energiekapazitäten in Anrechnung gebracht.“

Daraus ergibt sich dann Folgendes:

„Dieser Wert basiert auf einem Fahrprofil, in dem zunächst die Kapazität des Hochvoltspeichers für rein elektrisches Fahren genutzt wird. Im anschließenden Hybridbetrieb erfolgt die Rekuperation der Batterie, so dass weitere Streckenabschnitte rein elektrisch zurückgelegt werden können. Für 100 Kilometer werden in diesem Fahrprofil 11,9 kWh Strom und 2,1 Liter Kraftstoff benötigt.“

Zusammen gewährleistet diese Hybrid-Antriebstechnik das Fahrverhalten eines „reinrassigen Sportwagens“, wie es die Bayern selber beschreiben. Otto- und Elektromotor beschleunigen das Auto (1,5 t Leergewicht) nebst Insassen in 4,4 Sekunden von null auf 100 km/h – nicht nur auf dem Papier, auch tatsächlich auf der Straße. Laut Verkaufsprospekt ist „die Höchstgeschwindigkeit elektronisch auf 250 km/h limitiert und kann allein durch die Kraft des Verbrennungsmotors erreicht und gehalten werden“.

Die Bayerischen Motoren Werke werben damit, dass eine derartige Performance bei gleichzeitigen „Verbrauchs- und Emissionswerten auf Kleinwagenniveau“ umgesetzt wird. Der offizielle EU-Testverbrauch soll demnach bei 2,1 l Benzin auf 100 km, der CO_2-Wert bei 49 g/km liegen (Effizienzklasse A+). Spätestens hier klaffen jedoch Theorie und Realität weit auseinander, denn in unserem Testbetrieb lag der Spritverbrauch bei 6,7 l/100 km, der Stromverbrauch bei 7,5 kWh/100 km (zusammen 66,2 kWh/100 km, entsprechend 156 g CO_2/km), wobei zugegebenermaßen nicht gerade energiesparend gefahren wurde. Der Grund für diese Abweichung bei den Verbrauchswerten ist, dass mitunter verschwiegen wird, dass zu dem benötigten Sprit auch noch der genutzte Strom hinzugerechnet werden muss (s. Kasten S. 18) und dass unter Alltagsbedingungen der Energieverbrauch sehr viel höher ist als unter Laborbedingungen (s. derzeitige öffentliche Diskussion).

BMW scheint allerdings bei seiner Berechnung davon auszugehen, dass der Fahrstrom zu 100 Prozent mit erneuerbaren Energien erzeugt wird, denn in den Emissionswerten wurde nur das vom Kraftstoff emittierte CO_2 berücksichtigt. Wird hingegen Haushaltsstrom, der in Kohlekraftwerken erzeugt wurde, getankt, fällt die Umweltbilanz schlechter aus.

GNADENLOS ÜBERDIMENSIONIERT Die Fahrdynamik eines solchen Sportwagens ist natürlich imposant – insbesondere für einen gewohnheitsmäßigen Kombi- und Kleinwagenfahrer. Beschleunigung, Straßenlage und Abstimmung sind perfekt, so dass man häufig der Versuchung nicht widerstehen kann, einfach mal das Gaspedal durchzudrücken und viel zu schnell über die Landstraße zu flitzen. Der Verbrennungsmotor liefert passend dazu den entsprechenden Sound.

Mit einem leisen und emissionsfreien Elektroauto hat dieses Fahrzeug allerdings kaum etwas gemein. Rein elektrisches Fahren ist nach offiziellen Angaben ohnehin nur auf einer Strecke von bis zu 37 km möglich, und dies nur mit beschränkter Höchstgeschwindigkeit (< 120 km/h). Im Normalbetrieb (Modus: Comfort) sollen bis zu 600 km realisierbar sein, im Sportmodus (mit Boost-Funktion) entsprechend weniger. Trotzdem gilt dieses Auto vor dem Gesetz, insbesondere vor dem neuen Elektromobilitätsgesetz, als Elektroauto: Gemäß *EmoG* können auch Plug-in-Hybride die darin niedergelegten Privilegien für sich in Anspruch nehmen, wenn sie nicht mehr als 50 Gramm CO_2 pro Kilometer ausstoßen oder mindestens 30 km rein elektronisch fahren können.

Als Fazit lässt sich somit feststellen, dass der BMW *i8* primär darauf ausgerichtet ist, die Erwartungen zu erfüllen, die klassische Motorsport-Fans an Rennwagen haben. Umso unerklärlicher ist es, warum viele *i8*-Exemplare ins Ausland verkauft werden, wo doch nur in Deutschland kein Tempolimit gilt. Aber egal wo dieses Auto gefahren wird, dürfte klar sein, dass im Vordergrund stets der Fahrspaß steht. Reiner Elektrobetrieb dürfte nur äußerst selten zum Einsatz kommen. Und auch eine regelmäßige Aufladung an einer freistehenden Ladesäule dürfte eher die Ausnahme bleiben. Für Vorschub wird also meist Benzin sorgen, so dass die Bezeichnung „Elektrofahrzeug“ bei diesem Wagen irreführend und eine Privilegierung gegenüber anderen Verbrennern ungerechtfertigt genannt werden muss.

Die gute Nachricht für den bayerischen Automobilbauer dürfte trotzdem lauten, dass dieses Modell in Kombination mit der aktuellen Gesetzgebung wesentlich dazu beiträgt, dass die Emissionswerte der Neuwagenflotte eingehalten werden. ||

AUF NACH ÜBERSEE

Gefertigt wird der BMW *i8* im Produktionswerk in Leipzig, allerdings ist die Nachfrage – insbesondere aus dem Ausland – derzeit größer als die Auslieferung. Täglich laufen in Sachsen 20 E-Sportwagen und 100 *i3* vom Band. BMW-Entwicklungschef Klaus Fröhlich erklärte dazu: „Die Wartezeit auf einen *i8* beträgt im Moment ein gutes halbes Jahr.“

Erklärtermaßen konzentrieren sich die Bayern mit dem Vertrieb momentan auf die Märkte, in denen Elektromobilität staatlich gefördert wird. In Norwegen beispielsweise ist der *i3* derzeit der meistverkaufte BMW. In den USA wurden allein im September 2015 1.710 BMW *i3* verkauft – so viele wie nie zuvor. Der BMW *i8* ging dort an 182 Kunden. Deutschland zählte nie zu den Lead Markets, so Fröhlich.

Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung

HESSEN

www.h2bz-hessen.de

Emissionsfreie Schiffe mit Batterie und Brennstoffzelle

24. Februar 2016, 14-18:30 Uhr

Workshop auf dem Fahrgastschiff „Maria Sibylla Merian“

Frankfurt am Main
Anlegestelle Eiserner Steg

Foto: Johann Jobst

HessenAgentur
HA Hessen Agentur GmbH

TSB Transferstelle Bingen

H2BZ Wasserstoff-Brennstoffzellen Kooperationsnetzwerk Rheinland-Pfalz

H2BZ Initiative Hessen

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

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

FLUGHAFEN STUTTGART WIRD FAIRPORT STR

Auf dem Weg zum nachhaltigen Airport

Innovative Projekte haben am Flughafen Stuttgart eine gewisse Tradition: Hier in Echterdingen ist der Heimathafen mehrerer Brennstoffzellenflugzeugmodelle (s. S. 26), hier steht seit dem Jahr 2009 die erste öffentliche Wasserstofftankstelle Baden-Württembergs und hier wird das Thema Hybridtechnik seit dem Jahr 1991 praktisch umgesetzt. Als neustes Projekt werden derzeit insgesamt sechs Elektrobusse eingesetzt, um sie im Alltagsbetrieb zu erproben. Am 13. Oktober 2015 präsentierte der Flughafen Stuttgart die neue E-Bus-Flotte, die fortan für „nachhaltigere" Mobilität auf dem Rollfeld sorgen soll (s. Abb. 1).

Prof. Georg Fundel, Geschäftsführer der Flughafen Stuttgart GmbH (FSG), nahm parallel zu der zeitgleich auf dem nahegelegenen Messegelände stattfindenden *World of Energy Solutions* (s. S. 12) gemeinsam mit Winfried Hermann, dem Minister für Verkehr und Infrastruktur von Baden-Württemberg, den ersten *eCobus 3000* in Betrieb. Hierbei handelt es sich um einen von insgesamt sechs elektrisch betriebenen Vorfeldbussen der Marke *Cobus*. Der 112 Passagiere fassende Bus mit einer Breite von 3 m verfügt über Lithium-Titanat-Akkus (95 kWh) und weist eine Nennleistung von 160 kW auf.

Die Cobus Industries GmbH, die als führender Hersteller von Flughafenbussen gilt, stellt auch die sechs weiteren, derzeit noch dieselmotorisch betriebenen Busse in Stuttgart. Die neuen Fahrzeuge reduzieren jedoch den Energieverbrauch pro Passagier im Vergleich zum Dieselantrieb um rund 80 Prozent und sparen dadurch über 22 Tonnen CO_2 pro Jahr ein. Um diese Technik zu erproben, hatte es vor der offiziellen Inbetriebnahme auf dem Flughafengelände einen umfassenden, positiv verlaufenden Test dieses weltweit ersten Flughafen-Elektrobusses gegeben.

40 Prozent der Mehrkosten verglichen mit dieselmotorisch betriebenen Fahrzeugen erhält die FSG von der Landesinitiative *Elektromobilität II* des Landes Baden-Württemberg. Für den Aufbau neuer Ladesäulen sowie der elektrischen Infrastruktur wurde ebenfalls Fördergeld eingesetzt: Die Europäische Union sowie das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie zahlten über eine halbe Million Euro.

EIN DUTZEND E-FAHRZEUGE AUF DEM ROLLFELD Anlässlich der Präsentation der neuen E-Busse stellte die Mannschaft von Georg Fundel auf dem Flughafenvorfeld noch sechs weitere elektrisch betriebene Off-Highway-Fahrzeuge vor, die in Stuttgart gemeinsam für eine sauberere Mobilität sorgen sollen. So laufen sowohl die Busse als auch ein Gepäckförderband mit Elektroantrieb sowie ein Rangierfahrzeug (Push-back-Fahrzeug *F110*), das die Jets mit Batteriepower aus ihren Parkbuchten schiebt, allesamt im *e-fleet*-Programm. Darüber hinaus ist ein Brennstoffzellen-Pkw (Mercedes *f-cell* B-Klasse) bereits seit 2010 im Follow-me-Betrieb im Einsatz, während ein Elektro-Van (Mercedes *Sprinter*) für Flughafentransporte und ein Hybridfahrzeug (Opel *Ampera*) für die Flughafenpolizei zur Verfügung stehen und zwei Elektroschlepper beim Gepäcktransport eingesetzt werden.

Flughafen-Chef Fundel erklärte bei der Vorstellung der Fahrzeugflotte: „Elektroantriebe eignen sich hervorragend für die Flugzeugabfertigung, weil die Länge der Fahrstrecken überschaubar ist (80 km am Tag; Anm. d. Red.). Nachdem wir intensiv getestet haben, machen wir jetzt Ernst. Wo immer Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit und Betriebssicherheit ineinandergreifen, setzen wir künftig auf Elektromobilität." Verkehrsminister Hermann ergänzte: „Es freut mich, dass der Landesflughafen mit dieser Entscheidung beim Thema Nachhaltigkeit in Deutschland und Europa als ‚fairport' weiter Vorreiter ist." ||

Abb. 2: W. Hermann, Verkehrsminister; J. Pinto, Caetano/Cobus; G. Fundel; FSG (v.l.)

LSV-ENTSCHEIDUNG VERTAGT

Der Streit um die neue Ladesäulenverordnung (LSV) des Bundeswirtschaftsministeriums dauert weiter an. Als der erste Entwurf dieser Verordnung, die technische Mindestanforderungen für einen sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladesäulen regeln soll, im Januar 2015 herauskam, hagelte es prompt Kritik. Trotz mehrfacher Interventionen und des Einbringens et-

licher konstruktiver Vorschläge blieb aber die Diskussionsbereitschaft seitens der Bundesregierung eher verhalten. Als daraufhin am 18. Dezember 2015 der Bundesrat über die Ladesäulenverordnung entscheiden sollte, vertagte das Ländergremium die Beratung der aktuellen Vorlage auf Antrag der Vertreter aus Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern und Berlin um zwei Sitzungen bis Februar 2016. Diese zusätzliche Zeit soll die Bundesregierung nutzen, um doch noch auf die vorgebrachten Einwände reagieren zu können.

Kritik richtete sich unter anderem gegen die bislang vorgelegten Regelungen, bei denen branchenübergreifende Empfehlungen der Nationalen Plattform Elektromobilität nicht berücksichtigt worden sein sollen. Zudem seien teils von der EU-Richtlinie abweichende Formulierungen verwendet worden, wodurch eine europaweite Vereinheitlichung unnötig erschwert werden würde. Außerdem wird angestrebt, dass die LSV erst ab 2017 in Kraft tritt und nicht schon kurz nach der Veröffentlichung.

Bei Verabschiedung dieser Verordnung wäre Deutschland das erste Land Europas, das die EU-Richtlinie (2014/94/EU) über verbindliche technische Mindestvorgaben für Steckdosen und Fahrzeugkupplungen für das Laden von Elektroautos in nationales Recht umsetzt. ||

SCHAUFENSTER ERGEBNISKONFERENZ

schaufenster elektromobilität

Eine Initiative der Bundesregierung

Vor fast vier Jahren sind die *Schaufenster Elektromobilität* aus der Taufe gehoben worden. Seitdem ist viel passiert. Um abschließend einen Überblick über all die verschiedenen Vorhaben, die innerhalb der dreijährigen Programmlaufzeit durchgeführt wurden, zu ermöglichen, veranstalten die vier Schaufensterregionen am 14. und 15. April 2016 eine Ergebniskonferenz. Während der *Auto Mobil International (AMI, 9. bis 17. April)*, zeitgleich zu der auch die *New Mobility* (12. und 13. April) auf der Leipziger Messe stattfindet, wird im Auftrag der Bundesregierung eine eineinhalbtägige Konferenz abgehalten, die einen Blick zurück und auch nach vorn ermöglichen soll. Ziel ist es unter anderem, die gesammelten Erfahrungen zu bündeln und daraus Handlungsempfehlungen für Politik und Industrie zu extrahieren.

Während einige Schaufenster-Projekte für 2016 noch eine Laufzeitverlängerung bekommen haben, lief bei der Metropolregion Hannover Braunschweig Göttingen Wolfsburg GmbH die Förderung durch das Bundesland Niedersachsen bereits zum 31. Dezember 2015 aus. Die Mannschaft der dortigen Projektleitstelle wurde dementsprechend schon reduziert. Raimund Nowak und Kai Florysiak bleiben aber nach wie vor für die Restlaufzeit der bundesgeförderten Projekte mindestens bis zum 30. Juni 2016 als Geschäftsführer aktiv, allerdings unter neuem Motto und mit neuem Logo. ||

→ www.schaufenster-elektromobilitaet.org

NEUE E-KENNZEICHEN

Quelle: Kennzeichenbox

Der nächste Schritt nach der Einführung des Elektromobilitätsgesetzes (in Kraft seit dem 12. Juni 2015) ist getan: Seit Ende September 2015, seit die entsprechende Änderungsverordnung gültig ist, können Besitzer von Elektroautos spezielle Nummernschilder beantragen. Mit dem schwarzen „E“ hinter der Zahl auf dem Kennzeichen können sie in den Genuss etwaiger Privilegien kommen, wenn denn die jeweilige Gemeinde beispielsweise Busspuren für E-Autos freigegeben hat, was bislang allerdings nur in Essen geplant wird. In Hamburg und Stuttgart dürfen seit dem 1. November 2015 Elektroautos mit E-Kennzeichen frei parken.

Eines der ersten E-Kennzeichen nahm Ende Oktober 2015 Harald Kossow in Delmenhorst in Betrieb – für sein Hybridfahrzeug. Er sagte: „Die Einführung des E-Kennzeichens seitens der Bundesregierung ist ein Schritt in die richtige Richtung, Elektroautos mehr in das Licht der Öffentlichkeit zu rücken.“ Bundesverkehrsminister Alexander Dobrindt nennt dies „einen echten Erkennungseffekt“. ||

LEIPZIGER MESSE

new mobility 12. – 13. April 2016

Mobilität neu denken

An zwei Tagen Fachmesse und Kongress erwartet Sie ein spannendes Programm u.a. mit folgenden Themen:

- *Verkehr, Kommunikation & Energie Infrastrukturen für urbane Räume der Zukunft – zukünftige Verkehrssysteme & Infrastrukturen*
- *Szenarien & Prognosen: Mobilität 2035*
- *Realität der Fahrzeugautomatisierung 2016 – aktueller Stand der Technik*
- *Podiumsdiskussion: Vernetzung und Automatisierung – Wachstumsmaschine oder „Herausforderung“ für die Automobilindustrie?*

*Weiterhin bietet ein **offenes Forum** und eine **Start up – Area** jede Menge Ideen und Impulse zur zukünftigen Mobilität.*

***Frühbucherpreise bis 23. März 2016** – Buchen Sie online: www.new-mobility-leipzig.de*

Parallel zur AMI 25 JAHRE AMI AUTO MOBIL INTERNATIONAL *9. bis 17. April 2016*

ENERGY STORAGE EUROPE

International Renewable Energy Storage Conference IRES

EXPO AND CONFERENCE

15 – 17 March 2016
Düsseldorf, Germany
www.ESEexpo.com

EVENT SPONSOR
Leclanché

PLATINUM SPONSORS
adstec Energy Storage
Fraunhofer ICT

GOLD SPONSORS
AEG Power Solutions, Canada, GNB Industrial Power, GP Joule, H-TEC Systems, Nidec, E3/DC, Parker, res, Siemens, SMA, TÜV Rheinland LGA, Younicos

SILVER SPONSOR
AREVA, FREQCON, Gildemeister, Maxwell

POWERED BY BVES German Energy Storage Association
IRES ORGANIZED BY EUROSOLAR The European Association for Renewable Energy
ENERGY STORAGE EUROPE ORGANIZED BY Messe Düsseldorf
FKM Certified
GESA

Fuel Cells Science and Technology 2016

13–14 April 2016 | Glasgow, UK

CALL FOR PAPERS

Submit abstracts by 29 January 2016

Topics include:

- Fuel cell electrochemistry
- Materials for fuel cells
- Cell and stack technology
- Fuels and fuel infrastructure
- Fuel cell systems and applications
- Fuel processing
- Modelling and control
- Fuel cell components

Organised by: ELSEVIER

fuelcelladvances.com

A Grove Fuel Cell Event

19. H_2-STATION IN FELLBACH

Quelle: CEP

In Fellbach, nordöstlich von Stuttgart, ist eine weitere Wasserstofftankstelle in Betrieb gegangen. Bei dieser mittlerweile fünften H_2-Station in Baden-Württemberg handelt es sich um eine Multi-Energie-Station von Total, die mit 700 bar Fülldruck arbeitet. Gespeist wird sie mit Wasserstoff, der vor Ort mit Hilfe von Solar- und Windstrom erzeugt wird. Die Eröffnung durch politische Vertreter sowie Mitglieder der *Clean Energy Partnership (CEP)* fand am 1. Oktober 2015 statt. ||

PATRICK SCHNELL VERLÄSST CEP

Patrick Schnell

Thomas Bystry
[Quelle: Shell]

Zum Jahreswechsel hat die *Clean Energy Partnership (CEP)* einen Personalwechsel vollzogen: Patrick Schnell, der von Beginn an die Geschicke dieses als Demonstrationsprojekt gestarteten Vorhabens begleitete (2002 hervorgegangen aus der *Verkehrswirtschaftlichen Energiestrategie VES*), übergab seinen Sprecherposten an Thomas Bystry. Schnell, der hauptberuflich bei der Total Deutschland GmbH die Abteilung Nachhaltige Entwicklung leitet, war rund zehn Jahre lang Sprecher der Mobilitätsinitiative und wird sich zukünftig schwerpunktmäßig um Schmierstoffe anstelle von Wasserstoff kümmern. Thomas Bystry arbeitet seit 1982 für Shell. Seit 2014 leitet der Industriekaufmann den Bereich Alternative Energien. Außerdem ist der 50-jährige Hamburger Projektleiter der Wasserstoffaktivitäten und Stellvertreter des Global Hydrogen Operations Managers. Sein erstes Versprechen als neuer Vorsitzender lautet, dass die CEP in diesem Jahr das liefern wird, was sie versprochen hat. ||

H2 MOBILITY GESTARTET

Quelle: H2 Mobility

Am 13. Oktober 2015 hat die H2 Mobility Deutschland GmbH & Co. KG nun auch offiziell ihre Tätigkeit aufgenommen. Nachdem das aus sechs Industriepartnern bestehende Gemeinschaftsunternehmen bereits zum Januar 2015 gegründet worden war (s. HZwei-Heft Jul. 2015), erfolgte im Herbst der gemeinschaftliche Startschuss mit Bundesverkehrsminister Alexander Dobrindt und allen Firmenrepräsentanten. Geschäftsführer Frank Sreball hatte somit ein dreiviertel Jahr Zeit, sich zunächst in die Materie einzuarbeiten, so dass die H2 Mobility jetzt nach eigenen Worten „mit Hochdruck die erste Phase des gemeinsamen Aktionsplanes vorbereiten" kann. Weiter hieß es: „Dieser sieht die zügige Installation von zunächst 100 Tankstellen in den nächsten Jahren vor." H2 Mobility sagte in diesem Zusammenhang Investitionen in Höhe von rund 400 Mio. Euro in den Ausbau der H_2-Infrastruktur zu.

Der im September 2009 als *H2-Mobility*-Initiative gestartete Firmenzusammenschluss hatte ursprünglich geplant, 50 H_2-Tankstellen bis Ende 2015 und rund 400 H_2-Tankstellen bis Ende 2023 errichten. Nachdem die erste Zielmarke, die 50 Stationen, voraussichtlich erst Ende 2016 erreicht wird, ist derzeit offen, ob die angepeilten 400 Stationen noch innerhalb des aktuellen Zeitplans aufgebaut werden können. ||

AUCH PEDELECS FAHREN MIT BRENNSTOFFZELLE

Quelle: Linde

Die Idee ist schon zwanzig Jahre alt, jetzt könnte sie aber tatsächlich umgesetzt werden: Die Entwicklung eines serienfähigen Brennstoffzellenfahrrads. Wie Gase-Spezialist Linde im November 2015 verkündete, konzipierten werkseigene Ingenieure in weniger als drei Monaten ein Pedelec, das anstelle eines Akkus über eine Brennstoffzelle verfügt. Der benötigte Wasserstoff wird unter 340 bar in einer Composite-Kartusche mitgeführt, die 34 Gramm dieses Gases aufnehmen kann. Die darin gespeicherte Energie reicht für rund 100 km. Als Zwischenspeicher dient dem *Linde-H_2-Bike* ein 60-Wh-Akku.

Erster „Kunde" eines Rades der 100 Exemplare umfassenden limitierten Pilotserie war Bundesverkehrsminister Alexander Dobrindt. Ob weitere Exemplare dieses rund 24 kg schweren H_2-Rades (BZ-System: 3,7 kg) folgen werden, ist allerdings zweifelhaft, denn Linde ging es zunächst darum zu zeigen, „dass sich die Vorteile des Wasserstoffantriebs nicht nur auf Autos, sondern auch auf Fahrräder anwenden lassen".

In eine kommerzielle Richtung geht stattdessen Pragma Industries, die bereits im Mai 2013 ihr *Alter Bike* vorstellten (s. HZwei-Heft Jul. 2013). Damals hieß es, ihr H_2-Fahrrad würde ab 2016 für Otto-Normalverbraucher erhältlich sein. Und tatsächlich kündigten die Franzosen im Herbst 2015 an, das neue Modell *Alpha* für 2.300 Euro auf den Markt bringen zu wollen. Es soll ebenso wie das Linde-Rad 100 km weit kommen, verfügt aber über einen größeren Akku (150 Wh). Zunächst sollen laut Auskunft von Pragma-Geschäftsführer Pierre Forte ebenfalls 100 Stück gebaut werden, 2017 könnten es dann aber schon 1.000 sein. ||

HYDROGENICS
SHIFT POWER | ENERGIZE YOUR WORLD

Celerity Fuel Cell Power System
is purposely developed for medium and heavy duty buses and trucks with design optimizations that significantly reduce integration time and costs.

CELERITY
purpose-built for heavy duty mobility™

Zero in on Celerity
- Zero emissions
- Zero hours for fuel cell integration*
- Zero others with equal reliability
- Zero time to wait – "We're Ready"
- Many reasons to find out more

Accelerate your pace to commercial fuel cell vehicles.

Please Contact:
Martin Troeger
mtroeger@hydrogenics.com
49.2043.944.141

Mark Kammerer
mkammerer@hydrogenics.com
49.2043.944.142

www.hydrogenics.com We're Ready.

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

STEIG AUF UND FAHR LOS

H2IntraDrive – Erprobung von BZ-Niederflurzeugen in Leipzig

Die Ergebnispräsentation des Projekts *H2IntraDrive* war Vertriebsaktion und Pressekonferenz – alles in einem. Am 23. November 2015 trafen sich sowohl die Projektpartner als auch Vertreter potentieller neuer Partner sowie einige Pressevertreter im BMW-Werk in Leipzig und schauten sich die Ergebnisse von zwei Jahren Entwicklungsarbeit an. Der wesentliche Erkenntnisgewinn war: Brennstoffzellen-Niederflurzeuge können unter ganz bestimmten Bedingungen auch in Deutschland heute schon wirtschaftlich betrieben werden.

Die wichtigsten Informationen präsentierte Robert Micheli, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik der Technischen Universität (TUM), erst am Ende der Veranstaltung. In einem professionell vorgetragenen Ergebnisreferat erläuterte er Vorgehensweise, Bewertungskriterien und ökologische Aspekte, bevor er feststellte, dass brennstoffzellenbetriebene Gabelstapler und Schlepper durchaus marktfähig sind und auch „bereits heute ohne Förderung wirtschaftlich sein können".

Gestartet war das *H2IntraDrive*-Projekt, das über das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) mit 2,9 Mio. Euro gefördert wurde, im Dezember 2013 (s. HZwei-Heft Jan. 2014) – zunächst allerdings im Testbetrieb. Der Serieneinsatz folgte 2014. Damals gingen fünf Gabelstapler (Typen: Linde *E35 HL* und *E25 HL*) sowie sechs Routenzugschlepper, alle mit reinem Wasserstoff betrieben, im Produktionswerk der BMW Group in Betrieb. Hier in Leipzig, wo vornehmlich innovative Imageträger von rund 5.000 Arbeitern produziert werden (neben dem 2er werden täglich 100 *i3*- sowie 20 *i8*-Exemplare hergestellt), war zunächst eine H_2-Betankungsstation installiert worden, um den Einsatz von BZ-Niederflurzeugen in der Intralogistik erproben zu können. Linde Material Handling (MH) zeichnete hierbei für die Antriebsentwicklung sowie den Fahrzeugumbau verantwortlich, während der Lehrstuhl fml der TU München die wissenschaftliche Begleitforschung durchführte.

22.000 BETRIEBSSTUNDEN Basis der Versuchsobjekte waren handelsübliche Elektrostapler beziehungsweise -schlepper, die für *H2IntraDrive* umgerüstet und über die Laufzeit des Projekts weiterentwickelt wurden. So wurden bei zwei Schleppern Brennstoffzellen von Fronius und bei vieren Aggregate von HyPulsion eingebaut. Die Stapler verfügen allesamt über HyPulsion-Aggregate. Der von ihnen benötigte Wasserstoff wurde dreimal monatlich per Sattelschlepper von der nahegelegenen Dampfreformeranlage der Linde Gas AG in Leuna antransportiert. Gemeinsam kamen die elf Flurförderzeuge auf über 20.000 Betriebsstunden. Insgesamt wurde 4.200 kg Wasserstoff umgesetzt.

Tab.: Zeitersparnis durch Brennstoffzellen

	GABELSTAPLER	SCHLEPPER
Akkuwechsel	ca. 10 Min.	ca. 5 Min.
H_2-Betankung	2,2 Min.	1,5 Min.

Als wesentliche Vorteile von BZ-Flurförderzeugen gegenüber batteriebetriebenen Modellen gelten die einfachere Handhabung sowie die schnellere Betankung. Anders als bei Akkus muss beispielsweise bei Brennstoffzellen kein Säurestand kontrolliert werden. Zudem müssen keine Wechselakkus bevorratet und langwierig aufgeladen werden und auch keine Hubeinrichtungen, Notfallduschen usw. vorhanden sein. Eine Betankungsstation für Wasserstoff ist vergleichsweise platzsparend und die Befüllung ist schnell erledigt (s. Tab.). Nachteilig sind immer noch hauptsächlich die hohen Kosten – sowohl für die BZ-Systeme als auch für deren Wartung sowie die H_2-Infrastruktur.

Abb. 2: Zügige H_2-Betankung statt aufwändiger Akkuwechsel

GROSSES INFORMATIONSDEFIZIT Eine große Mehrheit von 93 % der insgesamt 109 Branchenexperten, die von TUM-Mitarbeitern im Sommer 2015 befragt wurden, sieht dementsprechend klare Vorteile bei der Verwendung eines Wasserstoffantriebs gegenüber einem reinen Batterieantrieb. Gleichzeitig fühlten sich aber fast 80 % der Befragten noch nicht ausreichend über die Möglichkeiten der neuen Technologie informiert. Prof. Willibald A. Günthner, Inhaber des Lehrstuhls fml der TU München, bestätigte: „Es ist noch ein großes Informationsdefizit vorhanden." Um diese Wissenslücke zu schließen, erstellten die Projektpartner einen „Leitfaden für den Einsatz von wasserstoffbetriebenen Flurförderzeugen" sowie einen umfassenden Forschungsbericht.

Abb. 3: Die BZ-Schlepper und -Stapler waren in den normalen Produktionszyklus mit eingebunden. [Fotos 1 bis 3: Linde MH]

Auch Christophe Lautray, CSO der zu Kion gehörenden Linde MH, erklärte: „Das Projekt hat eine Informationslücke geschlossen." Im Hinblick auf potentielle neue Kunden, die diese neue Technologie übernehmen könnten und auch zu diesem Termin eingeladen waren, sagte Lautray weiter: „Für unsere Kunden ist es ein wichtiges Signal, dass sich die Wasserstofftechnologie beim Dauertest im BMW i-Karosseriebau bewährt und den Status der Marktreife erreicht hat."

KEINE FRAGE!

Auf die Frage von *HZwei*, welche Technologie er denn bevorzugen würde, antwortete Jens Markert, Staplerfahrer bei BMW: „Keine Frage – Brennstoffzellen, weil die einfacher zu bedienen sind. Ich steig' einfach auf und fahr' los."

ERGEBNISAUSWERTUNG Insgesamt wurden in Deutschland zuletzt 16 BZ-Niederflurzeuge betrieben (elf bei BMW, 2 bei Mercedes, 3 bei Hoppecke). Bei einer NIP-Fördersumme in diesem Sektor von rund 7 Mio. Euro im Zeitraum von 2007 bis 2015 entspricht dies über 0,4 Mio. Euro pro Exemplar. Volkswagen steht zwar bereits mit 60 weiteren Exemplaren in den Startlöchern und hat einen entsprechenden NIP-Förderantrag gestellt, bestätigt ist die Förderung aber noch nicht.

Europaweit waren im Frühjahr 2015 rund 63 Einheiten im Einsatz, während die Stückzahlen in den USA damals bei über 7.000 lagen und mittlerweile auf die 100.000 zugehen. Dementsprechend gestand Wolfgang Axthammer, kaufmännischer NOW-Geschäftsführer, ein: „Wettbewerbsfähigkeit gegenüber ausländischen Konkurrenten – da ist noch Einiges zu tun."

Abb. 4: Wolfgang Axthammer widmet sich insbesondere speziellen Märkten

Zu der Frage, warum es derart gravierende Unterschiede zwischen Europa und den USA gibt, erklärte Dr. Michael Ströbel, Hauptabteilungsleiter Einkauf bei BMW: „Es gab sehr viele Hindernisse, sowohl was die Regularien als auch die Technik betraf." Merkliche Unterschiede gibt es auch in Bezug auf die Größe der Standorte: Während in Leipzig zehn bis zwölf Kilogramm Wasserstoff pro Tag verbraucht wurden, sind es im BMW-Werk in Spartanburg in den USA acht Tonnen. In den Vereinigten Staaten sind aber nicht nur die Fahrzeugflotten größer. Wie die TUM-Wissenschaftler feststellten, liegt dort auch die Arbeitsintensität höher, während die H_2-Kosten niedriger sind (3,6 bis 5 € kg gegenüber 7 bis 8 €/kg). ||

Günthner, W., Micheli, R., Leitfaden für den Einsatz von wasserstoffbetriebenen Flurförderzeugen, TU München, 2015

→ www.h2intradrive.de

AUSSCHLIESSLICH BRENNSTOFFZELLEN

Der französische Lebensmittellieferant Prelodis hat im Oktober 2015 ein neues Distributionszentrum bei Orleans in Betrieb genommen, bei dem ausschließlich BZ-Flurförderzeuge von Jungheinrich eingesetzt werden. Anstelle eines Akku-Laderaums wurde dort eine Wasserstofftankstelle installiert, so dass nun insgesamt 35 Geräte von HyPulsion in Saint-Cyr-en-Val auf 10.000 m² umherfahren. Prelodis-Präsident Philippe Giroux begründete diese Entscheidung mit den Worten: „Wir wurden durch die potentiellen Kosteneinsparungen, die einfache Nutzung, den Verzicht auf einen Laderaum und auch den Enthusiasmus, einen neuen Standort mit innovativer Technik auszustatten zu können, angetrieben."

200 EINHEITEN FÜR HALLE

Bei der Supermarkt-Kette Colruyt Group in Belgien befinden sich seit Ende 2014 zwölf Systeme (Gabelstapler und Kommissionierer) verschiedener Hersteller im Einsatz. In zwei Phasen soll die Anzahl der Flurförderzeuge im Verteilzentrum Halle nun auf 200 erhöht werden. Zunächst sollen 75 Einheiten von Plug Power und später weitere 125 ausgeliefert werden. Projektleiter Jonas Cautaerts erklärte: „Wasserstoff ist eines unserer Hauptprojekte, um unseren Umwelteinfluss zu reduzieren."

Quelle: DLR

START DER EMISSIONSFREIEN PASSAGIER-LUFTFAHRT

DLR präsentiert Hy4 in Stuttgart

Ein besonderes Flugzeug mit außergewöhnlichem Design und innovativer Antriebstechnik – so könnte man kurz die *Hy4* beschreiben, die das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) am 12. Oktober 2015 während der *World of Energy Solutions* vorgestellt hat. Präsentiert wurde das neue Konzept vom Projektleiter Prof. Josef Kallo, der bereits das Vorgängermodell entwickelt hatte und gemeinsam mit den Projektpartnern dieses Mal ein viersitziges, brennstoffzellenbetriebenes Passagierflugzeug konstruierte.

Die *Hy4* ist die logische Weiterentwicklung ihrer Vorgängermodelle: Alles begann mit der *HyFly3000,* die vor rund zehn Jahren von Frieder Herb vom Verein *Extra-Energy* und der Lange Aviation GmbH erdacht, aber nie gebaut wurde (s. HZwei-Heft Apr. 2006). Umgesetzt wurde ein darauf aufbauendes Vorhaben erst, als das DLR das Ruder übernahm und die *Antares DLR-H2* vorstellte. Der Prototyp dieses Motorseglers wurde im September 2008 in Stuttgart präsentiert und startete im Juli 2009 zu seinem Erstflug in Hamburg. Er galt als erstes pilotengesteuertes Flugzeug mit Brennstoffzellenantrieb.

Kurz darauf im August 2010 begann das *Antares-H3-Projekt.* Zunächst hieß es, diese Nachfolgeversion solle „in Flugdauer und Reichweite neue Maßstäbe setzen". Es war bereits die Rede von einem Transatlantikflug, und auch für unbemannte Überwachungsflüge sollte dieses Modell eingesetzt werden. Der Erstflug war bereits für das Jahr 2011 geplant gewesen, erfolgte aber nie.

DOPPELRUMPF UND HYBRIDANTRIEB Jetzt unternimmt Josef Kallo als DLR-Koordinator Elektrisches Fliegen einen erneuten Versuch, seinen Traum vom nachhaltigen Fliegen zu realisieren. Allerdings baut er dieses Mal auf ein teils neues Team. Von Axel Lange, der maßgeblich an der bisherigen Flugzeugentwicklung mitgewirkt hatte, trennte sich Kallo nach mehreren Jahren der Zusammenarbeit, da die Vorstellungen der beiden Techniker doch zu weit auseinandergingen.

Anstelle des bisherigen Antares-Basisflugzeugs kommt jetzt eine *Pipistrel Taurus G4* zum Einsatz. Dieses Modell des slowenischen Herstellers, das bisher lediglich zur Technologieerprobung sowie für Wettbewerbe eingesetzt wurde, setzt sich aus zwei *Pipistrel Taurus Electro G2* zusammen und gewann im September 2011 die *Green Flight Challenge (GFC)* der *CAFE-Foundation*. Seine ungewöhnliche Doppelrumpfkonstruktion soll nach DLR-Aussage eine optimale Verteilung der Antriebskomponenten und insgesamt eine höhere Zuladung

LUFT-TAXI

Als potentielles Einsatzgebiet sieht Kallo den Luft-Taxibetrieb: „Unser Ziel ist es, Flugzeuge wie die *HY4* als Electric Air Taxi einzusetzen, um Ziele flexibler anzubinden und schnellere Alternativen zu bestehenden Transportwegen und -mitteln zu bieten." Prof. André Thess, Direktor des DLR-Instituts für Technische Thermodynamik, sagte: „Das viersitzige Elektroflugzeug *HY4* passt ideal zu unserer Strategie, Synergieeffekte zwischen Elektromobilität auf der Straße und in der Luft zu erschließen", weil elektrische Antriebe sehr gut für kürzere Strecken geeignet seien, weil sie lärm- und emissionsarm sind und aufgrund ihres hohen Drehmoments auch auf kurzen Startbahnen abheben und landen können. Bernd Pitschak, Geschäftsführer von Hydrogenics, ergänzte, man wolle „Elektromobilität auf die nächste Stufe" bringen.

ermöglichen. Das Basismodell, in das nun die BZ- und H_2-Komponenten integriert werden sollen, steht im Hangar schon bereit.

Angetrieben werden soll das zukunftsweisende Flugobjekt von einer Niedertemperatur-Brennstoffzelle (45 kW) aus dem Hause Hydrogenics, da dieser BZ-Typ laut Kallo effizienter und leistungsstärker ist als die bislang verwendeten Systeme, die eher für den Langzeitbetrieb ausgelegt waren. Ergänzend steht eine Lithium-Hochleistungsbatterie (21 kWh) für Lastspitzen zur Verfügung. Beide Aggregate versorgen den 80 kW leistenden Elektromotor, der die *Hy4* auf maximal 200 Stundenkilometer beschleunigen kann (Reisegeschwindigkeit: 145 km/h).

Der im Druckbehälter gespeicherte gasförmige Wasserstoff soll eine Reichweite von 750 km ermöglichen. Angedacht ist aber bereits ein Wechsel auf Flüssigwasserstoff, wodurch auch größere Entfernungen (ca. 1.500 km) zurückgelegt werden könnten.

Zur Umsetzung dieses neuen Vorhabens wurde *H2FLY* ins Leben gerufen, eine Ausgründung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt, die sich als Betreiber der *Hy4* um die Realisierung, die Zulassung und die optimale Zusammenarbeit von Wissenschaft (DLR, Universität Ulm) und Technik (Pipistrel, Hydrogenics) kümmert. Mit an Bord ist auch der Flughafen Stuttgart, der das Vorhaben bereits zum Projektstart mit 180.000 Euro unterstützt. Mit dieser Finanzspritze sicherte er nicht nur den Auftakt, sondern untermauerte gleichzeitig auch, dass Stuttgart „der Flughafen ist, der am nachhaltigsten arbeitet“, wie es Airport-Chef Prof. Georg Fundel ausdrückte (s. S. 20). Die weitere Finanzierung des Vorhabens ist derzeit noch nicht gesichert, Prof. Josef Kallo zeigte sich jedoch zuversichtlich, dass auch dieser Punkt noch geklärt wird.

Als Luftfahrtvisionär stellte Kallo weiterhin in Aussicht, dass zukünftig auch durchaus mehr als vier Personen (Pilot + 3 Passagiere) auf diese Weise befördert werden könnten. In seiner Vorstellung könnte ab 2020 auch ein 40-Sitzer realisiert werden. Zunächst ist aber erst einmal geplant, im Sommer 2016 den Erstflug durchzuführen, damit dann in den Jahren 2017/2018 erste Langstreckenflüge folgen können. ||

Abb. 2: Prof. Josef Kallo bei der *Hy4*-Präsentation in Stuttgart

„Wir sind hier die Speerspitze und an der Grenze des Machbaren.“
Prof. Josef Kallo, DLR

Under the high patronage of
Mr François HOLLANDE
President of the French Republic

HyVolution
HYDROGEN ENERGY DAYS
2016 EDITION, 4-5 FEBRUARY

COME TO THE 1ST EUROPEAN MEETING PLACE FOR HYDROGEN ENERGY!

2 DAYS OF CONFERENCES FOCUSED ON FRANCE & EUROPE
400 PARTICIPANTS
40 SPEAKERS
30 SPONSORS AND EXHIBITORS

REGISTER NOW
AT WWW.HYVOLUTION.FR
hyvolution@gl-events.com
+33 (0)4 78 176 292

Sponsors gold
AIR LIQUIDE ENGIE MICHELIN TOYOTA
Supported by
McPhy
Partnership with
With the support of :
With the assistance of :

Thema: Entwicklung | **Autoren:** Birgit Scheppat, Matthias Werner, Oliver Türk, Jochen Schied, Joachim Walter, Markus Lämmer

EMISSIONSFREIE SCHIFFFAHRT IM RHEINTAL

Ergebnisse der Machbarkeitsstudie RHyntal H_2-BZ-Fähre

Abb. 1: Rheinfähre Rheintal – auf rund 85 km eine der wenigen Möglichkeiten, den Rhein zu überqueren [Quelle: Jobst Johann]

Zwischen Rüdesheim und Bingen verbindet seit vielen Jahren eine Rheinfähre Hessen mit Rheinland-Pfalz. Die Autofähre ist hochfrequentiert, sowohl durch Pendler nach Ingelheim und Mainz als auch in die andere Richtung nach Wiesbaden und in die Metropole Frankfurt mit ihren umliegenden Städten und zudem durch den lokalen Tourismus. Dieses Rheinstück gehört zum Weltkulturerbe Mittel-Rheintal und steht damit unter Denkmalschutz. Deshalb wird für diesen Rheinabschnitt keine neue Brücke geplant. Der Fährbetrieb wird somit noch viele Jahre die einzige lokale Verbindung zwischen den beiden Rheinseiten bleiben. Aus diesem Grund hat ein Zusammenschluss aus verschiedenen Teilnehmern von Industrie, Wissenschaft und den beiden Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Initiativen aus Rheinland-Pfalz und Hessen im Rahmen einer Machbarkeitsstudie untersucht, ob für eine emissionsfreie Fähre Elektroantriebe, gespeist mit Strom aus Brennstoffzellensystemen, die notwendigen technischen Anforderungen erfüllen können.

Die Machbarkeitsstudie orientierte sich an den tatsächlichen Gegebenheiten des Fährbetriebes der aktuell eingesetzten Rheinfähre *Rheintal* der Bingen-Rüdesheimer Schiffahrtsgesellschaft eG (s. Abb. 2).

ZIEL UND AUFBAU DER MACHBARKEITSSTUDIE Ziel der Studie war es, in mehreren Schritten zu untersuchen, ob es möglich ist, die bestehende Fährverbindung durch ein emissionsfreies Schiff zu ersetzen oder ob unüberwindbare Hürden vorliegen. Die Schritte umfassten die Messungen der Leistungsdaten des bestehenden Dieselantriebes, um Richtwerte für die Auslegung eines Brennstoffzellenantriebes zu erhalten, den Wasserstoffverbrauch zu bestimmen und die Frage zu prüfen, ob und wie das BZ-System mit Batterien zu ergänzen ist. Zudem sollten Fragen zur H_2-Infrastruktur geklärt werden, da die Fährverbindung nicht weit vom Energiepark Mainz (ca. 30 km) entfernt ist, wo 200 Tonnen Wasserstoff pro Jahr in einer Power-to-Hydrogen (PtH)-Anlage nachhaltig hergestellt werden. Weitere Schritte befassten sich mit der Energiebilanz des Antriebes, der H_2-Bereitstellung, den Genehmigungsfragen und nicht zuletzt mit der Wirtschaftlichkeit.

Die Schiffsbranche ist auf eine sehr hohe Zuverlässigkeit ihrer Schiffe angewiesen. Daher ist die übliche Auslegung von Schiffsantrieben mit üppigen Leistungsreserven sowie Sicherheitsaufschlägen versehen. Zunächst sollte daher festgestellt werden, welche Motorleistung tatsächlich im täglichen Betrieb der Fähre eingesetzt wird und wie viel notwendig ist, um in einem Notfall ausreichend Energie an Bord bereitstellen zu können. Zu diesem Zweck wurden im Rahmen einer Masterarbeit in einer Messkampagne über mehrere Tage Messdaten der Fähre im Standardfahrbetrieb aufgenommen und mit den Leistungsdaten der Motoren verglichen.

Die *Rheintal* ist mit vier identischen Motoren je 215 kW bestückt. Während einer Fahrt werden nur zwei Motoren eingesetzt und zwei werden als Reserve vorgehalten. Die Leistung wurde exemplarisch an einem Motor gemessen. Dabei stellte sich heraus, dass die Leistung pro Antrieb im normalen Fährbetrieb max. 33 kW beträgt, was gerade einmal 15 % der installierten Motorleistung entspricht. Daraus resultierend sind die Motoren weit von ihrem Verbrauchsoptimum entfernt. Auf Grundlage dieser Messungen und den realen Verbrauchszahlen des nachgefüllten Diesels ließen sich die Verbrauchsdaten für einen Brennstoffzellenantrieb ermitteln und die Auslegung eines bedarfsgerechten Wasserstoffantriebes dimensionieren.

Um die BZ-Systeme nicht zu überlasten und Leistungsspitzen abfangen zu können, wurde ein Brennstoffzellen-Batterien-Hybridsystem als energetisch und sicherheitstechnisch beste Lösung identifiziert. Hersteller wurden angefragt, und Systeme, die bereits eine maritime Zulassung des Germanischen Lloyd besitzen, den Überlegungen zugrunde gelegt. Das Antriebskonzept mit zwei BZ-Systemen zur Energieversorgung des Antriebes wurde redundant ausgelegt, weil die Systeme für Antrieb und Bordstromversorgung doppelt verfügbar sein sollten, damit eine sogenannte systematische einfache Redundanz in allen Antriebsteilen vorliegt. Auch die Batteriesysteme wurden redundant vorgesehen. Der rechnerische Wasserstoffbedarf beläuft sich im Sommer auf 120 kg/d und im Winter auf 80 kg/d, da je nach Jahreszeit unterschiedlich viele Fahrten durchgeführt werden.

SPEICHERKONZEPTE Ziel war es, von Anfang an „grünen Wasserstoff“ aus nachhaltiger Erzeugung einzusetzen. Heute tankt die Fähre alle zwei Wochen Diesel in einem speziellen Hafen. Ein ähnliches Szenario war auch für eine Betankung mit Wasserstoff erwünscht. Ein Einsatzzeitraum von zwei Wochen konnte nicht für das angedachte Brennstoffzellen-Batterie-Hybridsystem in Aussicht gestellt werden. Lange wurden verschiedene Möglichkeiten vom Partnerunternehmen Linde untersucht. Letztendlich wurde dann ein von Linde mitentwickelter H_2-Container für die Druckstufen 300 bis 500 bar angedacht, der hier als Wechselcontainer zum Einsatz gebracht werden könnte. Dieser erlaubt den Austausch eines leeren gegen einen vollen Container innerhalb kurzer Zeit. Somit könnte die „Betankung“ der Fähre während der regulären Haltezeit für Be- und Entladen erfolgen.

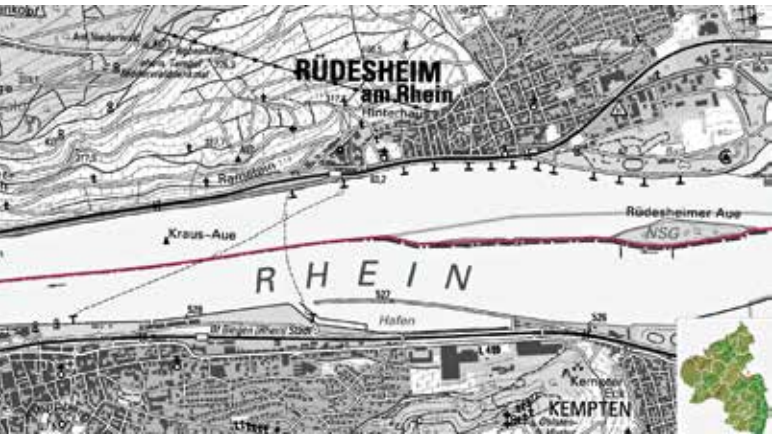


Abb. 2: Standort Rheinfähre Bingen [Quelle: LANIS, 2013]

RECHTSFRAGEN Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurde detailliert untersucht, ob und wie die Zulassung der Autofähre erfolgen kann, welche Zulassungsbehörden verantwortlich, welche rechtlichen beziehungsweise sicherheitstechnischen und sonstigen Vorschriften zu beachten sind und ob die Zulassung einer solchen Fähre prinzipiell machbar ist. Alle diese Fragen konnten positiv beantwortet werden, da bereits ein Teil der Vorschriften für geänderte neue Antriebe angepasst wurde. Die technischen Vorschriften sind teilweise in bestehenden Vorschriften der Binnenschifffahrts-Untersuchungsordnung (BinSchUO, 2013) enthalten oder können daraus abgeleitet werden. Durch ergänzende Anwendung der Richtlinien des Germanischen Lloyds für den Einsatz von Brennstoffzellen an Bord von Wasserfahrzeugen (GL, 2002) ist eine hohe Wahrscheinlichkeit bezüglich Rechtssicherheit gegeben, dass die Fähre zugelassen werden könnte.

FINANZIERUNG/MITTELBEDARF Um eine Vorstellung von den Kosten zu erhalten, wurde innerhalb des Projektes eine überschlägige Investitionskostenabschätzung durchgeführt. Zusätzlich wurden Kapitalkosten, Verbrauchs- und Betriebskosten ermittelt und gegenübergestellt.

Für die favorisierte Umsetzungsvariante muss in Anbetracht der heutigen Preise für Brennstoffzellen und die dazugehörige Wasserstoffinfrastruktur mit Kosten in Höhe von rund 9,1 Mio. € gerechnet werden. Eine konventionelle Fähre kostet heute rund 5,5 Mio. € plus Mehrwertsteuer. Somit würden die Mehrkosten mindestens 65 % der Kosten einer konventionellen Fähre betragen.

Allerdings stellen nicht nur die hohen Mehrkosten, die durch eine Förderung ausgeglichen werden könnten, eine Herausforderung für eine mögliche Realisierung dar. Darüber hinaus liegt die technische Nutzungs- und Lebensdauer des Brennstoffzellensystems aktuell noch unterhalb der heute verfügbaren Technik mit Verbrennungsmotoren, sei es Diesel oder dieselelektrisch. So zeigten die Simulationen, dass ein Wechsel der Brennstoffzellen-Stacks vermutlich nach sechs Jahren notwendig würde. Es ist jedoch davon auszugehen, dass diese Beschränkung in den nächsten Jahren überwunden werden kann.

Bei den Betriebskosten wurden neben den regelmäßigen Wartungen der technischen Anlagen, Motoren, Brennstoffzellen und Batterien insbesondere die Verbrauchskosten für Diesel im Vergleich zu Wasserstoff untersucht. Beim heutigen Preis von rund 10 €/kg (Linde Gas AG, 2015) ist ein Preisvorteil gegenüber einer Versorgung mit Diesel nicht gegeben. Somit wäre für den Einsatz von Wasserstoff in Fährschiffen neben einer anfänglichen Investitionsförderung für Fahrzeug und Infrastruktur (z. B. für ein Demonstrationsprojekt oder die spätere Markteinführungsphase) auch eine Betriebskostenförderung oder auf Treibstoffebene ein Ausgleich der Mehrkosten für Wasserstoff erforderlich (z. B. durch höhere Besteuerung fossiler Treibstoffe).

Für die Erstellung dieser Machbarkeitsstudie stellten die Konsortialpartner zusammen mit den beiden Wissenschaftsorganisationen, der Transferstelle Bingen und der Hochschule RheinMain, einen Antrag bei den Wirtschaftsministerien in Mainz sowie Wiesbaden. Zum damaligen Zeitpunkt plante der Fährbetreiber gerade die Anschaffung einer neuen Fähre, wobei klar war, dass es sich bei einer derartigen H_2-BZ-Fähre um einen Prototyp handeln würde und der Forschungs- bzw. Demonstrationscharakter mit erhöhten Kosten verbunden wäre. Es war somit klar, dass eine Realisierung ohne öffentliche Unterstützung vom Fährbetreiber nicht finanzierbar wäre.

Zur Vorstellung detaillierter Ergebnisse der Machbarkeitsstudie sowie zur Diskussion weiterer Einsatzgebiete von Brennstoffzellensystemen in der Schifffahrt veranstalten die Transferstelle für Rationelle und Regenerative Energienutzung Bingen und HA Hessen Agentur GmbH gemeinsam mit dem H2BZ Wasserstoff-Brennstoffzellen Kooperationsnetzwerk Rheinland-Pfalz (H2BZ Kooperationsnetzwerk RLP) und der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Initiative Hessen e.V. (H2BZ-Initiative Hessen) am 24.02.2016 im Rhein-Main-Gebiet einen Workshop „Umweltgerechte Schiffsantriebe – Schifffahrt auf Rhein & Main mit Batterie und Brennstoffzelle“ (vgl. Anzeige auf S. 19). ||

Die beteiligten Projektpartner waren die HA Hessen Agentur GmbH, die Hochschule RheinMain, die Transferstelle für Rationelle und Regenerative Energienutzung Bingen, die Linde Gas AG, die H2BZ-Iniative Hessen, das H2BZ Kooperationsnetzwerk RLP sowie die Bingen-Rüdesheimer Schiffahrtsgesellschaft eG. Gefördert wurde das Projekt durch das Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz sowie das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung.

Literatur:
Machbarkeitsstudie Rhynt, B. Scheppat, M. Werner, O. Türk, J. Schied, J. Walter

Autoren:
Prof. Dr. Birgit Scheppat, Matthias Werner
beide Hochschule RheinMain
→ birgit.scheppat@hs-rm.de

Prof. Dr. Oliver Türk, Jochen Schied (Foto Mi.), Joachim Walter
alle Transferstelle für Rationelle und Regenerative Energienutzung Bingen (TSB)
→ tuerk@tsb-energie.de

Markus Lämmer (Foto re.)
HA Hessen Agentur GmbH, Geschäftsstelle Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Initiative Hessen
→ markus.laemmer@hessen-agentur.de

Thema: Entwicklung | **Autoren:** Matthias Klingele, Matthias Breitwieser

VEREINFACHTE HERSTELLUNGSMETHODE FÜR PEM-BZ

Das Land Baden-Württemberg prämiert Freiburger Wissenschaftler

Das Herzstück von PEM-Brennstoffzellen ist die Membran-Elektroden-Einheit (MEA), zu deren Herstellung bislang ausschließlich Polymer-Elektrolyt-Folien verwendet werden. Die Herstellung dieser Folien ist jedoch hochkomplex, teuer und beschränkt dadurch auch die Produktion von MEAs auf wenige Firmen weltweit. Eine Innovation von Wissenschaftlern des Instituts für Mikrosystemtechnik (IMTEK) der Universität Freiburg macht diese Folienprozesstechnik obsolet: Eine Polymer-Elektrolyt-Lösung wird direkt auf der Elektrode zur Membran verarbeitet. Dieses Verfahren ist nicht nur einfach und günstig, sondern steigert auch die Leistung von Brennstoffzellen im Vergleich zum aktuellen kommerziellen Stand der Technik. Für die Entwicklung dieser stark vereinfachten Methode zur Herstellung von PEM-Brennstoffzellen wurde das Forscher-Team vom Lehrstuhl für Anwendungsentwicklung mit dem *f-cell Award research & development* in Stuttgart ausgezeichnet.

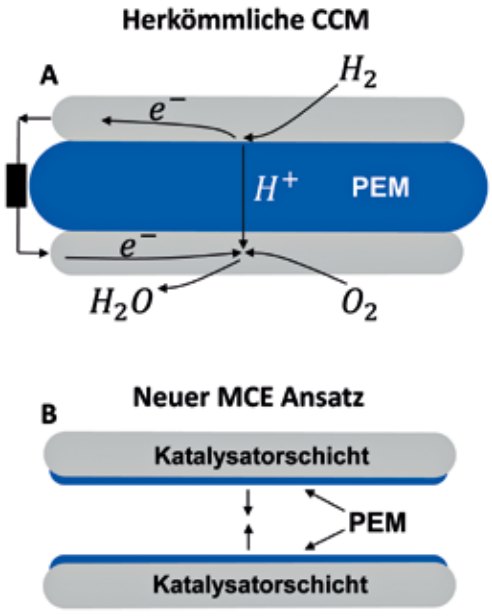


Abb. 1: MEA einer Niedertemperatur-BZ mit Anode, Kathode und protonenleitender Membran sowie den korrespondierenden elektrochemischen Reaktionen. A: Catalyst coated membrane (CCM, Stand der Technik): Die Katalysatorschichten werden auf eine relativ dicke Membranfolie aufgebracht. B: Neu vorgestellte membrane coated electrode (MCE): Dünne Membranschichten werden direkt auf die Katalysatorschichten von Anode und Kathode aufgebracht.

Für die Leistungsfähigkeit einer Brennstoffzelle spielen die funktionalen Eigenschaften der einzelnen Schichten, deren Dicke und auch deren Grenzflächen entscheidende Rollen (s. Abb. 1). All diese Leistungsfaktoren gilt es zu optimieren, um die Brennstoffzelle in naher Zukunft kommerziell rentabel zu gestalten. Die platinhaltigen Katalysatorschichten stehen in diesem Zusammenhang seit jeher im Mittelpunkt der Forschung. Sie sollen idealerweise hervorragende elektrische und protonische Leitfähigkeiten aufweisen, eine hohe spezifische Oberfläche ausbilden und möglichst wenig des teuren Edelmetalls enthalten.

Immer weiter in den Fokus der Wissenschaft rückt auch die Polymer-Elektrolyt-Membran. Hier konzentrieren sich die Anstrengungen hauptsächlich auf die Synthese von neuen Polymeren, die hohe chemische und mechanische Stabilitäten mit exzellenter protonischer Leitfähigkeit kombinieren. Den Grenzflächen von Katalysatorschicht und Membran wurde allerdings bislang eher wenig Aufmerksamkeit entgegengebracht. Dabei bergen sie großes Potential zur Reduzierung von Zellwiderständen. Und obwohl hier große Kosteneinsparungen möglich sind, wurden auch innovative Methoden zur Herstellung dieses Dreier-Schichtverbundes bislang eher stiefmütterlich behandelt.

ENTWICKLUNG AM IMTEK Genau an diesen beiden Punkten setzt die prämierte Erfindung der Freiburger Wissenschaftler an: Sie veröffentlichten im April 2015 ein Verfahren zur Herstellung von MEAs mit optimierten Grenzflächen von Katalysatorschichten und Membran. Das Besondere: Die komplette MEA kann mit nur einem Gerät hergestellt werden.

Mittels Inkjet-Druck wird hierbei eine Polymer-Elektrolyt-Dispersion in flüssiger Form direkt auf die Katalysatorschichten einer Brennstoffzelle aufgedruckt. Auch Katalysatorschichten und mikroporöse Gasdiffusionsschichten können mittels Inkjet-Druck verarbeitet werden, so dass sämtliche funktionalen Schichten der MEA mit demselben Gerät prozessiert werden können. Bei der vorgestellten Methode verbindet sich die gedruckte Membranschicht aufgrund ihrer zunächst flüssigen Beschaffenheit optimal mit den Katalysatorschichten. Der flüssige Elektrolyt dringt vor dem Erstarren bis auf wenige hundert Nanometer in die poröse Katalysatorschicht ein, was den protonischen Kontaktwiederstand der beiden Schichten stark verringert. Zudem ermöglicht die direkte Abscheidung der Membran auf die Elektrode sehr dünne Membranschichten, was ebenfalls zur Verringerung der protonischen Widerstände beiträgt.

In Kombination dieser beiden Effekte wurde eine Brennstoffzelle mit außergewöhnlich hohen Leitwerten für Protonen vorgestellt, was zu Leistungsdichten bis über 4 W/cm² führte (300 kPa Absolutdruck, mit H_2 & O_2 als Brenngase). Als weiterer Vorteil der dünnen Membran wurde eine begünstigte Selbstbefeuchtung der Zelle gezeigt. Es wurden weniger als zehn Prozent Leistungsverlust zwischen vollständig befeuchteten und trockenen Reaktionsgasen gemessen, was die Benutzung von aktiven Befeuchtern entbehrlich macht.

VEREINFACHTE PRODUKTION Neben der hohen Leistung birgt das Weglassen der konventionellen Membranfolie aber noch einen weit wichtigeren Vorteil: Einfachheit. Zukünftig wäre eine Massenproduktion von MEAs denkbar, bei der die mikroporöse Gasdiffusionsschicht, die Katalysatorschicht und schließlich die Membran nacheinander direkt auf die Gasdiffusionsschicht als Substrat aufgesprüht werden (s. Abb. 2).

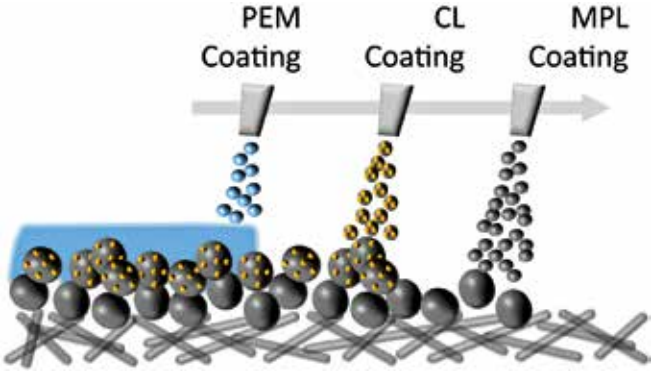


Abb. 2: Schema zur Massenproduktion von BZ-Halbzellen: Nacheinander werden die mikroporöse Schicht (MPL), Katalysatorschicht (CL) und Membran (PEM) auf eine Gasdiffusionsschicht (GDL) als Substrat aufgesprüht. Dieses Verfahren spart Produktionskosten und -zeit. Zur Fertigstellung der Brennstoffzelle können beliebige Halbzellen miteinander kombiniert werden.

Spray-Coating ist schon heute ein großindustrielles Verfahren zur Herstellung von Gasdiffusionselektroden. Da für die Diffusionsschicht und die Katalysatorschicht solch ein Sprühprozess bereits dem angewandten industriellen Stand der Technik entspricht, müsste man ihn zur Komplettierung der Brennstoffzelle nur noch um das Aufsprühen der Membran erweitern. Auch hier haben die Freiburger Wissenschaftler bereits einen Machbarkeitsnachweis vorgelegt. Zusammen mit Kooperationspartnern der kanadischen Simon Fraser Universität wurde in einem ersten Versuch gezeigt, dass eine komplett aufgesprühte Brennstoffzelle konkurrenzfähige Leistungsdichten gegenüber dem Stand der Technik aufweist (s. Abb. 3).

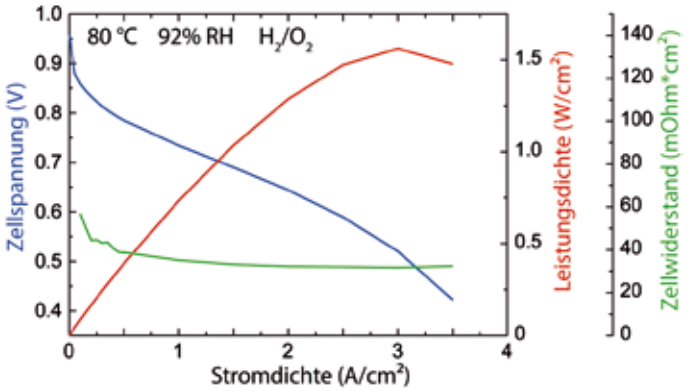


Abb. 3: Leistungscharakteristik einer komplett gesprühten Brennstoffzelle mit 0,3 mgPt/cm² Kathodenbeladung

Mit den Reaktionsgasen Wasserstoff und Sauerstoff konnte eine maximale Leistungsdichte von über 1,5 W/cm² erreicht werden (bei 80 °C, 92 % relative Feuchte, Atmosphärendruck). Zudem wurde damit gezeigt, dass komplett gesprühte Zellen generell in großen Flächen herstellbar sind und somit ein Transfer auf industriellen Produktionsdurchsatz möglich ist. Mit der neuen Herstellungsmethode wäre auch kein folienprozesstechnisches Know-how mehr gefragt. Stattdessen würden Fähigkeiten in der Herstellung funktionaler Dispersionen, Suspensionen oder Lösungen sowie deren Verarbeitung als Tinte für Beschichtungsanlagen, wie Spray-Coater oder Siebdrucker, bedeutsam. Aus diesem Grund ist die neue Methode besonders für all diejenigen Firmen von Interesse, die ihr Know-how aus einem dieser Fachgebiete beziehen und sich als Quereinsteiger im Brennstoffzellensektor etablieren wollen.

SPIELRAUM FÜR NEUES Auch innovative Konzepte zur Herstellung von Komposit-Membranen (z. B. Einsatz in Mitteltemperatur-BZ bis 120 °C) können auf dieser Erfindung begründet werden. Der schichtweise Aufbau der Brennstoffzelle erlaubt die einfache Integration von verstärkenden Elementen in die Membranschicht, was bisher nur aufwendig zu erreichen war (s. Abb. 4).

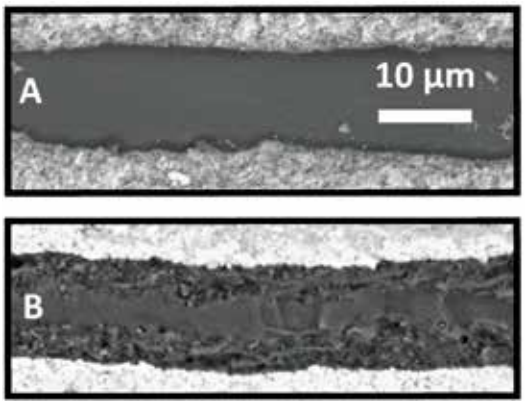


Abb. 4: A: Standard-MEA ohne Verstärkung; B: Faserverstärkte MEA

Als naheliegendes Konzept können kolloidale Nanopartikel der Membrantinte ganz einfach vor der Verarbeitung beigemischt werden. Dieses Konzept ist zwar schon aus der folienbasierten Membranherstellung bekannt, kann aber auch auf die neue Technologie angewendet werden. Am IMTEK wurde gezeigt, dass TiO_2-Nanopartikel in der Membran höhere Betriebstemperaturen der Brennstoffzelle zulassen, ohne dass große Leistungseinbußen akzeptiert werden müssen.

Ein weiteres zukunftsweisendes Konzept zur Membranverstärkung ist bereits in Arbeit: Ein stabiler Faserverbund aus Nanofasern (bekannt aus z. B. schusssicheren Westen oder Schnittschutzhosen) soll mittels Elektrospinnen in die Membran implementiert werden, um sie mechanisch zu stabilisieren (s. Abb. 4B). Dies ist besonders für die Verarbeitung von Polymer-Elektrolyten interessant, die zwar eine sehr gute Protonenleitfähigkeit haben, aber von sich aus keine hohe mechanische Stabilität aufweisen. So können in Zukunft leistungsfähige und haltbare Komposit-Membranen sehr günstig hergestellt werden.

In weiteren Projekten sollen Themen rund um Alterungsverhalten und das Hochskalieren der neuen Brennstoffzellen untersucht werden. Hier sollen offene Fragen nach Haltbarkeit und Transfer auf Stack-Level geklärt werden. ||

Die Arbeit wurde vom BMBF im Rahmen des „GECKO"-Projekts gefördert (Förderkennzeichen: 03SF0454C).

Autoren:

Matthias Klingele
→ matthias.klingele@imtek.de

Matthias Breitwieser
→ matthias.breitwieser@imtek.de

beide IMTEK, Universität Freiburg

Thema: Entwicklung | **Autor:** Ansgar Bauschulte

ERSATZ KONVENTIONELLER DIESELAGGREGATE

OWI entwickelt Diesel-Brennstoffzellen-APU

Abb. 1: Brenngaserzeuger des dieselbetriebenen Brennstoffzellensystems [Foto: OWI]

Ein in einem Verbundvorhaben von mehreren Forschungspartnern entwickeltes autonomes Brennstoffzellensystem wandelt Dieseltreibstoff geräuscharm in elektrische Energie um – ohne Motor und Generator. Zum Abschluss dieses vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert Projekts wurde die technische Reife des Systems im Inselbetrieb des Brennstoffzellen-Stacks und des E-Moduls erfolgreich demonstriert.

Das Brennstoffzellensystem für mobile Anwendungen, das im Rahmen des Projekts *MÖWE* entwickelt wurde, versorgt als so genannte Auxiliary-Power-Unit (APU) beispielsweise Wohnmobile oder Boote mit elektrischer Energie. Die APU liefert eine maximale Nettoleistung von 3 kW_{el} für die Stromversorgung elektrischer Geräte wie Klimaanlage oder Kühlschrank. Um den an Bord vorhandenen Kraftstoff Diesel effektiv zu nutzen, wird er zunächst in ein wasserstoffreiches Brenngas umgewandelt. Anschließend setzt die Brennstoffzelle dieses Gas zu Strom um.

ENTWICKLUNGSSCHRITTE Das BZ-System besteht aus Diesel- und Wassertank, Wasserstofferzeuger- und Brennstoffzellenmodul inklusive Niedertemperatur-Polymermembran-Brennstoffzelle (NT-PEM mit 90 Zellen) sowie Batterie und Leistungselektronik. Das Ziel der Entwickler war es, die Prozessführung zu verbessern, die Systemkomplexität zu reduzieren und Einzelkomponenten sowie Module bis zur technischen Reife zu entwickeln. Zur Reduktion der Komplexität optimierten sie die Verschaltung des Systems: Restgas, das die Brennstoffzelle nicht umsetzen kann, wird nun nicht mehr in einem separaten Bauteil verbrannt, sondern direkt auf der Verbrennungsseite des Reformerbauteils oxidiert. Dadurch entfällt der zusätzliche Restgasbrenner einschließlich der zugehörigen Systemkomponenten. Außerdem konnte auf einen Kühlkreislauf verzichtet und die Funktionssicherheit erhöht werden, indem ein Metallvlies statt einer Brennstoffdüse verwendet wurde.

Ein wichtiger Schritt war zudem, den Systemstart zu beschleunigen: Die Entwickler optimierten dazu das H_2-Erzeugermodul. Durch den Einsatz eines brennerseitigen Gemischbildners, der bei Bedarf entweder als Startbrenner oder Gemischbildner mit Kalte-Flammen-Technik fungieren kann, wurde die Startzeit des Fuel Processors auf eine gute halbe Stunde verkürzt. Um die Startzeit des gesamten Systems zusätzlich auf weniger als 30 Minuten zu reduzieren, wurde eine neue Startstrategie entwickelt, die eine simultane, reaktive Aufheizung der katalytischen Reaktoren ermöglicht (s. Abb. 2).

Sobald der Reformer die erforderliche Betriebstemperatur für die oxidative Dampfreformierung (OSR) erreicht, wird – zusätzlich zum Brennstoff und Wasserdampf – Luft in den Reformer dosiert. Damit wird durch temporäre exotherme Teiloxidation des Brenngases Wärme direkt im Reformerbauteil freigesetzt. Ziel ist eine schnellere Bereitstellung von Reformat, um die Wassergas-Shift-Reaktoren des H_2-Erzeugers zu beheizen. Gleichzeitig erreicht die Brennstoffzelle schneller die Betriebstemperatur. Bei der Umsetzung der Strategie waren die verschiedenen Betriebsarten im Gemischbildner darstellbar. Eine apparative Veränderung des Wasserstofferzeugers war nicht notwendig.

In Betriebszustand A werden die Vliesverdampfer elektrisch vorgeheizt. In Zustand B erfolgt die Zündung der beiden Startbrenner zur Vorwärmung der Reformerkatalysatoren. In Zustand C wird der Kalte-Flammen-Betrieb im brennerseitigen Gemischbildner gestartet, um den Reformer durch katalytische Verbrennung direkt zu beheizen. In der

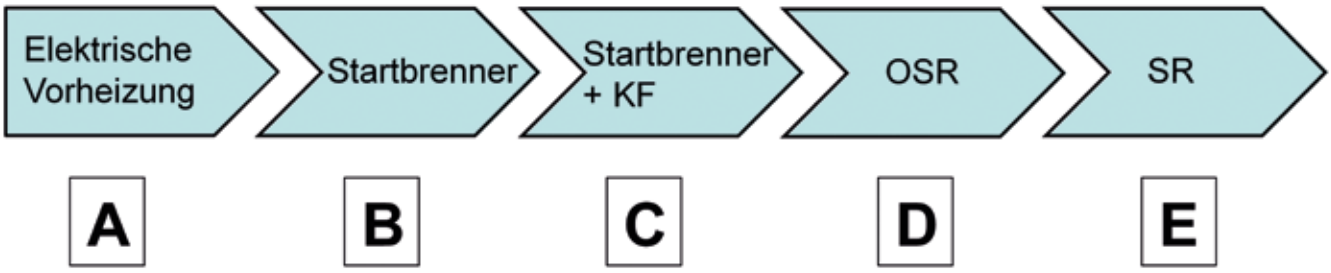


Abb. 2: Prozessführung der neuen Startstrategie [Grafik: OWI]

Folge beschleunigt sich die Aufheizung des Reformers auch am Austritt sichtbar.

Sobald am Eintritt und in der Mitte des Reformers die für den OSR-Betrieb erforderlichen Temperaturen erreicht sind, erfolgt der Wechsel in den Reformierungsmodus (Zustand D). Das OSR-Reformat wird zur Beheizung der Wassergas-Shift-Reaktoren und optional zur Beheizung des SelOx-Reaktors genutzt. Sobald alle Systemkomponenten ihre Betriebstemperaturen erreicht haben, geht der OSR-Betrieb in die Dampfreformierung (SR) über. Die Startzeit bis zum Beginn der Dampfreformierung wurde mit dieser Betriebsstrategie auf 20 bis 25 Minuten reduziert.

AKTUELLER STAND Im März 2015 waren Auslegung, Aufbau und Inbetriebnahme des Demonstrators abgeschlossen. Die Funktionsfähigkeit des Systems wurde im Inselbetrieb des Brennstoffzellen-Stacks und des E-Moduls mit einem exemplarischen Versuchszyklus erfolgreich demonstriert. Dabei arbeitete das System ohne Anbindung an die Laborinfrastruktur (Autarkbetrieb). Alle benötigten flüssigen Medien wurden aus Tanks bereitgestellt. Die Luftdosierung erfolgte über Gebläse. Die erzeugte elektrische Energie wurde für die Versorgung der internen Systemkomponenten, für die Ladung der Batterie oder als Nutzenergie genutzt. Für den Demonstratorbetrieb wurden exemplarisch sowohl Baustromstrahler mit je etwa 300 W als auch ein Klimagerät mit einer Leistung im Bereich 1 kW elektrisch als Nutzlast eingesetzt. Mit der Batterie wurden mehrere autarke Systemstartvorgänge realisiert.

VORTEILE Die Vorzüge dieses Entwicklungsvorhabens mit der Technologiekombination Diesel-Dampfreformierung und Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle gegenüber anderen Brennstoffzellensystemen vergleichbarer Anwendung sind:

- Da es mit Diesel betrieben wird, ist kein zusätzlicher Kraftstoff erforderlich. Diesel ist überall verfügbar und hat eine hohe Energiedichte.
- Durch Dampfreformierung sind H_2-Ausbeute und -Partialdruck sehr hoch (bis zu 70 % trockene Konzentration, dazu keine Verdünnung mit N_2).
- Die NT-PEM-Brennstoffzelle ist serienreif, erreicht eine lange Lebensdauer und braucht nur kurze Startzeiten.

Eine Herausforderung für die Entwickler im gesamten *MÖWE*-Verbundvorhaben lag darin, dass die Dauerstabilität beim Betrieb einer Niedertemperatur-PEM mit kommerziellem Diesel vom Reformerbetriebspunkt abhängt. In einem Dauerbetrieb des Reformers mit schwefelarmem Heizöl bestätigte sich, dass die schwefel- und rußbedingte Degradation des Katalysators in der Reformierung durch eine neue Regenerationsstrategie weitestgehend zu vermeiden ist. ||

ERSATZ HERKÖMMLICHER GENERATOREN

In der Leistungsklasse von rund 3 kW_{el} sind im mobilen Bereich aktuell nur mit Benzin- oder Dieselmotor betriebene Stromgeneratoren verfügbar. Diese dürfen aber auf Stellplätzen für Reisemobile oder im Hafenbereich aus Lärm- und Emissionsschutzgründen nur beschränkt betrieben werden. Dagegen arbeitet das Brennstoffzellensystem geräusch-, emissions- und vibrationsarm. Die Entwickler sehen in der Technologie der Diesel-Brennstoffzellen-APU einen vielversprechenden Ansatz für mehrere Marktsegmente wie zum Beispiel Reisemobile oder Yachten.

Projektpartner
- MAHLE Behr GmbH & Co. KG, Stuttgart
- Enasys GmbH, Berlin
- Inhouse Engineering GmbH, Berlin
- OWI Oel-Waerme-Institut GmbH, Herzogenrath

Autor:

Ansgar Bauschulte
OWI Oel-Waerme-Institut GmbH, Aachen
→ A.Bauschulte@owi-aachen.de

UMSTRUKTURIERUNG AM OWI

David Diarra [Quelle: OWI]

Die OWI Oel-Waerme-Institut GmbH hat Ende 2015 ihren Geschäftsbetrieb umgestellt: Seit dem 17. November verfügt das An-Institut der RWTH Aachen mit der Tec4Fuels GmbH über eine Muttergesellschaft. Neuer alleiniger Geschäftsführer ist David Diarra. Der Diplom-Ingenieur ist langjähriger Mitarbeiter des OWI und hatte sich im vergangenen Jahr die Geschäftsführung mit Dr. Klaus Lucka geteilt. Seit Oktober 2015 leitet er das Aachener Forschungsinstitut alleine. Lucka war bis dahin 15 Jahre lang OWI-Geschäftsführer gewesen und agiert fortan als geschäftsführender Gesellschafter von Tec4Fuels. Weiterer Gesellschafter von Tec4Fuels ist das Institut für Wärme und Oeltechnik (IWO). Zweiter Tec4Fuels-Geschäftsführer und gleichzeitig Marketingleiter des IWO ist Olaf Bergmann. Bergmann erklärte: „Das IWO engagiert sich für die Weiterentwicklung des Oel-Waerme-Instituts, um dessen technische und wissenschaftliche Kompetenz für die Branche zu nutzen.“ ||

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

2016 – DAS JAHR DES DURCHBRUCHS

BZ-Unternehmen könnten in die Gewinnzone kommen

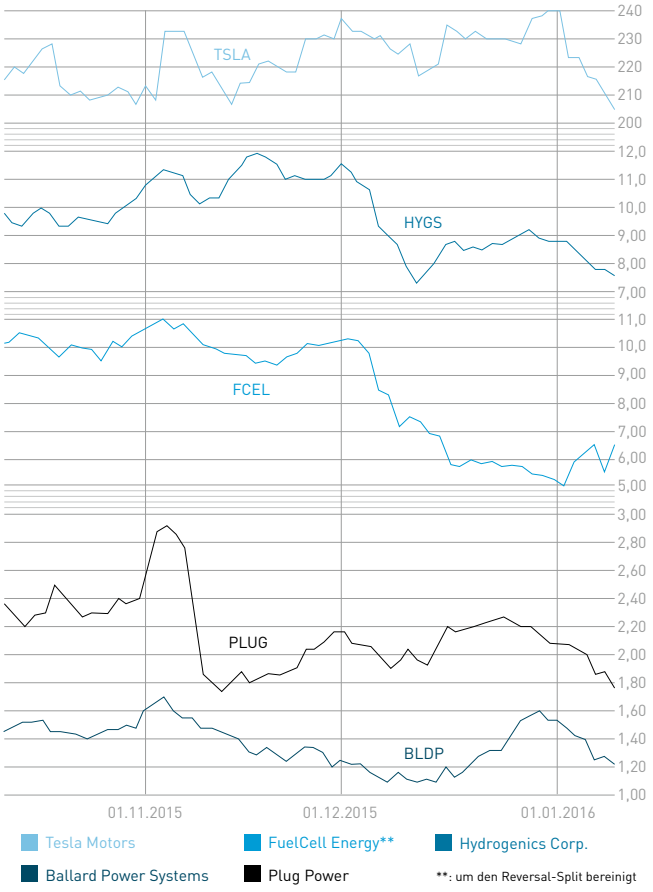


Abb. 1: Verlauf der Aktienkurse der fünf börsennotierten Unternehmen [Quelle: www.wallstreet-online.de] *: Kurse vom 11. Januar 2016

Die börsennotierten Brennstoffzellen-Unternehmen haben das Jahr 2015 perfekt genutzt, sich weiter verstärkt in den jeweiligen Märkten zu positionieren. Dieses Engagement spiegelt sich entsprechend in mehr Aufträgen, verbesserten Bilanzverhältnissen, der Eigenkapitalhöhe und mancher sehr wichtigen strategischen Kooperation wie auch zukunftsweisenden neuen Produktentwicklungen wider. Für das neue Jahr 2016 lässt sich somit die Prognose aufstellen, dass es voraussichtlich den meisten wenn nicht sogar allen hier behandelten Firmen gelingen dürfte, cash-flow-positiv zu werden beziehungsweise sogar nach vielen Jahren der Aufbauarbeit die Gewinnschwelle nachhaltig zu überschreiten.

Der derzeit vorliegende Mix an zu erwartenden guten bis gar sehr guten Nachrichten aus der Brennstoffzellenbranche lassen mich meine Erwartung mit Nachdruck wiederholen, dass die Brennstoffzelle und ihre vielen Märkte einen neuen Megatrend auszulösen im Stande sind – gerade auch angesichts der Notwendigkeit, weltweit mehr sauberere Energie zu produzieren. Eine Richtungsänderung des Ölpreises – sollte Saudi-Arabien mit einer reduzierten Ölförderung seine eingeschlagene Politik verlassen – könnte rein psychologisch ebenfalls für die hier benannten BZ-Aktien zum Vorteil gereichen, denn oft wird das Argument verwendet, wonach BZ-Unternehmen durch den niedrigen Ölpreis weniger Interesse an der Börse auf sich lenken können. Wir stehen da aktuell an einem „Turning-Point". Stay tuned!

BALLARD: JAHR DES "RICHTIGEN" WACHSTUMS Ballard Power geht verstärkt den China-Weg, was sich in diversen Übereinkünften mit chinesischen Unternehmen aus den Bereichen der Busproduktion und der Entwicklung wasserstoffbetriebener Schienenfahrzeuge ausdrückt. Der kanadische BZ-Hersteller achtet dabei nach eigener Aussage sehr genau darauf, nur mit nachweislich seriösen Partnern zusammen zu kommen, die unterschiedlich groß sind und jeweils eigene Standortvorteile genießen. Ballard verfolgt also eine klassische Multi-Partner-Strategie. Es scheint, als wolle Ballard die sich aus der Produktion in China ergebenden Skalierungseffekte für sich nutzen, um nicht nur die Anzahl der zu produzierenden BZ-Stacks massiv auszuweiten, sondern vor allem um Preisvorteile zu generieren. Letztere wirken sich dann natürlich auch auf andere Weltmärkte aus, sollte Ballard mit Hilfe chinesischer Partner BZ-Stacks zu sehr wettbewerbsfähigen Preisen anbieten können. Warum also sollte der niederländische Ballard-Partner Van Hool seine Ballard-Stacks nicht aus China erhalten?

Konkret haben die Kanadier ein Projekt mit der *Foshan Yunfu Eco Environmental Protection Industries International Cooperation Zone* angestoßen, bei dem wasserstoffbetriebene Busse in der Provinz Guangdong produziert werden sollen. Der erste BZ-Bus wurde am 1. Dezember 2015 in einer besonderen Zeremonie vor Ort präsentiert: Er kann 78 Passagiere befördern, benötigt nur 7 kg H_2 pro 100 km (ein neuer Bestwert!), hat einen Radius von 300 km und enthält das neueste BZ-Modul von Ballard: den *FCvelocity®-HD-7-Stack*. Die Planung sieht vor, dass ab Mitte 2016 vorerst 12.000 BZ-Module pro Jahr vom Band laufen und 3.000 BZ-Busse pro Jahr produziert werden sollen, was bedeuten könnte, dass ein Großteil der Module an unterschiedlicher Kunden/Anbieter/Hersteller geht.

Parallel dazu hat Ballard ein weiteres Abkommen geschlossen: Mit Xiamen King Long United Automotive Industry Co., dem zweitgrößten Busproduzenten der Welt, sollen ebenfalls BZ-Busse neu konzipiert und produziert werden. Man kann gespannt sein, welche neuen und vor allem perma-

Abb. 2: Das neue *FCvelocity®-HD-7*-Modul von Ballard [Quelle: Ballard]

nenten und langfristigen Erträge (Lizenzen, Umsatzprovisionen, Forschungsaufträge, Stack-Lieferungen u. a.) hieraus für den nordamerikanischen Stack-Produzenten erwachsen. Darüber hinaus könnten die Produktion und die Teilefertigung in China Ballard erhebliche Kostenvorteile gegenüber dem internationalen Wettbewerb bringen, wenn auch als sicher anzunehmen ist, dass die F&E-Abteilung ebenso wie die Fertigung besonders sensibler Teile immer am Firmensitz in Kanada bleiben wird. Konkret konnte zudem ein Auftrag über 300 BZ-Busmodule generiert werden – der bislang größte Einzelauftrag in diesem Segment überhaupt.

Weiterhin gab Ballard bekannt, dass man mit dem langjährigen Partner und Zulieferer, der japanischen Nisshinbo-Gruppe (über 22.000 Mitarbeiter) daran arbeitet, die PEM-Zellen eventuell mit anderen Materialien auszustatten als mit Platin oder aber den Anteil dieses teuren Katalysatormaterials zu reduzieren zu Gunsten leistungs- und leitungsfähigerer Materialien, die günstiger in der Anschaffung und Produktion sind. Hier bestehen neben dieser Kooperation noch weitere Forschungspartnerschaften von Ballard mit verschiedenen Universitäten und Unternehmen. Man kann daher davon ausgehen, dass Ballard als der weltweite Marktführer in Sachen PEM-Brennstoffzelle hier seinen Marktvorsprung halten und ausbauen wird. Als ein Zeichen der Verbundenheit hat Nisshinbo zudem US-$ 5 Mio. in Ballard investiert beziehungsweise Aktien zu US-$ 1,50/Aktie von Ballard erworben. Eine starke und nachhaltige Forschungspartnerschaft, wie mir scheint.

Im dritten Quartal konnte des Weiteren die Übernahme von Protonex abgeschlossen werden. Die Konditionen blieben unverändert, da sich die Mehrheit der Protonex-Aktionäre bereits frühzeitig festgelegt hatte. Dies war zunächst ein Punkt der Unsicherheit, da hier durch den Kursrückgang der Ballard-Aktien eine wesentlich höhere Anzahl an Aktien hätte ausgegeben werden müssen, um dem vereinbarten Kaufpreis zu entsprechen. Protonex soll schon für das laufende Geschäftsjahr (31.12.2015) bis zu US-$ 5 Mio. zum Umsatz bei Ballard beitragen. 2016 sollen es mehr als US-$ 15 Mio. werden.

Ballard-Kunde Plug Power scheint indessen große Fortschritte bei der eigenen Produktion von BZ-Stacks für Gabelstapler zu machen. Hier ist eine in den Diskussionsforen oft genannte Sorge, dass Ballard auf Sicht als Zulieferer komplett ausfallen könnte. Ich sehe dies weniger kritisch. Meine Erwartung ist eher, dass Ballard neben Plug auch andere Hersteller mit BZ-Stacks unter anderem für Gabelstapler beliefern wird. Es besteht ja auch schon eine Partnerschaft in Korea mit M-Field. Zudem glaube ich, dass Plug bestimmte Stacks für große Stapler zwar selbst produziert, aber weiterhin von Ballard derartige Stacks für kleinere Stapler, die man gar nicht selbst produzieren will, kaufen wird.. Beide Unternehmen dürften somit auch über das Vertragsjahr 2017 hinaus weiterhin gut zusammenarbeiten, so meine Analyse. Und selbst wenn Plug Ballard als Zulieferer nicht mehr anfragt, sollte Ballard bereits andere viel größere Märkte ins Visier genommen haben und für einen schnellen Ausgleich sorgen.

VW-DIESELGATE Das Desaster um manipulierte Abgaswerte von VW kennt auch einen Gewinner: Ballard Power. Das Unternehmen aus Burnaby hat zwar ein Patentportfolio an VW verkauft, ist aber mittels Mehrjahresvertrag (bis 2019 – Option 2021, Can-$ 20 Mio. p.a.) weiter für VW tätig, indem beispielsweise BZ-Prototypen entwickelt werden. Nach dem Audi *H-tron,* dem *Passat* und dem *Golf* ist es nur eine Frage der Zeit, bis auch andere Modelle des VW-Konzerns die Brennstoffzelle u. a. für Hybrid-Versionen erhalten werden. Warum nicht auch mal ein Porsche, nachdem die ja bereits als Tesla-Fighter einen rein batteriebetriebenen Wagen in der Planung haben, oder ein Kleinlaster oder oder und und …

Ich kann es mir ausgesprochen gut vorstellen, dass die Wolfsburger ihren Nachholbedarf u. a. gegenüber Toyota durch höhere Forschungsaufwendungen in Sachen Brennstoffzelle auszugleichen versuchen. Ballard müsste dabei der klare Favorit sein. Warum nicht Can-$ 50 bis 100 Mio. p. a. für Ballard? CEO Randy MacEwen sagte bezogen auf die VW-Affäre: „Wir erwarten, dass Brennstoffzellen die großen Gewinner durch die verstärkte Aufmerksamkeit werden."

Fazit: Ballard geht mit einem hohen Auftragsbestand ins neue Jahr, wird seine Bargeldsituation (gegenwärtig ca. US-$ 55 Mio. in der Bank) um weitere US-$ 9 Mio. (I. Quartal 2016 = Abschlusszahlung von VW) erhöhen können. Die bereits bestehenden Aufträge für Bus-Stacks in China werden 2016 ergänzt durch Aufträge aus Europa und den USA. Und: Die Produktionsaufnahme im großen Stil von Bus-Stacks und Modulen in China wird die Ertragsbasis von Ballard völlig neu, wesentlich höher und langfristig stabiler machen. Ballard-Tochter Protonex wird zugetraut, größere Aufträge des US-Militärs zu gewinnen, zumal die US Army mittlerweile die Vorteile von Brennstoffzelle und Wasserstoff vollends erkannt hat (Kooperation z. B. für Prototypen mit GM). Zudem gelten ergänzende strategische Akquisitionen als sicher, wobei die Messlatte bei mindestens 30 % Bruttogewinnmarge liegt wie auch bei einem Mindestumsatz von US-$ 15 Mio. p. a..

Kurzum wie Ballard CEO MacEwen zu 2015 sagte: „Übergangsjahr / Baujahr des Fundaments"

HYDROGENICS: CHINA LÄSST GRÜSSEN Parallel mit diversen sehr guten Meldungen – u. a. auch aus China – hatte sich der Aktienkurs von Hydrogenics vom Tiefpunkt bei circa US-$ 7 wieder oberhalb von US-$ 10 stabilisiert. Ein jüngster Kursrückgang hängt mit einer Kapitalerhöhung um brutto etwa 17 Mio. (netto ca. US-$ 15 Mio.) zusammen, die natürlich mit einem gewissen Discount realisiert wird. Indes: Wachstum benötigt Kapital und dieses beschafft sich Hydrogenics gerade, was eine vorübergehende kurze Kurschwäche auslöst, aber letztendlich das Unternehmen nach vorne bringt.

Börsenmäßig betrachtet sieht diese Aktie am besten von allen BZ-Aktien aus, wenn es auch das BZ-Unternehmen mit der geringsten Börsenkapitalisierung und der niedrigsten Anzahl an Aktien ist. Hydrogenics konnte 2015 diverse langjährige Großaufträge verbuchen, schloss weitere Kooperationen u. a. in China und komplettierte sein Produktportfolio von Elektrolyseuren über den H_2-Tankstellenbau bis hin zur BZ-Modulentwicklung für Lkw & Busse. Immerhin: Ein in China mit verschiedenen Partnern geschlossenes >>

AM RANDE BEMERKT: AKTUELLE KURSSCHWÄCHE
Meines Erachtens laufen da steuerlich-bedingte Jahresendverkäufe, d. h. man will aus Buchverlusten reale machen, um diese steuerlich nutzen zu können. Das bedingt den Verkauf und späteren Rückkauf der Aktien. Alt-Aktionäre von Protonex, die ja Aktien von Ballard als Gegenwert für ihre Beteiligung erhalten haben und einen hohen Buchverlust erleiden mussten, könnten geneigt sein, sich vorübergehend von Ballard-Aktien zu trennen. Meines Erachtens ist dies der schlüssigste Grund für die Kursschwäche, da Ballard ja viele gute News bereits liefern konnte, die sich 2016 positiv auswirken werden.

Rahmenabkommen soll gut sein für US-$ 10 Mio. Umsatz im Geschäftsjahr 2016 und ein Potential von US-$ 100 Mio. besitzen. Es geht um BZ-Tankstellentechnik ebenso wie Elektrolyseure und BZ-Kits für schwere Lkw – und zwar unter anderem mit Yutong, dem größten Bus-OEM in China und anderen „electric-verhicle integrators". 2.000 Fahrzeuge, die mittels BZ und H_2 betrieben werden gelten als „ausgemachte Sache" innerhalb der kommenden drei bis fünf Jahre. Dies sollte – so meine optimistische Grundhaltung – nur der Anfang sein: China hat verstanden, was H_2 und die BZ auszumachen im Stande sind.

FUELCELL ENERGY: NENNWERTERHÖHUNG 12:1 Um den Aktienkurs aus dem „Penny-Stock-Dasein" zu befreien, hat das Unternehmen aus Danbury, Connecticut, den Radikalschritt umgesetzt: Es hat eine Aktienzusammenlegung (Nennwerterhöhung = Reversal-Stock-Split) im Verhältnis 12 : 1 mit Wirkung ab dem 4. Dezember 2015 durchgeführt. Mit über 300 Mio. Aktien (fully-diluted wohl eher 475 Mio., nach dem Reverse-Split dann wohl ca. 40 Mio.) war eh damit zu rechnen, da ohnehin die Gefahr bestand, aus dem Nasdaq-Listing herauszufallen, weil die Aktie ja länger unter der wichtigen Marke von US $ 1,00 notierte. Obwohl erfahrungsgemäß aus einem solchen Reversal-Split meist eine vorübergehende Kursschwäche resultiert, so ist es doch der richtige Weg, die Aktie für institutionelle Anleger interessanter zu machen. Indes handelt es sich um eine rein „kosmetische" Aktion, die keinerlei Auswirkungen auf das Unternehmen selbst hat. Viel wichtiger sind Aufträge für Großprojekte, die FuelCell Energy laufend vermelden kann. Gegenwärtig produziert FuelCell Energy jährlich circa 70 MW an Neuleistung. Ab 90 MW würde man profitabel arbeiten – für mich nur eine Frage der Zeit, da das Unternehmen bereits unter Beweis gestellt hat, wie erfolgreich man BZ-Technologie in konkrete Großprojekte umwandelt.

Im Rahmen der Veröffentlichung der Zahlen für das vierte Quartal per 31. Oktober 2015: Der Backlog hat US-$ 381 Mio. erreicht. Perspektivisch sieht man eine Jahresleistung der Neuinstallation von 100 MW im Jahr. Das Unternehmen hat sich bei einer Vielzahl von Projekten (weltweit) beworben. Insgesamt entspricht das Projektvolumen bis zu US-$ 2 Mrd. Parallel gab man bekannt, eine weitere Finanzierungsunterstützung in Höhe von US-$ 30 Mio. von PNC Energy Capital erhalten zu haben. Der Bargeldbestand beträgt somit US-$ 85.7 Mio. plus US-$ 36 Mio. Kreditrahmen des Aktionärs NRG Energy.

Wichtig am Rande: FuelCell Energy konzipiert komplette Großanlagen, finanziert diese selbst, veräußert diese zu einem späteren Zeitpunkt oder vereinbart Contracting-Modelle, d.h. schließt langfristige Lieferverträge für Strom und Wärme ab. Hierbei sind auch steuerliche Überlegungen berücksichtigt, da der Stromverkauf eine höhere Gewinnmarge ermöglicht, als einmalig eine Anlage zu verkaufen. Zudem sieht das Unternehmen bedingt durch die Weltklimakonferenz in Paris ein erhöhtes Interesse an dem Know-how und den Technologien. Alles in Allem gute Grundlagen, den aktuell schwachen Börsenkurs als temporär anzusehen, wobei die jüngsten Zahlen zugegebenermaßen enttäuschten.

Abb. 3: BZ-Kraftwerk von FuelCell Energy [Quelle: FuelCell Energy]

Im Januar 2016 soll eine wichtige Entscheidung des Großprojektes Beacon Falls (63 MW) fallen. FuelCell Energy rechnet sich gute Chancen aus, bei der Ausschreibung dabei zu sein. Die Auftragsvergabe wird im ersten Halbjahr 2016 erwartet.

PLUG POWER: UNGEBROCHENES WACHSTUM Je nachdem, welche Unternehmenszahl im Fokus der Börse steht, wird diese zur Grundlage der Aktienkursentwicklung: Plug lieferte mit circa US-$ 31,5 Mio. Umsatz im dritten Quartal zwar die erwartete Umsatzgröße, musste aber weiterhin einen Verlust ausweisen, den die Börse (ausgedrückt in US-Cents pro Aktie) als negativ einstufte und den Aktienkurs, der zwischenzeitlich von circa US-$ 1,70 bis auf US-$ 3,00 kräftig angezogen hatte, dann wieder stark auf circa US-$ 2,00 einbrechen ließ. Gegenbeispiel Tesla: Hier bewertet die Börse die im Quartal abgesetzten Kfz-Einheiten höher, als die Unternehmenszahlen wie beispielsweise den Verlust und den Liquiditätsrückgang im Quartal – alles eine jeweils andere Sicht der Dinge.

Plug steht gut da! Die Auftragsbücher sind gefüllt (über US-$ 234 Mio. Auftragsbestand bei Neubuchungen von über US-$ 160 Mio.). Neue Aufträge kommen ebenso von bestehenden Kunden wie von neuen und auch von Kunden aus anderen Weltregionen wie Europa. Im Quartal kamen sechs neue Kunden. 15 neue H_2-Tankstellen wurden installiert. Die Liquidität mit über US-$ 115 Mio. lässt das hohe Wachstum aus eigener Kraft gut bestreiten. Wichtig ist vor allem, dass die Bruttogewinnmarge Step-by-Step erheblich vergrößert werden soll und dass 2016 als Ziel ausgegeben wurde, profitabel zu arbeiten, also den Übergang in die Gewinnzone zu schaffen.

Man wolle nachhaltig auf 25 % Bruttogewinnmarge kommen, so das Unternehmen. Großkunden wie Walmart unterstützen diese Planungen. In 2016 gelten allein von diesem Kunden weitere zehn Logistikzentren als nächste Kandidaten für den Umbau der Gabelstapler-Flotte. Und: Große Logistiker wie Federal Express werden immer öfter als potentielle Großkunden in den Internetforen genannt, nachdem Plug bereits Prototypen von Ground-Handling-Fahrzeugen an Flugplätzen für FedEx umgebaut hat. Zudem konnte das Unternehmen aus Latham, New York, mit MMM einen Zuliefervertrag für Komponenten für BZ-Stacks abschließen. MMM ist in diesem Bereich seit vielen Jahren technologisch aktiv.

Fazit: Wachstum kostet erst einmal Geld, um die Positionierung (Kapazitäten, Infrastruktur, Personal etc.) durchzuführen. Dieser Prozess scheint 2015 gut umgesetzt worden zu sein und hat die Grundlage geschaffen, 2016 das erste Jahr in der Firmengeschichte profitabel abschließen zu können. Die Börse wird darauf spekulieren!

TESLA: VIEL HYPE – ANALYSTEN VÖLLIG UNEINIG Viele Big Boys – so werden die führenden US-Investmentbanken genannt – stufen Tesla uneingeschränkt sehr positiv ein.

Abb. 4: Gabelstapler mit GenDrive-Systemen bei Prelodis in Frankreich [Quelle: Plug Power]

CEO Elon Musk versteht es, zu polarisieren wie auch zu überzeugen, aber am Ende des Tages zählen die Fakten. Der Fach-Analyst von Credit Suisse erwartet bereits einen Gewinn von US $ 4,00/Aktie für das Geschäftsjahr 2016, da es ja so viele Bestellungen für *Model X* gäbe und sich dies ertragswirksam auswirken werde. Der Konsensus liegt dagegen bei circa US-$ 1,85/Aktie – wobei alle Zahlen für 2015 immer wieder nach unten korrigiert werden mussten und dies meines Erachtens auch in 2016 der Fall sein wird, da zu viele Unabwägbarkeiten bestehen, die nicht so sehr in der Zahl der verkauften Kfz-Einheiten liegen – hier besonders beim neuen *Model X* – sondern in den Kosten beim Bau der Giga-Fabrik für Batterien.

Andere Analysten (Barclays Bank) erwarten vor den Erträgen erst einmal gut und gerne noch einen Kapitalhunger von bis zu US-$ 11 Mrd., um das Unternehmen zu positionieren, denn die massentaugliche Billigvariante eines rein batteriebetriebenen Kfz in 2017 bedingt massive Investitionen, die zu berücksichtigen sind. Meine Bedenken: Sollten die Schätzungen für die Absatzzahlen nicht den Erwartungen der Wall Street entsprechen beziehungsweise die Gewinnschwelle erst später erreicht werden oder sollten gar noch Verluste eintreten (weiterhin hoher Abfluss von Kapital), werden die weiteren zu erwartenden Kapitalerhöhungen immer schwieriger umzusetzen sein.

Man bedenke: Tesla wird mit fast US-$ 30 Mrd. bereits sehr großzügig bewertet. Zudem sind die Alleinstellungsmerkmale und der positive First-Mover-Effekt auf absehbare Zeit nicht mehr zu halten. Die Konkurrenz in diesem hochpreisigen e-Mobilitäts-Markt schläft nicht, dürfte gar massiv aufholen und auch mit viele Alternativen (Plug-in-Hybride, Brennstoffzelle) aufwarten. Dass Tesla ein preisgünstiges Massenmarktprodukt/Kfz für 2017 plant, sollte ebenfalls kritisch gesehen werden, da viele andere Hersteller bereits in diesem Markt/Segment mit e-cars vertreten sind und natürlich auch an Entwicklungen wie erhöhten Reichweiten arbeiten, so dass es mit dem Markteintritt von Tesla in diesem Segment nicht leicht sein wird, höhere Marktanteile „aus dem Stand“ zu generieren.

Kurzum: Der Kurs von Tesla kann gut und gerne stark anziehen, was jeweils mit Tagesmeldungen zu tun hat. Auch das Interesse von großen Investmentbanken, „Schön Wetter“ zu machen, um die Basis für weitere Kapitalerhöhungen zu legen, sollten nicht übersehen lassen, dass die Aktie bei weniger guten oder gar schlechten Nachrichten stark kursgefährdet ist. Denn aktuell sind meines Erachtens alle guten und erwartet guten Nachrichten bereits im Kurs enthalten. So sollen 17.000 bis 19.000 Einheiten im vierten Quartal abgesetzt werden!!??? Konkret werden wir dies im Februar 2016 wissen.

Zudem wirkt die Meldung noch nach, dass Tesla in Dänemark 2.500 Nummernschilder erworben hätte, wo nicht sicher dargestellt werden konnte, dass auch Käufer für diese Kfz vorhanden sind. Geht es um einen Wiederverkauf mit hohem außerordentlichem Ertrag, weil dort steuerliche Förderprogramme Ende 2015 auslaufen?

Auch wenn Tesla diese Maßnahme/Aktion gut begründen kann, so bleibt immer etwas hängen, und es stellt sich die Frage, warum man dies seitens Tesla überhaupt gemacht hat. Außerdem holt die Konkurrenz auf: Porsche plant ein e-Auto mit dem Arbeitstitel *Mission E,* das einen Radius von 500 km hat und innerhalb von 15 Minuten bis zu 80 % aufgeladen werden kann, eventuell ja via Induktionsschleife, also Laden von Strom ohne störendes Kabel. So wie Porsche werden meines Erachtens alle großen Luxus-Kfz-Hersteller in diesen e-Markt eintreten und auch parallel/alternativ mit Hybrid-Varianten (Brennstoffzelle + Batterie) aufwarten.

Meine Skepsis bezieht sich – und das muss klargestellt sein – nicht so sehr auf dieses sehr schöne Auto wie auch das neue SUV *Model X,* sondern auf die den Börsenkurs und den Unternehmenswert begleitenden und begründenden Kriterien und Argumente: Natürlich ist es von Vorteil, als Tesla-Besitzer keine Kosten für Strom zu haben, da dies ja direkt die Betriebskosten betrifft und Benzin ersetzt. Nur stellt sich die Frage, wie denn zum Beispiel der Wiederverkaufswert eines solches Autos ausfallen mag und wann die Batterie (gerade aufgrund des Schnellladens) ausgetauscht werden muss (Kosten für Tesla!). Und dann die Giga-Factory: Ob nun *Powerwall* (für Haushalte) oder *Powerpac* (für Netzstabilität) – Hier stellt sich mir die Frage, ob dieser Gigantismus einen derartigen Aktienkurs so rechtfertigt. Tesla würde wohl 80 % aller Lithion-Ion-Batterien der Welt produzieren, wenn diese Fabrik voll ausgelastet ist. Aber die Preise dieser Batterien fallen. Wie hoch ist dann die Gewinnmarge letztendlich? Ein Gesamtwert von US-$ 30 Mrd. erscheint mir da extrem sportlich (60 % dessen, was GM an Wert hat), auch wenn Analysten sogar US-$ 400 und mehr in der Aktie sehen.

Zudem frage ich mich, warum aktuell über Zulieferverträge für das notwendige Silizium für die Batterien so öffentlichkeitswirksam seitens Tesla berichtet wird. Da gibt es ein neues Unternehmen in Nevada und auch südamerikanische Firmen wie Codelco (Peru/Bolivien) oder Li3 Energy (Chile), die genannt werden. Ich sehe dies kritisch, denn eigentlich müssten solche sehr wichtigen Zulieferverträge schon lange abgeschlossen sein. Oder hat man auf günstigere Konditionen spekuliert und will Zulieferer gegeneinander ausspielen? Alles ist möglich! Nebenbei hat Tesla auch Top-Talente verloren wie den Leiter der Auto-Pilot-Sparte an Google und vorher zahlreiche Mitarbeiter an Apple. Ein Zeichen? ||

Autor: Sven Jösting

RISIKOHINWEIS

Jeder Anleger muss sich immer seiner eigenen Risikoeinschätzung bei der Anlage in Aktien bewusst sein und auch eine sinnvolle Risikostreuung bedenken. Die hier genannten BZ-Unternehmen bzw. Aktien sind aus dem Bereich der Small- und MidCaps, d. h. es handelt sich nicht um Standardwerte und auch deren Volatilität ist wesentlich höher. Es handelt sich bei diesem Bericht nicht um Kaufempfehlungen – ohne Obligo. Alle Angaben beruhen auf öffentlich zugänglichen Quellen und stellen, was die Einschätzung angeht, ausschließlich die persönliche Meinung des Autors dar.

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

MELDUNGEN AUS ÜBERSEE UND ASIEN

KANADAS BZ-INDUSTRIE HOFFNUNGSFROH

Justin Trudeau [Quelle: Liberal Party of Canada]

Der haushohe Sieg der Liberal Party in Kanada hat innerhalb der dortigen Brennstoffzellen-Community zu wilden Spekulationen über eine mögliche Wiederbelebung des staatlichen Förderprogramms geführt. Die bislang regierende konservative Partei hatte stark auf Öl und andere fossile Primärenergieträger gesetzt. Infolge wirtschaftlicher Schwierigkeiten, für die die sinkenden Ölpreise verantwortlich gemacht wurden, mussten die Konservativen fast 40 Prozent ihrer Sitze einbüßen, während die Liberalen eine überragende Mehrheit gewannen.

Premierminister Justin Trudeau, seit dem 4. November 2015 im Amt, avisiert nun eine Reihe von Clean-Tech-Programmen, inklusive eines Plans, öffentliche Einrichtungen sowie Energiebelange als Versuchsfelder für saubere Technologien zu verwenden. Außerdem plant er eine „Grüne Bank", die mit 2 Mrd. CAD über Bundesanleihen finanziert werden soll.

Trudeau hatte die Wiederherstellung von Kanadas positivem Umweltimage zu einem Wahlkampfthema gemacht und versprochen, ein großes neues Engagement gegen den Klimawandel zu starten. Dies schließt für ihn die Vorgabe eines „wirklich nationalen" Kohlenstoffreduktionsziels sowie die Unterstützung von Bemühungen der Provinzen mit ein, einen Preis auf Kohlenstoffemissionen einzuführen. Nach Jahren der Enthaltsamkeit schöpft Kanadas BZ-Industrie somit wieder Hoffnung, dass es fortan mit staatlicher Unterstützung wieder bergauf gehen könnte. ||

NEUES DOE-FÖRDERPROGRAMM

Das US-amerikanische Energieministerium (US Department of Energy, DOE) beabsichtigte, noch im Dezember 2015 ein *Funding Opportunity Announcement (FOA)* zu veröffentlichen, in dem über mehrere Jahre bis zu 35 Mio. US-Dollar für verschiedene Forschungs- und Demonstrationsvorhaben bereitgestellt werden. Schwerpunktmäßig soll die Initiative auf die Kostenreduktion von Wasserstofftankstellen sowie die Verbesserung der Leistungsfähigkeit und Haltbarkeit von Brennstoffzellen ausgerichtet sein. Das Vorhaben soll über einen Zeitraum von bis zu fünf Jahren laufen. Angesichts der Vielzahl an Akteuren aus den unterschiedlichsten Betätigungsfeldern wird der durchschnittliche jährliche Förderbetrag allerdings relativ niedrig ausfallen. Hier ist eine Liste möglicher Einsatzbereiche und Zuwendungsfelder:

- Fortgeschrittene Hochtemperaturelektrolyse (US-$ 5 Mio. über 2 bis 3 Jahre)
- Fortgeschrittene Kompression auf 875 bar (US-$ 5 Mio. über 2 bis 3 Jahre)
- Fortgeschrittene thermische Isolation automobiler Anwendungen (US-$ 2 Mio. über 2 bis 3 Jahre)
- Innovative Komponentenfertigung und -demonstration (US-$ 6 Mio. über 3 bis 4 Jahre)
- Unterstützung für Gemeinden, die H_2- und BZ-Technik einführen möchten (US-$ 0,25 Mio. über 1 bis 3 Jahre)
- Zuschüsse zu laufenden Laboruntersuchungen zur Verbesserung der BZ-Leistungsfähigkeit und -Lebensdauer (US-$ 6 Mio. über 2 bis 4 Jahre)
- Zuschüsse zu laufenden Laboruntersuchungen zur H_2-Speicherung (US-$ 7 Mio. über 1 bis 3 Jahre)
- Verschiedene Analysen (US-$ 4,5 Mio. über 3 bis 5 Jahre)

Dieses FOA führt den Trend der letzten Jahre fort, gemäß dem das DOE-Wasserstoffprogramm seine finanziellen Mittel eher spärlich verteilt. Das Ministerium unterstützt derzeit verschiedene Programme in 27 Bundesstaaten mit jährlich US-$ 100 Mio., so dass Einzelprojekte kaum mehr als US-$ 3 Mio. von der BZ-Technologie-Abteilung erhalten.

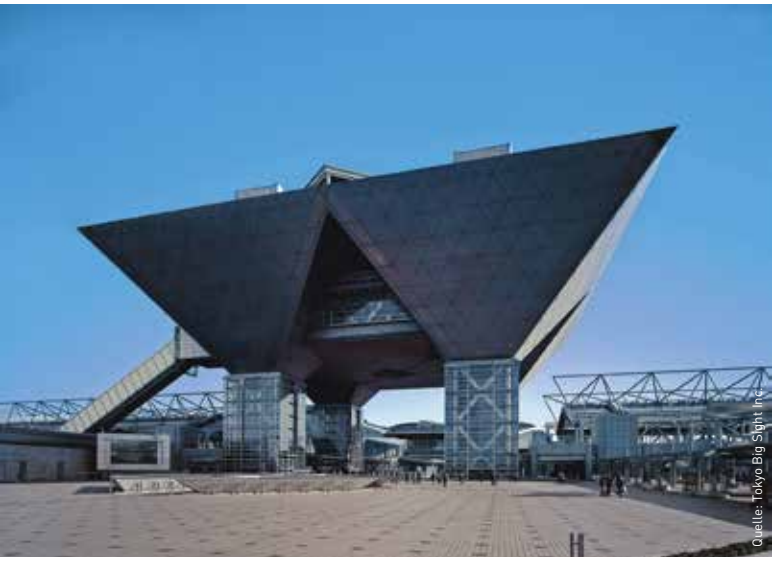
Die *Solid State Energy Conversion Alliance (SECA),* eine weitere Agentur, die sich um die Kostenreduktion von SOFC kümmert und üblicherweise Unterstützung in Höhe von US-$ 5 Mio. bereitstellt, verkündete kürzlich, US-$ 7,5 Mio. sowohl an FuelCell Energy als auch an LG Fuel Cell Systems für deren Entwicklungen zur Verlängerung der Lebensdauer von Brennstoffzellen zur Verfügung zu stellen.

Das DOE meldete weiterhin, es sei interessiert an neuen Projekten, die spezielle Materialien für den Wasserstofftransport sowie Katalysatoren für Brennstoffzellen im Fokus hätten. Zudem sucht das DOE ein Unternehmen, das einen vom Los Alamos National Laboratory entwickelten Wasserstoffsensor erproben möchte. Eine Förderung für diese Vorhaben stünde im *Small Business Innovative Research (SBIR)* Programm, das insbesondere für US-amerikanische Kleinunternehmen konzipiert wurde, zur Verfügung. ||

FUEL CELL EXPO 2016 IN TOKIO

Die 2016er-Ausgabe der *Fuel Cell Expo* wird vom 2. bis 4. März im *Tokyo Big Sight,* dem spektakulären Convention Center im Südosten von Tokio (s. Abb. S. 39), stattfinden. Die Veranstalter bezeichnen die Expo selber glaubhaft als die „weltweit größte Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Ausstellung", die Teilnehmer aus ganz Asien anzieht, einhergehend mit zahlreichen Besuchern aus Europa sowie Nordamerika. Das Konzept ist allerdings etwas ungewöhnlich, da der Zugang zu der Ausstellung kostenlos ist und eine Eintrittskarte zur *Fuel Cell Expo* auch den Zugang zu anderen Messen mit einschließt. Die Wind-, Photovoltaik-, Batterie- und Energiemessen, die alle parallel in dem massiven Ausstellungszentrum abgehalten werden, laufen unter dem übergeordneten Titel *World Smart Energy Week.*

Im Jahr 2015 zählten die Organisatoren zum zehnten jährlichen Treffen über 71.000 registrierte Besucher, was als realistisch angesehen werden kann, wenn man die Menschenmassen auf den Fluren zwischen den Ausstellungsständen


Quelle: Tokyo Big Sight Inc.

betrachtete. Für 2016 sagt der Veranstalter einen Zuwachs in Höhe von 10 bis 20 Prozent voraus, wobei die Brennstoffzellenveranstaltung Pavillons von Unternehmen aus Deutschland, Finnland, Frankreich, Kanada, Taiwan und den USA einschließt. Eine zusätzlich zu der Messe organisierte Konferenz, die allerdings nicht kostenfrei ist, bietet darüber hinaus aktuelle Informationen über Japans Wasserstoffaktivitäten.

Die diesjährige Show wird sich voraussichtlich vornehmlich auf Japans neue Energiestrategie konzentrieren, die einen klaren Fokus auf Wasserstoff aufweist, auf Strategien zum Import von Wasserstoff, auf den Toyota *Mirai* sowie Hondas BZ-Fahrzeug (hoffentlich gibt es Ride-&-Drive-Angebote) und auf die Pläne für *Olympia 2020*. Mit dem japanischen Investment in Forschungs- und Entwicklungsarbeiten für Wasserstoff in Höhe von jährlich einigen hundert Millionen Euro und mit namhaften Unternehmen, die sich jetzt im BZ-Segment engagieren, wird die Show mit relativ großer Sicherheit weiter wachsen. ||

JAPANS HAUSHALTSPLAN 2016

Japans staatliches Budget für Forschung und Entwicklung im Finanzjahr 2016, das zum 1. April 2016 startet, beläuft sich auf 37,1 Mrd. Yen (285 Mio. Euro), so steht es in einem kürzlich veröffentlichten Bericht von Technova, einem japanischen Beratungsunternehmen für fortschrittliche Technologien. Dieser Betrag schließt unter anderem die Weiterführung der Förderung für das erfolgreich verlaufende *Ene-Farm*-Programm für Brennstoffzellenheizgeräte mit ein, im Rahmen dessen in diesem Jahr voraussichtlich 50.000 Installationen vorgenommen werden. Dieses Programm war ursprünglich nur bis Ende 2015 eingeplant, wurde aber aufgrund des großen Erfolgs sowie der strategischen Zusicherung seitens der Regierung, BZ-Heizgeräte weiter unterstützen zu wollen, um wahrscheinlich mindestens ein Jahr verlängert.

Ein weiteres wesentliches Programm beinhaltet die Unterstützung zum Aufbau von Wasserstofftankstellen: Die Regierung verfolgt das Ziel, die Gesamtzahl der H_2-Stationen auf 100 zu erhöhen. Darüber hinaus werden die Aktivitäten im Bereich des Massenversands von Wasserstoff weiter verstärkt, wohingegen die Ausgaben für weitere F&E-Maßnahmen im Bereich Wasserstoff zurückgehen werden.

Diese Zahlen beinhalten nicht die direkten Fördermaßnahmen für den Kauf von Brennstoffzellenfahrzeugen in Höhe von 2 Mio. Yen pro Auto. Wenn man davon ausgeht, dass im nächsten Jahr 1.500 FCEV in Japan verkauft werden, was einer realistischen Schätzung angesichts der Nachfrage nach dem Toyota *Mirai* sowie Hondas neu designtem, in 2016 erwartetem *Clarity* entspricht, dürften die Kosten allein für dieses FCEV-Programm 3 Mrd. Yen (23 Mio. Euro) erreichen. ||

Autor: Robert Rose, übersetzt von Sven Geitmann

28 H_2-STATIONEN IN SÜD-JAPAN

Nach aktuellem Stand befinden sich derzeit auf den japanischen Inseln insgesamt 81 H_2-Stationen in Betrieb, im Bau oder in Planung, inklusive mobiler Betankungsstationen, wobei allein 37 in der Metropolregion Tokyo stehen. Die restlichen Standorte verteilen sich über den Süden Japans bis hinüber nach Fukuoka und Saga im Südwesten. Zum 1. Oktober 2015 befanden sich insgesamt 28 Anlagen in Betrieb. Der neue Zieltermin für den Abschluss des Ausbaus weiterer Wasserstofftankstellen im Süden Japans ist jetzt März 2016, wie *HySUT* (Research Association of Hydrogen Supply/Utilization Technology), ein Zusammenschluss japanischer Unternehmen, die die erste H_2-Tankstellengeneration entwickelten, verkündete. Weiterhin erklärte *HySUT*, dass es Koordinierungsaufgaben im Sinne der Autoindustrie übernehmen und voraussichtlich noch über mindestens zwei Jahre hinweg schwerpunktmäßig technische Aspekte (z. B. Tankstellen-Performance, neue Techniken) analysieren werde. Darüber hinaus kümmert sich die Initiative um die Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter sowie die Sammlung von Daten und Nutzererfahrungen. Ihre Aufgabe beinhaltet zudem die Erarbeitung geeigneter Fördermaßnahmen, um die Nachfrage nach FCEV anzuregen.

BEZEICHNUNG	FINANZJAHR 2016	FINANZJAHR 2015
Marktunterstützung	**177 Mio. Euro**	**-**
- Zuschuss für Ene-Farm	129 Mio. Euro	169 Mio. Euro
- Zuschuss für H_2-Infrastruktur	47 Mio. Euro	73 Mio. Euro
F&E für Wasserstoff	**106 Mio. Euro**	**90 Mio. Euro**
- F&E für Wasserstoff	34 Mio. Euro	31,5 Mio. Euro
- F&E für Wasserstoff-Transport	26 Mio. Euro	16 Mio. Euro
- F&E für innovative H_2-Speicher und -Bereitstellung	13 Mio. Euro	127 Mio. Euro

Quelle: METI über Technova

Abb. 1: La Poste fährt mit H_2-Transportern von Renault [Quelle: Renault]

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

FRANKREICH AUF DEM WEG ZUR ENERGIEWENDE

Die Grande Atomstrom-Nation orientiert sich neu

Gerade noch war Frankreichs Hauptstadt Paris Gastgeber der Weltklimakonferenz *COP21*. Auch wenn Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie dort nicht explizit auf der Agenda standen, so ist davon auszugehen, dass viele der rund 40.000 Teilnehmer – von Regierungsvertretern über Wirtschaftsverbände und Gewerkschaften bis hin zu Umweltorganisationen und kirchlichen Einrichtungen – inzwischen ein grundsätzliches Verständnis für diese Technologie und ihr Potenzial im Kampf gegen den Klimawandel entwickelt haben.

Die vertragliche Berücksichtigung von regenerativ erzeugtem Wasserstoff und seine Nutzung in hocheffizienten Brennstoffzellensystemen zugunsten einer weltweit nachhaltigeren und klimafreundlicheren Energieversorgung und Mobilität sind bis auf weiteres nicht zu erwarten. Dafür sind die Interessenlagen sowie die politischen, technischen und gesellschaftlichen Voraussetzungen in den 195 UN-Mitgliedstaaten viel zu unterschiedlich. Dennoch, in den Industrienationen nimmt der politische und gesellschaftliche Druck, Lösungen zu entwickeln, zu.

Auch in Frankreich, dem Land des Atomstroms, zeichnet sich ein Wandel beim Thema Energieversorgung ab. Unter Präsident François Hollande hat die französische Regierung seit 2013 verschiedene Initiativen gestartet und Gesetzesänderungen auf den Weg gebracht, die die Wirtschaft des Landes zukunftsfähig und den kompletten Energiesektor „grüner“ machen sollen.

RE-INDUSTRIALISIERUNG UND ERNEUERBARE ENERGIEN

Die nationale Strategie zur Re-Industrialisierung Frankreichs *(Nouvelle France Industrielle, NFI)*, die die französische Regierung bereits 2013 auf den Weg gebracht hat, setzt unter anderem einen Schwerpunkt auf umweltfreundliche Mobilität. Den Themen Batterie und Wasserstoff wird darin eine zentrale Rolle zugewiesen. Unter anderem werden darin folgende konkreten Ziele definiert: Aufbau von 20.000 zusätzlichen öffentlichen Ladepunkten für batterieelektrische Fahrzeuge bis Ende 2016; Verringerung der CO_2-Emissionen um 30 Prozent bei Neufahrzeugen, die in Frankreich bis 2021 produziert werden; Aufbau von zwei Industriezentren für Batterien und Wasserstoff bis 2017 sowie die Schaffung von bis zu 25.000 Arbeitsplätzen bis zum Jahr 2030 im Bereich Energiespeicherung.

Im Frühjahr 2015 wurde darüber hinaus das Gesetz zur Energiewende *(La Loi de Transition Énergétique)* verabschiedet, in dem Wasserstoff als wesentlicher Energieträger und -speicher innerhalb eines auf erneuerbaren Energien basierenden Energiesystems definiert wurde. Mit diesem Gesetz hat Frankreich auch den Grundstein für den Auf- und weiteren Ausbau der Wasserstoffinfrastruktur gelegt. Die Pläne dafür hat das Konsortium *H2 Mobilité France* inzwischen vorgestellt. Dieses Konsortium besteht aus französischen Partnern aus der Industrie, der Wissenschaft, den Kommunen sowie dem nationalen Wasserstoffverband AFHYPAC (Association Français pour l‘Hydrogène et Piles à Combustible) und dem europäischen FCHJU. Gefördert und unterstützt wird das Konsortium durch das französische Umweltministerium und die französische Umwelt- und Energieagentur ADEME.

FRANKREICH BAUT H_2-CLUSTER

Die Pläne für den H_2-Infrastrukturausbau basieren auf den Ergebnissen und Erfahrungen, die Frankreich zwischen 2012 und 2014 im Rahmen des europäischen *HIT*-Projekts (Hydrogen Infrastructure for Transport) zusammen mit Schweden, Dänemark und den Niederlanden gemacht hat. Alle vier Länder haben nationale Aufbaupläne für Wasserstoffinfrastrukturen entwickelt, die im Rahmen des Projektes abgestimmt und synchronisiert wurden, um einen koordinierten, grenzüberschreitenden H_2-Tankstellenaufbau entlang der Hauptverkehrsachsen in Europa zu ermöglichen.

Frankreich hat für seinen nationalen Aufbauplan aus wirtschaftlichen Erwägungen einen Cluster-Ansatz gewählt. Dies bedeutet, dass erst in einzelnen Städten und Ballungszentren Tankstellen installiert werden, die zunächst vorwiegend zur Versorgung lokaler und regionaler Fahrzeugflotten dienen. Als Ausgangs-Cluster wurden die Regionen Normandie, Rhône-Alpes und Franche-Comté definiert. Die Tankstellen in den Clustern werden dann in einem zweiten Schritt über Korridore entlang zentraler Verkehrsachsen miteinander verbunden. Dabei wird auch die wasserstofftechnische Anbindung an die Nachbarländer berücksichtigt.

ELEKTROAUTOS MIT BZ-RANGE-EXTENDER Um Kosten und Risiko für die Flottenbetreiber zu reduzieren, kommen batterieelektrische Fahrzeuge wie beispielsweise der Renault *Kangoo ZE* zum Einsatz. Sie werden mit einem Range-Extender-System auf Brennstoffzellensystembasis des französischen Herstellers Symbio FCell ausgestattet, um so ihre Reichweite zu vergrößern. Die Fahrzeugkosten bleiben so niedriger als bei rein brennstoffzellenelektrischen Fahrzeugen, da Brennstoffzellensystem und Wasserstofftank nicht so groß ausgelegt werden müssen. Dies gilt auch für die Infrastrukturkosten, weil für den Clusterbetrieb vorerst kleinere Tankstellen ausreichen. Hauptpartner und größter Flottenbetreiber ist die französische Post *La Poste*.

Die nationale Planung sah für Frankreich 2015 den Aufbau von 15 H_2-Tankstellen und den Betrieb von 200 Fahrzeugen vor, die 2016 bereits auf 30 H_2-Tankstellen und 1.000 Fahrzeuge erweitert werden sollen. Ergänzt werden diese Pläne durch Infrastruktur-Aufbaupläne der europäischen *Initiative Hydrogen Mobility Europe (H2ME)*, in der Frankreich Mitglied ist. Diese Initiative wurde im Sommer 2015 mit dem Ziel gegründet, in Europa ein länderübergreifendes Wasserstofftankstellennetz aufzubauen und Brennstoffzellenfahrzeuge auf den Markt zu bringen. Sie geht unter anderem auf die Vereinbarung über eine Zusammenarbeit im Bereich des (grenzüberschreitenden) Aufbaus von H_2-Tankstellen zurück, die der französische Wirtschafts- und Industrieminister Emmanuel Macron und der deutsche Wirtschafts- und Energieminister Sigmar Gabriel im Rahmen der deutsch-französischen Regierungskonsultationen Ende März 2015 getroffen haben.

Der Initiative *H2ME* haben sich neben Frankreich auch Deutschland, Großbritannien, Island und die skandinavischen Länder Schweden, Norwegen und Dänemark angeschlossen. Die Niederlande, Belgien und Österreich unterstützen das europäische Engagement als Beobachter. *H2ME* hat sich das konkrete Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2019 200 BZ-Fahrzeuge sowie 125 Lieferwagen mit Brennstoffzellen als Range-Extender auf die Straße zu bringen und 29 neue H_2-Stationen in den beteiligten zehn Ländern aufzubauen. Dieser Plan ist wiederum eng verbunden mit den jeweils nationalen Markteinführungsstrategien.

FRANZÖSISCHE POWER-TO-GAS-PROJEKTE Abgesehen von den Aktivitäten im Bereich der mobilen Anwendungen hat Frankreich auch die Weichen dafür gestellt, Wasserstoff in der Energieversorgung zu verankern. Um den steigenden Anteil von regenerativem Strom (zwischen)speichern zu können, setzt auch Frankreich auf Wasserstoff im Power-to-Gas-Ansatz. Die Machbarkeit wurde in verschiedenen Projekten wie *GRHYD* (Gestion des Réseaux par l'Injection d'Hydrogène pour Décarboner les Énergies) in Dünkirchen oder dem Projekt *MYRTE* (Mission Hydrogène Renouvelable pour l'Integration au Résau Electrique) auf Korsika

Abb. 2: François Hollande auf der Weltklimakonferenz *COP21* [Quelle: Présidence de la République]

aufgezeigt. Bis zum Jahr 2017 soll eine erste Pilotanlage im Megawatt-Bereich aufgebaut werden. Beteiligte sind unter anderem die Energieversorger Engie (bis vor kurzem noch GDF Suez), der Energieanlagenhersteller Areva und der Betreiber des französischen Gasnetzes GrDF. ||

Autorin: Alexandra Huss

SOLVICORE WIRD GREENERITY

Umicore und Solvay, die ehemaligen Mutterunternehmen von SolviCore GmbH & Co. KG, haben ihr gemeinsames Joint Venture im Juli 2015 an den japanischen Chemiekonzern Toray Industries verkauft. Mit Wirkung vom 1. Januar 2016 wurden die Geschäfte auf die Greenerity GmbH, eine 100%ige Toray-Tochter, übertragen. SolviCore war im Jahr 2006 als Spezialist für Membran-Elektroden-Einheiten (MEAs) gegründet worden. Der bisherige Sitz in Hanau-Wolfgang soll mit all seinen Mitarbeitern weiterhin bestehen bleiben. ||

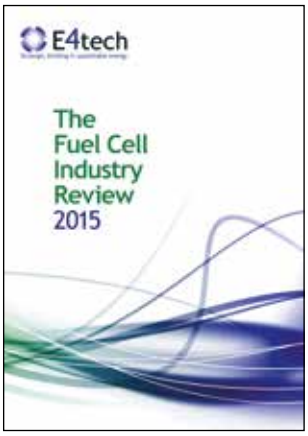
INTERNATIONAL NEWSLETTER
ABOUT HYDROGEN AND FUEL CELLS
NEW
Get your early bird discount and save 25 %
www.h2-international.com
H2 INTERNATIONAL NEWSLETTER FOR HYDROGEN AND FUEL CELLS international

Thema: International | **Autoren:** Franz Lehner, David Hart

DER BRENNSTOFFZELLENMARKT WÄCHST

Fuel Cell Industry Review von E4tech

Im November 2015 wurde der *Fuel Cell Industry Review 2015* mit Marktdaten und Analysen für 2015 veröffentlicht. Seit 2014 kontaktiert ein Team um E4tech dafür weltweit Brennstoffzellenfirmen, aggregiert deren Lieferzahlen und zeigt Entwicklungen in der Branche auf, so wie es im Vorfeld *Fuel Cell Today* bis zur Beendigung seiner Aktivitäten getan hat. Im Folgenden werden einige Auszüge aus dem Review vorgestellt.



Die Zahl der ausgelieferten Brennstoffzellensysteme liegt in 2015 mit etwa 70.000 Stück nur leicht über der der beiden Vorjahre. Allerdings hat sich ihre Leistung gemessen in Megawatt gegenüber dem Vorjahr nahezu verdoppelt (s. Abb. 2). Die Zahlen für 2015 schließen eine Prognose für die letzten Monate ein, weshalb hierfür ein Fehlerbalken eingefügt wurde. Für die Unsicherheiten sind hauptsächlich die Markteinführung von neuen USB-Ladegeräten zum Jahresende, insbesondere der Firma MyFC, sowie der dynamische Zuwachs bei Brennstoffzellenautos verantwortlich.

Bei stationären BZ-Anwendungen dominieren gemessen an der gelieferten Leistung erneut die Hersteller FuelCell Energy, Bloom Energy und in 2015 zunehmend auch Doosan Fuel Cell America. Letztere Firma konnte insbesondere in Südkorea große Aufträge verbuchen. Weiterhin ist die Zahl der Mini-BHKW (BZ-Heizgeräte) im japanischen *Ene-Farm*-Programm weiter gewachsen.

Im Transportbereich ist der starke Zuwachs gemessen in Megawatt in erster Linie auf die Einführung des Toyota *Mirai* und steigende Stückzahlen bei Hyundais *Tucson ix35* zurückzuführen. Dies überrascht nicht, denn bereits zehn BZ-Autos bringen zusammen ein Megawatt auf die Waage. Neben den voraussichtlich 1.000 neuen BZ-Autos in 2015 spielen BZ-Range-Extender für kommerzielle Lieferfahrzeuge in Frankreich eine wachsende Rolle (s. auch S. 44). Gemessen in Stückzahlen dominieren im Transportbereich nach wie vor die BZ-Flurförderfahrzeuge, wobei Plug Power hier weiteres Wachstum vermeldete. Zudem tritt 2016 mit Nuvera, die von NACCO Materials Handling übernommen wurde, ein weiterer Mitbewerber mit großen Plänen in den Markt für BZ-Gabelstapler ein.

Im Bereich der tragbaren BZ-Systeme konnten die Erwartungen aus der Vergangenheit an USB-Ladegeräte mit Brennstoffzellen nicht erfüllt werden. Der Start neuer Produkte der Firmen MyFC aus Schweden und eZelleron aus Deutschland lässt auf wieder steigende Zahlen in diesem Segment für 2016 hoffen. Weiterhin erfolgreich waren in 2015 dagegen mobile beziehungsweise tragbare BZ-Geräte zur netzfernen Stromversorgung im Freizeitbereich (z. B. Camping) sowie für Messtechnik und weitere industrielle Anwendungen. Ebenfalls weiter gefragt sind tragbare Brennstoffzellen in militärischen Anwendungen, insbesondere in den USA.

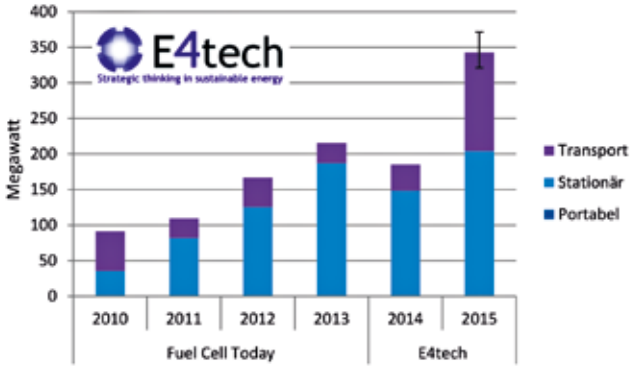


Abb. 2: Jährlich ausgelieferte BZ-Leistung nach Anwendungsart 2010 bis 2015 (Megawatt) [Quelle: E4tech]

VORSICHTIG POSITIVER AUSBLICK AUF 2016 Ungeachtet des starken Zuwachses in 2015 stützt sich ein großer Teil des BZ-Marktes weiterhin auf direkte oder indirekte Fördermaßnahmen. Insbesondere zählen dazu das „Self-Generation Incentive Programme“ in Kalifornien und der „Renewables Portfolio Standard“ in Südkorea. Auch in Japan ist der Markt für BZ-Heizgeräte nach weit über 150.000 installierten Einheiten noch immer kein Selbstläufer. Eine weitere Verlängerung der dortigen Förderung wird erwartet. Für die europäischen Hersteller von BZ-Heizgeräten könnte das für Anfang 2016 in Deutschland angekündigte Förderprogramm zur breiten Markteinführung zwar zunächst den lang ersehnten Anschub bringen, ob die dadurch geförderten Stückzahlen aber ausreichen werden, um mittelfristig zu wettbewerbsfähigen Kosten zu gelangen, muss sich erst noch zeigen.

Spezielle Märkte, in denen Brennstoffzellen bereits weitgehend ohne Förderung auskommen (z. B. Flurförderfahrzeuge und netzferne bzw. netzunterstützende Anlagen) werden sich voraussichtlich weiter positiv entwickeln. Daneben könnte China dank einer speziellen Förderung bei BZ-Bussen bereits 2016 im Handumdrehen zum Leitmarkt werden. Nicht zuletzt dank Toyotas aufwendiger Werbekampagne bestimmten BZ-Autos die Branchennachrichten in 2015 und veränderten zugleich auch messbar die BZ-Industrie. Automobilhersteller werden mit BZ-Autos in den kommenden Jahren noch keine Gewinne einfahren, aber sie verhelfen dieser Technologie gezielt in den Markt, um sich so für immer schärfere Emissionsgrenzen zu wappnen. ||

Gesamtbericht mit Lieferzahlen, Datentabellen, Analysen und Kommentaren als kostenloses Download: www.FuelCellIndustryReview.com

Literatur:
D. Hart, F. Lehner, R. Rose, J. Lewis; The Fuel Cell Industry Review 2015. Nov. 2015

Autoren:
Franz Lehner → franz.lehner@e4tech.com
David Hart → david.hart@e4tech.com
beide E4tech, Lausanne/Schweiz

TERMINKALENDER

FEBRUAR

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

04.-05.02. HyVolution
Konferenz, Paris/Frankreich, AFHYPAC, Tel. +33-1-535902-11, Fax -29,
www.hyvolution.fr

10.02. Brennstoffzellen-Elektromobilität im Schienenverkehr
Symposium, Berlin, NOW,
Tel. 030-3116116-15,
www.now-gmbh.de

11.02. CAR-Symposium
Konferenz, Bochum, Center Automotive Research, Tel. 0203-379-1111,
Fax -4157, *www.car-symposium.de*

16.-17.02. Zulassung – Zertifizierung – Normung
Workshop, Duisburg, ZBT,
Tel. 0203-75982-190, Fax -222,
www.next-energy.de

16.-18.02. E-world energy & water
Messe, Essen, E-world energy & water GmbH, Tel. 0201-1022-210, Fax -333,
www.e-world-essen.com

17.-18.02. Transport von Lithium-Batterien
Seminar, Ulm, WBZU, Tel. 0731-17589-21, Fax -10, *www.wbzu.de*

18.-19.02. Symposium E2 Fliegen
Symposium, Stuttgart, DLR,
Tel. 0711-6862-513, Fax -712,
www.dlr.de/tt/

21.-26.02. Symposium Hydrogen & Energy
Konferenz & Messe, Nanokahara/Japan, EMPA, Tel. +41-58-7654038,
www.hesymposium.ch

MÄRZ

01.-02.03. Forum ElektroMobilität – Kongress
Kongress, Berlin, Forum ElektroMobilität, Tel. 030-2404745-8, Fax -9,
www.forum-elektromobilitaet.de

02.-04.03. FC Expo & Battery Japan
Messe, Tokio/Japan,
Reed Exhibitions Japan Ltd.,
Tel. +81-3-334985-76, Fax -35,
www.fcexpo.jp/en/

08.-09.03. Elektromobilität vor Ort
Konferenz, Aachen, NOW,
Tel. 030-3116116-15,
www.now-gmbh.de

10.03. Marktplatz Zulieferer
Workshop, Berlin, NOW,
Tel. 030-3116116-15,
www.now-gmbh.de

11.-12.03. Transport von Lithium-Batterien
Seminar, Ulm, WBZU, Tel. 0731-17589-21, Fax -10, *www.wbzu.de*

14.-18.03. CeBIT
Messe, Hannover, Deutsche Messe AG,
Tel. 0511 89-0, Fax -32626,
www.cebit.de

15.-17.03. IRES
Konferenz, Düsseldorf, Eurosolar,
Tel. 0228-36-2373, Fax -1279,
www.eurosolar.org

15.-17.03. Energy Storage Europe
Konferenz & Messe, Düsseldorf,
Messe Düsseldorf,
Tel. 0211-4560-01, Fax -900,
www.energy-storage-online.de

16.03. Conference Power-to-Gas
Konferenz, Düsseldorf, OTTI,
Tel. 0941-29688-37, Fax -17,
www.otti.de

16.-20.03. e-mobility-world
Messe, Friedrichshafen,
Messe Friedrichshafen,
Tel. 07541-708-376, Fax -2376,
www.e-mobility-world.de

19.-20.03. Hypac Expo
Messe, Nantes/Frankreich, Bees,
Tel. +33-974747868, Fax -481916211,
www.hypac-expo.com

21.-24.03. International Battery Seminar & Exhibit
Konferenz & Messe, Fort Lauderdale/USA, Florida Educational Seminars,
Tel. +1-561367-0193, Fax -8429,
www.powersources.net

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

31.03.-03.04. auto motor und sport i-Mobility
Messe, Stuttgart,
Landesmesse Stuttgart GmbH,
Tel. 0711-18560-2656, Fax -701,
www.i-mobility.mobi

APRIL

11.-13.04. Berliner Energietage
Messe & Konferenz, Berlin,
Berliner ImpulsE,
Tel. 030-2014308-04, Fax -10,
www.berliner-energietage.de

12.-13.04. new mobility
Messe & Kongress, Leipzig,
Leipziger Messe GmbH,
Tel. 0341-678-0, Fax -8762,
www.new-mobility-leipzig.de

13.-14.04. Fuel Cell Science & Technology
Konferenz, Glasgow/United Kingdom,
Elsevier – Grove,
www.fuelcelladvances.com

16.-17.04. Fahrzeugschau Elektromobilität
Messe, Bad Neustadt a.d. Saale,
Stadt Bad Neustadt,
Tel. 09771-9106103,
www.m-e-nes.de

18.-21.04. Fuel Cells and Hydrogen
Seminar, Ulm, WBZU,
Tel. 0731-17589-21, Fax -10,
www.wbzu.de

18.-22.04. Energy Storage World Forum
Konferenz, Berlin, Dufresne,
Tel. +65-624-30050, Fax -57232,
www.energystorageforum.com

25.-29.04. Hannover Messe
Messe, Hannover, Deutsche Messe,
Tel. 0511 89-0, Fax -32626,
www.hannovermesse.de

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

26.-27.04. Kraftwerk Batterie
Konferenz, Aachen,
Haus der Technik,
Tel. 0201-1803-211, Fax -280,
www.kraftwerk-batterie.de

26.-27.04. EID-Kraftstoff-Forum
Konferenz, Hamburg,
SV-Veranstaltungen,
Tel. 08191-125-506, Fax -97506,
www.eid-aktuell.de/9-eid-kraftstoff-forum/

27.-28.04. Electric Vehicles Europe
Konferenz, Berlin, IDTechEx,
Tel. +44-1223-812300,
www.idtechex.com

FIRMENVERZEICHNIS

BERATUNG & PLANUNG

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

H2Gate,
Katharinenstr. 30a, 20457 Hamburg,
Tel. 040-43218899,
www.h2gate.de

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

BETANKUNGSTECHNIK

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

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

BRENNSTOFF- UND LUFTVERSORGUNG

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

BRENNSTOFFZELLEN

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

FuelCell Energy Solutions GmbH,
Winterbergstr. 28, 01277 Dresden,
Tel. 0351-2553739-0, Fax -1, *www.fces.de*

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

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

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

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

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

ELEKTROLYSEURE

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

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

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

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

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

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

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

ENERGIESPEICHERUNG

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

FORSCHUNG & ENTWICKLUNG

DLR Institut für Technische Thermodynamik,
Pfaffenwaldring 38-40, 70569 Stuttgart,
Tel. 0711-6862-346, Fax -747,
www.dlr.de/tt

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE,
Heidenhofstr. 2, 79110 Freiburg/Br.,
Tel. 0761-4588-5208, Fax -9000,
www.h2-ise.de

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

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

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

Zentrum für BrennstoffzellenTechnik ZBT gGmbH,
Carl-Benz-Str. 201, 47057 Duisburg,
Tel. 0203-7598-0, Fax -2222,
info@zbt-duisburg.de,
www.zbt-duisburg.de

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW),
Helmholtzstr. 8, 89081 Ulm,
Tel. 0731-9530-0, Fax -666,
info@zsw-bw.de, www.zsw-bw.de

MESSDATENMANAGEMENT UND MONITORING

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

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

MESS- UND REGELUNGSTECHNIK

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

neo hydrogen sensors GmbH,
Hersteller von Wasserstoffsensoren, Bussardweg 12, 41468 Neuss, Tel. 02131-1332409, Fax -6629600, *www.neohysens.de*

ORGANISATION

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

PRÜFTECHNIK

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

BESTELL-FORMULAR

[ ] **Hiermit bestelle ich *HZwei* – das Magazin für Wasserstoff und Brennstoffzellen.**

Das Abonnement gilt für ein Jahr und kostet 30,00 Euro inklusive Mehrwertsteuer zuzüglich 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

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

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

SERVICE & INSTANDHALTUNG

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

SPEICHERTECHNIK

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

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

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

SYSTEMINTEGRATION

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

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

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

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

22th Group Exhibit Hydrogen + Fuel Cells + Batteries,
HANNOVER MESSE 2016, 25.-29. April, Tobias Renz FAIR
Tobias Renz, *tobias@h2fc-fair.com, www.h2fc-fair.com*

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

VEREINE & VERBÄNDE

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

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

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

H2BZ-Initiative Hessen e.V.,
Konradinerallee 9, 65189 Wiesbaden,
Tel. 0611-95017-8959,
info@h2bz-hessen.de, www.h2bz-hessen.de

h2-netzwerk-ruhr,
Doncaster-Platz 5, 45699 Herten,
info@h2-netzwerk-ruhr.de, www.h2-netzwerk-ruhr.de

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

WEITERBILDUNG

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

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

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

ZULIEFERER

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

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

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

Buschjost GmbH, 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*

FuMA-Tech Gesellschaft für funktionelle Membranen und Anlagentechnologie mbH, Carl-Benz-Str. 4, 74321 Bietigheim-Bissingen, Tel. 07142-3737-900, Fax -999, *www.fumatech.de*

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

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

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

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

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

FIRMEN-EINTRAG

Eintrag ins HZwei-Firmenverzeichnis. Unser Eintrag (ca. 150 Zeichen) soll in den 4 jährlichen Print-Ausgaben und online unter www.hzwei.info/firmen erscheinen. Die Kosten von 120 Euro (zzgl. MwSt.) pro Rubrik beinhalten als Beleg ein HZwei-Abonnement. Ein Premium-Eintrag mit Logo kostet zusätzlich 100 Euro pro Ausgabe.

Firma

Adresse

Tel., Fax, Internet

Rubrik:

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

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

WASSERSTOFF –
DIE FRISCHE ENERGIE
„Mein Treibstoff für den Klimaschutz:
Wasserstoff und Brennstoffzellen.“
Hannes Jaenicke,
deutscher Schauspieler, Autor und Umweltschützer
Emissionsfrei Auto fahren? Und in den eigenen vier Wänden Energie effizient nutzen? Wasserstoff und Brennstoffzelle machen's möglich. Die Initiative „Wasserstoff Brennstoffzelle Deutschland“ sagt deshalb:
www.energie-fuer-immer.com
WASSERSTOFF +
BRENNSTOFFZELLE
Energie für immer