Hydrogeit Verlag / www.hzwei.info / 13. Jahrgang / April 2013 / 8 €

Hzwei

DAS MAGAZIN FÜR WASSERSTOFF UND BRENNSTOFFZELLEN

→ E-FAHRZEUGE WERDEN ZUKÜNFTIG PER INDUKTION AUFGELADEN

→ NOW PRÄSENTIERT STUDIEN ÜBER WIND- UND BIO-WASSERSTOFF

04013
9 771862 393005

INHALTSVERZEICHNIS

2 Impressum

3 Editorial

4 Meldungen
Axthammer ist NOW-Geschäftsführer
Heliocentris ist jetzt eine Holding
H2Expo auf September 2014 gelegt
DWV fordert Markteinführungsprogramm

6 Leseecke
C. Kleber über Klima und Macht

7 Messen
Hannover Messe 2013 mit Putin
f-cell thematisiert Energielösungen

10 Hausenergie
Politischer Dialog gestartet

11 Energiespeicherung
Neuer Energiespeicher-Verband
NOW stellt Wind- & Bio-Wasserstoff-Studien vor
Herten erhält Wind-Wasserstoff-Anlage
Wird H_2 als Speicher überhaupt benötigt?

24 Entwicklung
Korrosionsschutz in Brennstoffzellen

27 Normung
Zertifizierungs-Workshop in Duisburg

28 International
Meldungen aus Übersee

30 Weiterbildung
Zu Besuch im Veltener Gymnasium

31 Elektromobilität
Daimler wartet auf 2017
BMW kooperiert mit Toyota
Induktion als Option zur Akkuladung
Interview mit J. Desjardins, Bombardier
Schaufenster-Serie: Berlin-Brandenburg
AutoTram: Halb Bus, halb Straßenbahn
Europa einigt sich auf Typ-2-Stecker

45 Terminkalender

46 Firmenverzeichnis

Quelle: Baxi Innotech

10 Serienreife BZ-Heizgeräte benötigen Anschubfinanzierung

Quelle: NOW

13 + 22 NOW diskutiert über Wind- & Bio-Wasserstoff-Studien

Quelle: IAV

34 Elektrofahrzeuge werden zukünftig induktiv aufgeladen

IMPRESSUM HZwei

ISSN: 1862-393X
Jahrgang: 13. (2013) / April 2013

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

Sitz: Oberkrämer
USt!D.: DE 221143829

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

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

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

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

Einzelpreis (Inland): 8 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 2,00 € Versand)
Jahrespreis (Inland): 27,50 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 6,50 € Versand)
Einzelpreis (Europa): 8 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 3,50 € Versand)
Jahrespreis (Europa): 27,50 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 12,50 € Versand)

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

Bank: Mittelbrandenburgische Sparkasse
Konto-Nr.: 3705002189
Bankleitzahl: 16050000
IBAN: DE37160500003705002189
BAC: WELADED1PMB

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

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

H_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:
Aufladung eines Elektroautos per Induktion – die Zukunft
[Quelle: Conductix Wampfler]

ZEITSPIEL

Liebe Leserinnen und Leser!

Zeit ist vergänglich – und relativ. Meist merken Menschen erst im Nachhinein, wie schön das Vergangene war. Dann ist es jedoch in der Regel zu spät, um es noch ausreichend genießen zu können. Viele Menschen verschätzen sich zudem, wie viel Zeit noch für bestimmte Dinge bleibt. Entweder man ist viel zu früh oder aber man kommt heillos zu spät. Sorgloser Umgang mit der Zeit führt außerdem dazu, dass man zunächst meint, endlos Zeit zu haben. Dann kommt aber der Punkt, an dem die Zeit drängt, weil sie knapp wird, bis letzten Endes die Zeit vergangen ist. Im Endeffekt hat dann kaum noch jemand Zeit für irgendwas. Kein Wunder also, dass Zeit auch bei der Einführung der H_2- und BZ-Technik sowie bei der E-Mobilität eine überaus wichtige Rolle spielt.

Betrachten wir einmal ganz allgemein den Werdegang eines Produktes: Zunächst muss es erdacht, entwickelt und erprobt werden. Dann folgt die Erarbeitung einer Marketingstrategie, der Markteintritt und die Vermarktung, bis das Produkt irgendwann von einem neueren, besseren Nachfolger ersetzt wird. Sind Produkt und Timing gut, dann ist der Vorlauf kurz und der Nachlauf lang. Auf eine relativ kurze Entwicklungszeit folgt also eine lange Vertriebsdauer, was minimale finanzielle Aufwendungen und maximale Erlöse bedeutet. Es kann aber auch andersherum eintreten: langwierige Forschungsphase bei kurzer Vermarktungsdauer. Kommt dann noch hinzu, dass der Zeitpunkt des Markteintritts falsch gewählt wurde oder sich der Kundenbedarf nach einer langwierigen F&E-Phase verschoben hat, wird das Produkt zum Flop.

Wirklich geflopt hat bisher in der H_2-, BZ- und E-Auto-Branche kaum etwas. Kein Wunder, es gibt ja auch noch (fast) keine marktreifen Produkte. Wir sind aber jetzt an einem Punkt angelangt, an dem man sich über derlei Marktmechanismen Gedanken machen sollte, denn schließlich rückt in etlichen Bereichen die Marktreife näher.

BZ-Heizgeräte beispielsweise gelten als technisch ausgereift. Trotzdem sind aber bisher kaum welche auf dem deutschen Markt (s.S. 10). Die Frage ist daher, wie sich dies ändern ließe: Marketingkampagne, Vertriebspartnerschaft, Markteinführungsprogramm. Welche Strategie ist die richtige? Und wann ist für welches Instrument der richtige Zeitpunkt? Was kann Deutschland eventuell auch von anderen Ländern lernen (s.S. 5), damit die Fehler anderer Branchen aus der Vergangenheit nicht wiederholt werden?

Vor ähnlichen Herausforderungen steht die Autobranche. Hier heißt es einerseits, die deutschen Konzerne spielten weiterhin auf Zeit, indem der Markteintritt von BZ-Autos zum wiederholten Male verschoben wird (s.S. 32), andererseits halten diese dem entgegen, nur über neue Kooperationsmodelle sei eine Kommerzialisierung überhaupt realisierbar. Das Henne-Ei-Problem bleibt dabei aber immer noch ungelöst.

Ein großes Zeitproblem gibt es momentan in der E-Auto-Branche: Ziemlich genau zwölf Monate sind seit der offiziellen Verkündung der vier Schaufensterregionen vergangen, die meisten Schaufenster sind aber immer noch leer (s.S. 39). Anhaltende Probleme bei der Genehmigung einzelner Teilprojekte verhindern den Start angegliederter Vorhaben und führen so zu Verzögerungen. Bei etlichen Akteuren klingt ebenso wie beim Berliner Bürgermeister Klaus Wowereit Ungeduld an. Es müsse mehr Tempo gemacht werden, heißt es von allen Seiten.

Die NPE hat ebenso mit der Zeit zu kämpfen wie die NIP-Verantwortlichen: Prof. Henning Kagermann beschwichtigt zwar offiziell, noch seien die selbst gesteckten Ziele erreichbar (s.S. 9). Aber der Unmut in der E-Mobility-Branche und bei den potentiellen Kunden wächst ebenso wie bei Staatssekretär Rainer Bomba, der mit dem NIP-Werdegang gar nicht zufrieden ist (s.S. 10). Er drängte zum wiederholten Mal auf konkrete Ergebnisse. Auch Werner Diwald erklärte erst jüngst: „Wir haben bisher noch nicht viel erreicht." Er wandte sich daher direkt an die Politik und sagte: „Die Wirtschaft ist bereit. Wir warten darauf, etwas zu tun."

Es ist daher gut, dass endlich ein Dialog zwischen Forschung, Wirtschaft und Politik begonnen hat, um offen das bisher Erreichte sowie den weiteren Werdegang zu diskutieren. Es ist Zeit, eine Zwischenbilanz zu ziehen, damit über etwaige weitere politische Maßnahmen gesprochen werden kann. Ansonsten heißt es nämlich am Ende wieder: Die Zeit ist abgelaufen! ||

Herzlichst

Sven Geitmann
HZwei Herausgeber

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

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

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

DWV
Deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband

Wasserstoff aus Wind und Biomasse: Studien im Auftrag von NOW vor der Fertigstellung ... Hannover: die Wasserstoff-Welt trifft sich wieder auf der Messe ... Europäische Kommission will Ausbau der Tankstellen-Infrastruktur für Wasserstoffautos ...

NEUER NOW-GESCHÄFTSFÜHRER

Wolfgang Axthammer

Nun ist es offiziell: Wolfgang Axthammer ist zum neuen Geschäftsführer der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie ernannt worden. Nachdem der Programmleiter für Spezielle Märkte diesen Posten an der Seite von Dr. Klaus Bonhoff nach dem Ausscheiden von Kai Klinder (s. HZwei-Heft Okt. 2011) bereits kommissarisch übernommen hatte, ist er bereits seit dem 12. Dezember 2012 auch verantwortlich für die kaufmännische Leitung der Gesellschaft. Der gelernte Feinmechaniker, der zudem Diplome für Product Engineering sowie als Umweltingenieur besitzt, arbeitete mehrere Jahre als Unternehmensberater, Marketingleiter und Geschäftsführer sowie als Projektmanager für das Brennstoffzellen-Bündnis Deutschland. Seit 2008 ist Axthammer bei der NOW GmbH tätig. ||

H2EXPO AUF 2014 VERSCHOBEN

Ursprünglich sollte die *H2Expo* noch in diesem Frühjahr stattfinden. Jetzt hat sich die Hamburg Messe und Congress GmbH jedoch entschieden, den Termin in den übernächsten Herbst zu schieben. Wie die Pressereferentin der Unternehmens gegenüber *HZwei* mitteilte, wird die *H2Expo* „mit neuem Format" vom 23. bis zum 26. September 2014 abgehalten. Bei der *9. Fachmesse für Wasserstoff, Brennstoffzellen, Energiespeicherung und Elektromobilität* kommt nach der E-Mobilität nun auch das Thema der Energiespeicherung mit ins Programm. Die *H2Expo* findet zeitgleich mit der erstmalig veranstalteten *WindEnergy Hamburg* auf dem Messegelände statt, gilt aber weiterhin als eigenständige Veranstaltung. Die Hamburg Messe erhofft sich nicht zuletzt durch das derzeit große Interesse an Wind-Wasserstoff eine wechselseitige Befruchtung beider Messen infolge dieser Zusammenlegung.

Brisanz erlangt diese Ankündigung durch den andauernden Zwist, der seit Monaten zwischen den beiden norddeutschen Messestandorten Hamburg und Husum ausgetragen wird: In Husum wird die *25. Husum WindEnergy* nach aktuellem Stand ebenfalls vom 23. bis 26. September 2014 stattfinden. Seit 2003 kooperiert die Messe Husum & Congress mit der Deutschen Messe AG sowie dem Bundesverband WindEnergie (BWE), die im jährlichen Wechsel mit Husum die internationale Leitmesse *Wind* auf der Hannover Messe ausrichten. Demgegenüber hat sich der Windenergie-Fachverband *Power Systems* des Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) mit der Hamburg Messe zusammengetan und terminierte die Premiere ihrer *WindEnergy Hamburg* auf die gleichen vier Tage. Ein in die Wege geleitetes Einigungsverfahren, das die beiden Veranstalter mit Hilfe eines Mediators zu einem gütlichen Kompromiss bringen sollte, scheiterte im September 2012. Die Windbranche sieht sich somit mit der Frage konfrontiert, welche dieser beiden Veranstaltungen besucht werden soll – sei es als Gast oder als Aussteller. ||

DWV FORDERT MARKTEINFÜHRUNGSPROGRAMM

André Martin will von Japan lernen

Auf seiner Jahrespressekonferenz hat der Deutsche Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband e.V. (DWV) ein „Markteinführungsprogramm für Brennstoffzellen, das den Aufbau der Infrastruktur beinhaltet", gefordert. Vorstandsmitglied André Martin kritisierte am 12. März 2013 in Berlin, dass in Deutschland zwar Geld für Forschung und Entwicklung ausgegeben würde, dass dann aber die nächsten Schritte fehlten. Anhand eines Vergleichs mit Japan zeigte er, welche Strategie dort angewandt wird. Er berichtete: „Anders als in Deutschland gibt es in Japan die New Energy and Industrial

Development Organisation (NEDO), die die Bemühungen von Industrie, Regierung, Forschung und Entwicklung für alle erneuerbaren Energien koordiniert und mit strategisch ausgerichteten staatlichen Förderprogrammen unterstützt." Konkret gibt es in dem Inselstaat beispielsweise ein Förderprogramm, über das 10.000 Euro beim Kauf eines Brennstoffzellenheizgerätes aus dem Staatssäckel dazugeben werden, wodurch die Kommerzialisierung dieser innovativen Technologie deutlich beschleunigt wird. Martin konstatierte: „Dort tut sich was, hier findet Diskussion statt." Er sagte weiterhin: „Man kann von dem japanischen Modell durchaus das ein oder andere lernen. [...] Technologisch unterscheidet sich der aktuelle Stand in Japan und Deutschland kaum, aber wir demonstrieren, während die kommerzialisieren."

Auf Nachfrage der *HZwei,* was der DWV denn von dem IBZ-Entwurf eines deutschen Markteinführungsprogramms für BZ-Heizgeräte halte (s. S. 10), erklärte der DWV-Vorsitzende Dr. Johannes Töpler: „Der Ansatz ist absolut gut, den unterstützen wir auch." Auf die Vorlage eines eigenen Vorschlags verzichtet der DWV. ||

→ DWV auf der Hannover Messe: Halle 27, Stand E69

ZU BESUCH IN JAPAN

Japan und Deutschland wollen zukünftig im Bereich der H_2- und BZ-Technologie enger zusammenarbeiten. Dies bekräftigten die beim parlamentarischen Abend am 12. März 2013 in der japanischen Botschaft erschienenen Industrie- und Verbandsvertreter sowie der Botschafter von Japan in der Bundesrepublik, Takeshi Nakane. Dieser erklärte zwei Jahre nach dem Unglück in Fukushima, Japan plane, „die Abhängigkeit von Atomkraft so weit wie möglich zu senken". Wasserstoff spiele dabei als sauberer, CO_2-freier Energieträger eine wichtige Rolle.

Deutschland und Japan verfügen beide über fertige BZ-Produkte und serienreife H_2-Fahrzeuge und bauen derzeit eine entsprechende Infrastruktur für die Versorgung mit Wasserstoff auf. Im Bereich der BZ-Heizgeräte beispielsweise startet Panasonic zusammen mit Viessmann in diesem Jahr mit Feldtests in Deutschland. Eine begrenzte Markteinführung soll 2014 beginnen, bevor 2016 der Roll-out in Europa kommt. Walter Bornscheuer, Leiter Technologie der Viessmann Group, bekräftigte: „Brennstoffzellen für die Hausenergieversorgung haben ihre Serienreife erreicht. Bezahlbar für die Hausbesitzer werden die Systeme jedoch nur, wenn sie in Großserie hergestellt werden. Dazu ist ein Technologie-Einführungsprogramm erforderlich."

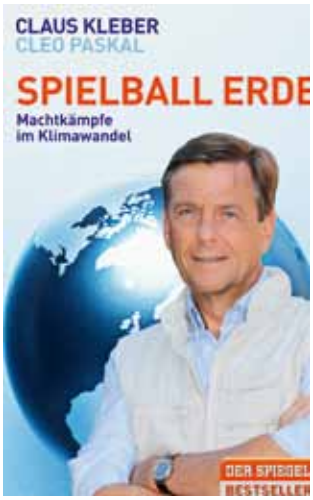
Andy Fuchs, Toyota Motor Europe; Werner Diwald, Enertrag; André Martin, DWV; Walter Bornscheuer, Viessmann Group, und Moderator Dr. Andreas Ziolek, DWV (v.l.) [Foto: DWV/Frederic Schweizer]

Auch für den mobilen Sektor wäre eine weiterführende Unterstützung seitens der öffentlichen Hand hilfreich, da die Kommerzialisierung einer neuen Technologie „über die Leistung hinaus geht, die ein Unternehmen allein leisten kann", erklärte André Martin vom DWV. Wichtig sei seiner Meinung nach, „der Industrie mehr Sicherheit zu geben". Dies könnte auch über eine bessere Verzahnung der Märkte erreicht werden. Andy Fuchs, Leiter der Toyota-Konzernrepräsentanz Berlin, gab den Tipp: „In den USA brachte die Öffnung der Busspur für Hybridfahrzeuge den Durchbruch für den Prius." Ähnliche Maßnahmen empfahl er auch für Deutschland. Abschließend sagte der Vater des Prius, Katsuhiko Hirose, der inzwischen Leiter der BZ-Entwicklung bei Toyota ist: „Wir müssen zusammenarbeiten, um unseren Kindern ein besseres Leben zu ermöglichen." ||

HELIOCENTRIS WIRD ZUR HOLDING

Das Brennstoffzellenunternehmen Heliocentris hat Anfang Februar 2013 umfassende Umstrukturierungsmaßnahmen bekanntgegeben. Demnach fungiert die Heliocentris Energy Solutions AG seit Anfang dieses Jahres als Holding, in der alle zentralen Funktionen der Tochterunternehmen zusammengefasst sind. Die bisherige P21 GmbH, die von dem Berliner Unternehmen im Mai 2011 übernommen worden war, heißt jetzt Heliocentris Industry GmbH, behält aber ihre beiden Standorte in Berlin und München bei. Sie befasst sich insbesondere mit Energieanlagen und -managementlösungen. Die heliocentris Energiesysteme GmbH firmiert nun unter dem Namen Heliocentris Academia GmbH und kümmert sich nach wie vor um den Aus- und Weiterbildungssektor. Weitere Gesellschaften sitzen in Dubai sowie in Vancouver, Kanada. ||

SPIELBALL ERDE



CLAUS KLEBER ÜBER MACHT UND KLIMA

Dieses ist keines von den Büchern, in denen wortreich vor den Gefahren des Klimawandels gewarnt wird. Es ist auch kein weiteres Werk, in dem endlos lang über die zeitliche Begrenztheit fossiler Energieressourcen oder die Vorzüge erneuerbarer Energien philosophiert wird. Claus Kleber und Cleo Paskal verwendeten das Thema Klimawandel vielmehr als Aufhänger für eine umfangreiche Recherchereise rund um den Globus, über die sie anschließend in dem Buch „Spielball Erde" berichten. Sie zeigen darin, welche gravierenden Auswirkungen Polkappenabschmelzung, Meeresspiegelanstieg und Wasserknappheit auf das politische Weltgefüge haben werden. Kleber und Paskal analysieren, welche geostrategischen Faktoren an den verschiedenen Orten der Erde derzeit die dortige Landespolitik beeinflussen.

Der *„heute journal"*-Moderator ist mit der Co-Autorin Cleo Paskal, einer Expertin für geostrategische Fragen, und einem Kamera-Team um die Welt gereist und hat sich angeschaut, wie unser Planet zum Spielball der unterschiedlichsten Interessengruppen wird. Im Fokus ihrer Betrachtungen stehen vornehmlich globale Veränderungen, so wie beispielsweise die Neuausrichtung des US-amerikanischen Blickwinkels vom Atlantik in Richtung Pazifik, wo bereits seit mehreren Jahren Planspiele stattfinden, in denen es vorrangig um Macht geht. Das Autoren-Team lenkt den Blick aber auch auf kleine Inselstaaten im stillen Ozean, die zukünftig maßgeblich über die Geschicke der Welt entscheiden werden. Außerdem geht es nach China, Indien und Afrika, wo längst überall der Kampf um Ressourcen begonnen hat.

Der Leser erfährt auf diese Weise zahlreiche interessante Neuigkeiten aus dem Alltag prominenter Entscheidungsträger. Kleber erklärt anschaulich politische Zusammenhänge und beschreibt offen diffizile Sachverhalte, über die sonst nichts zu erfahren ist. An einigen Orten verliert er sich zwar in einer allzu ausführlichen Detailbeschreibung geschichtlicher Hintergründe. Der Leser erhält insgesamt aber einen guten Einblick in wichtige Entscheidungsfindungsprozesse und zukunftsrelevante Entwicklungen. Der rote Faden ist dabei der Klimawandel. Allerdings geht es dem Medienexperten nicht um Skandaljournalismus oder Unwetterkatastrophen, sondern vielmehr um die Feststellung, dass der Klimawandel längst stattfindet und weitreichende Auswirkungen auf vielen verschiedenen Ebenen hat. „Spielball Erde" ist ein gut zu lesendes, aktuelles Buch, das allen politisch interessierten Lesern wärmstens empfohlen werden kann. ||

Spielball Erde – Machtkämpfe im Klimawandel, Claus Kleber & Cleo Pasal, C. Bertelsmann Verlag, München, 2012

Energiewende 3.0
Mit Wasserstoff und Brennstoffzellen
von Sven Geitmann

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

HyWeb: „leicht lesbar und gut strukturiert"

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

Erneuerbare Energien
Mit neuer Energie in die Zukunft
von Sven Geitmann

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

Sonnenzeitung: „Ein Muss für Technikinteressierte!"

Vorwort: Prof. Dr. Ernst Ulrich v. Weizsäcker
212 Seiten mit 63 Abbildungen und 22 Tabellen
ISBN 978-3-937863-14-6
Hydrogeit Verlag
Oberkrämer, Januar 2010
Preis: 19,90 Euro

HYPE ODER REVOLUTION?

Von einem knapp 30 Euro teuren Fachbuch aus dem Springer-Vieweg-Verlag kann man schon einiges erwarten, zudem, wenn es von einem Professor für Fahrzeugtechnik der TU München verfasst worden ist. Wenn man dann aber ein mit 78 Seiten doch recht dünnes und über Book on Demand gedrucktes Buch bekommt, das sachlich nicht an die von diesem Verlag ansonsten herausgegebene Literatur heranreicht, ist das enttäuschend. In dem Buch „Elektromobilität" legt der Autor Prof. Dr.-Ing. Markus Lienkamp seine Ansichten über den gesamten Fahrzeugsektor dar und bindet dabei persönliche Erfahrungen mit ein, als seien diese allgemeingültige Gesetzmäßigkeiten. Er greift dabei mitunter auf kurze Anekdoten zurück, die allerdings bei der Lektüre eher irritieren als informieren. So berichtet Lienkamp von Erfahrungen bei privaten ebay-Verkäufen oder erzählt, wie ihm erst kürzlich vor Augen geführt worden ist, „dass Öl wohl doch nicht so unendlich verfügbar ist, wie uns immer wieder glauben gemacht wird". Ein sachliches Fachbuch sieht anders aus. „Elektromobilität" jedoch ist eher das persönliche Statement eines ehemaligen Volkswagenentwicklers. ||

Elektromobilität - Hype oder Revolution? Markus Lienkamp, Springer Vieweg, Heidelberg, 2012

H2YDROGEIT Verlag
Gartenweg 5
16727 Oberkrämer
Tel.: 033055 – 213-22
Fax: 033055 – 213-20
kontakt@hydrogeit.de
www.hydrogeit-verlag.de

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

PUTIN ERÖFFNET DIE HANNOVER MESSE 2013

Hannover wird Labor, Fabrik und Bühne der Elektromobilität

Russland ist in diesem Jahr Partnerland der Hannover Messe, und zusammen mit Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel wird der Präsident der Russischen Föderation, Wladimir Putin, diese weltweit größte Industrieschau eröffnen. Gemeinsam werden die beiden Staatsoberhäupter zum Auftakt am 7. April 2013 im Hannover Congress Centrum die geladenen Gäste begrüßen und dann am Montag, dem 8. April, einen Messerundgang machen.

Die Deutschen Messe AG zeigte sich hocherfreut von der Zusage Putins. Vorstandsmitglied Dr. Jochen Köckler erklärte dazu: „Das ist ein eindrucksvoller Beleg für das internationale Renommee der Hannover Messe und unterstreicht gleichzeitig die Bedeutung des Partnerlandes." Russland wird sowohl auf seinem Zentralstand in der Halle 26 als auch bei begleitenden Foren und Veranstaltungen unterschiedlichste Industrieprodukte aus der weltweit sechstgrößten Volkswirtschaft vorstellen. Das Partnerland legt den Schwerpunkt auf die Bereiche Energie, industrielle Automation und neue Materialien, erklärte Georgy Kalamanov, stellvertretender russischer Minister für Industrie und Handel. In Halle 13 wird beispielsweise das russische Energieministerium präsent sein und auf einer Fläche von rund 1.000 Quadratmetern zu den Themen Energieerzeugung, -transport sowie Verteilernetze ausstellen. Insgesamt werden über 100 russische Unternehmen erwartet, die rund 4.500 Quadratmeter belegen. Nach Angaben des Messeveranstalters haben sich bisher noch nie so viele russische Unternehmen an einer Industriemesse außerhalb des eigenen Landes beteiligt.

ELEKTROMOBIL IN HANNOVER Auf der 4. internationalen Leitmesse *MobiliTec,* zu der allein im vergangenen Jahr insgesamt 46.000 Besucher erschienen sind, wird sich unter anderem wieder das Schaufenster Elektromobilität Metropolregion Hannover, Braunschweig, Göttingen, Wolfsburg präsentieren. Nach der erfolgreichen Bewerbungsphase in 2012 (s. Abb. 1) wird auf dem Gemeinschaftsstand Niedersachsen (Halle 25, Stand H25) in diesem Jahr noch nachträglich der Start dieses großangelegten Förderprojektes gefeiert.

Abb. 1: Niedersachsen war bereits 2012 mit seinem Schaufenster Elektromobilität in Hannover vertreten.

Unter den weiteren MobiliTec-Ausstellern ist auch Johnson Controls Power Solutions, Hersteller von Starterbatterien und Energiespeichersystemen für Hybrid- und Elektrofahrzeuge (Halle 27, Stand J50). Das international agierende Unternehmen plant eine automatisierte Fertigung von kompakten Batteriemodulen auf Basis prismatischer Zellen. Stefan Suckow, Vertriebsleiter bei Johnson Controls, erklärte: „Mit diesen Modulen wollen wir ab 2014 Energiespeichersysteme für Hybrid-, Elektro- und Plug-in-Hybridfahrzeuge in Serie fertigen."

Die StreetScooter GmbH, ein Spin-off der RWTH Aachen, ist zum wiederholten Mal in Hannover vertreten, dieses Mal am PSI-Leitstand in Halle 7, Stand A18. Das junge Unternehmen, gegründet 2010, hat in einem breit angelegten Industrie- und Hochschulnetzwerk zwei Elektrofahrzeuge, so genannte „Short Distance Vehicles" (SDV), entwickelt. Der *StreetScooter Compact* (30 kW Antriebsleistung, max. 105 km/h) und der *StreetScooter Work* (4 m³ Nutzvolumen, max. 85 km/h) legen den Fokus auf bezahlbare Elektromobilität für Nutzergruppen, die nach innerstädtischen Mobilitätslösungen zwischen Zweirad und Pkw suchen. Der Prototyp erfüllte die Erwartungen des Projektpartners Deutsche Post so gut, dass das Zulieferunternehmen die Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Achim Kampker Ende 2012 verlängerte. Für Juli 2013 ist geplant, bundesweit 50 Vorserienfahrzeuge an verschiedenen Stützpunkten im Alltag einzusetzen und auf Wirtschaftlichkeit zu prüfen. Jürgen Gerdes, Vorstandsmitglied Deutsche Post DHL Brief, erklärte: „Wir betreiben eine der größten Fahrzeugflotten in Deutschland, darum haben wir ein besonderes Interesse, wirtschaftliche und emissionsarme Fahrzeuge einzusetzen. [...] Wir sind zuversichtlich, dass das Fahrzeug unseren Postalltag im Praxistest meistern wird."

Als Besuchermagnet dürfte wieder mal der *MobiliTrack* sowie der *eBike-Parcours* fungieren, die am Eingang West zwischen den Hallen 27 und 25 auf der Freifläche platziert sind. Interessenten können dort Elektromobilität auf rund 15.000 m² selbst erfahren – sei es auf einem Pedelec oder in einem E-Auto. Die dort eingesetzten Brennstoffzellenfahrzeuge von Daimler, Opel, Toyota und Honda werden bei Bedarf dreimal täglich öffentlich mit Hilfe des H_2-Trailers von Linde betankt. Der auf dem Messegelände eingesetzte *Phileas*-Bus wird von ITM Power mit Wasserstoff, der vor Ort per Elektrolyse erzeugt wird, befüllt.

E-MOBILITÄT IN THEORIE UND PRAXIS Besuchenswert ist stets auch die Halle 2 mit der *Research & Technology,* wo jedes Jahr die neusten Forschungsergebnisse präsentiert werden. In diesem Jahr zeigt dort beispielsweise das *Wissmer*-Projekt am Stand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) seine Wissenssammlung aus dem Bereich der Elektromobilität. Diese Kollektion, die Ende 2013 vollständig sein soll, gilt als „die größte und leistungsstärkste Fachinformations-Datenbank und Wissensplattform" für E-Mobilität. Am Dienstag, dem 9. April, gibt es darüber einen Fachvortrag in der BMWi-Lounge.

Interessant dürfte auch eine Visite in Halle 1 sein, wo in diesem Jahr die *Metropolitan Solutions* erstmalig als eigenständige Leitmesse veranstaltet wird. Dort werden Zukunftsmodelle der „Stadt von morgen" als Stadt in der Messe dargestellt. Es werden Parkbänke, Bäume und Straßencafés aufgebaut, und die Besucher sollen selber mit Elektrofahrzeugen fahren können. Die Elektrifizierung des Verkehrssektors, die nicht nur auf der Messe, sondern in ganz Hannover stattfindet, freute nicht zuletzt Stephan Weil, den ehemaligen Oberbürgermeister von Hannover und heutigen Ministerpräsidenten von Niedersachsen. Er sagte: „Hannover wird Labor, Fabrik und Bühne der Elektromobilität."

Insgesamt rechnet der Veranstalter mit mehr als 6.000 Unternehmen aus 60 Ländern, die auf den insgesamt elf Leitmessen vom 8. bis 12. April 2013 ausstellen werden. ||

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

WIND UND WASSERSTOFF FINDEN ZUEINANDER

Halle 27 vereint was zusammengehört

Direkt an den orangefarbenen Teppich grenzt dieses Jahr die *Wind*

Der *Gemeinschaftsstand Wasserstoff und Brennstoffzellen* auf der Hannover Messe gilt seit fast 20 Jahren als wichtigster Treffpunkt der deutschen H_2- und BZ-Branche. Auch international hat diese fünftägige Zusammenkunft in den vergangenen Jahren einen hohen Bekanntheitsgrad erlangt. Europaweit erscheinen zu keinem anderen Termin so viele Aussteller und Besucher. Organisator Tobias Renz rechnet in diesem Jahr mit rund 140 Ausstellern.

Das Konzept von Tobias Renz hat sich bewährt: Jedes Jahr trifft sich die deutsche Wasserstoff- und Brennstoffzellenszene zusammen mit zahlreichen internationalen Vertretern in Hannover. Auf dem 5.000 m² großen Stand in Halle 27 tummeln sich alle, vom Wissenschaftler bis zum Politiker, um sich über den aktuellen Stand in der Branche zu informieren. Neben der Präsentation der Ausstellungsobjekte dienen zudem die Forumsvorträge sowie insbesondere die vielen Zwiegespräche überall auf dem orangefarbenen Teppich dazu, interessante Fakten zu sammeln und natürlich neue Kontakte zu knüpfen.

Die Vorstellung neuer Produkte steht dabei gar nicht so sehr im Vordergrund, denn die Branche weiß, dass zunächst viele kleine Entwicklungsschritte erforderlich sind, bevor ein fertiges System oder gar ein neues Produkt entsteht. Im Mittelpunkt des Interesses stehen auf dem Gemeinschaftsstand daher vorrangig die zunächst unscheinbaren Errungenschaften, die für einzelne Kollegen einen wahren Durchbruch bedeuten können. Es verwundert somit nicht, dass die hiesige H_2- und BZ-Gemeinde derzeit nicht weiter wächst, aber anders als in Japan schrumpft sie auch nicht. Seit einigen Jahren arbeitet Tobias Renz mit seinem Team darauf hin, die Marke von 150 Ausstellern zu erreichen, landete bisher aber stets mehr oder weniger knapp darunter (2012: 130). Bis Anfang März hatten sich rund 135 angemeldet.

Die Gesamtfläche des Gemeinschaftsstandes (5.000 m²) wurde in diesem Jahr im Vergleich zu 2012 leicht reduziert, weil dieses Mal keine freie Fläche für Demonstrationsprojekte zur Verfügung steht, gegenüber *HZwei* erklärte Renz jedoch: „Bei der Ausstellungsfläche gab es eine Steigerung. Diese beträgt im Vergleich zur Hannover Messe 2012 zehn Prozent. Das liegt daran, dass einige Firmen ihre Standfläche deutlich vergrößert haben." Besonders erfreut zeigte sich der Gemeinschaftsstandorganisator über die nochmals gestiegene Anzahl der ausstellenden Elektrolyseurfirmen (insg. 15). Deswegen gibt es in diesem Jahr neben der Pressekonferenz am Montag um 11:00 Uhr auf dem Public Forum auch eine extra Diskussionsrunde zum Thema Elektrolyse. Weitere Podiumsdiskussionen finden zum europäischen BZ-Heizgeräteprogramm *Ene.field* sowie zu den H_2- und BZ-Aktivitäten in Finnland und den USA statt. Im Technischen Forum gibt es darüber hinaus – speziell für das diesjährige Partnerland – einen russischen sowie einen europäischen Tag (Montag bzw. Mittwoch).

Interessant ist die Beobachtung, dass auf dem Gemeinschaftsstand für Wasserstoff und Brennstoffzellen zunehmend auch Batteriefirmen ausstellen. So präsentiert in diesem Jahr beispielsweise NGK Insulators seine *NAS*-Technologie. Das japanische Unternehmen baut Natrium-Schwefel-Batterien (NaS), mit denen in großen Dimensionen Wind- beziehungsweise Solarstrom gespeichert werden können. Diese Technologie ist bereits kommerziell verfügbar und weltweit an über 170 Standorten im Einsatz (Halle 27, Stand E71).

FIAT 500 AUS NRW Die zweite wichtige Anlaufstelle für H_2- und BZ-Interessierte ist auf der niedersächsischen Industrieschau seit jeher der Gemeinschaftsstand von Nordrhein-Westfalen. Dort präsentieren FEV, das Zentrum für BrennstoffzellenTechnik (ZBT) sowie Gräbener einen *Fiat 500* mit Range-Extender. Der Umbau dieses Kleinwagens ist Inhalt eines auf drei Jahre angelegten Projekts der RWTH Aachen mit dem Titel „*Breeze!* – Brennstoffzellen-Range-Extender für Elektrofahrzeuge: ZeroEmission!". Bei diesem vom Land Nordrhein-Westfalen und der EU geförderten Vorhaben geht es um eine signifikante Steigerung der Reichweite dieses Demonstrators mit Hilfe eines BZ-Systems (30 kW), das die Batterie vor Tiefentladungen schützt und zudem Abwärme zur Klimatisierung der Fahrerkabine liefert (Halle 27, Stand E60).

WIND & WASSERSTOFF IN HALLE 27 Die räumliche Nähe der Wasserstoff- zur Windbranche wird in diesem Jahr etliche Gemeinsamkeiten zu Tage befördern, denn nicht nur die H_2-Szene spricht über Wasserstoff als Energiespeicher für Strom aus erneuerbaren Energien. Auch die Windmüller haben entdeckt, dass sich hier neue Optionen auftun. Andreas Jesse, der stellvertretende Präsident des Bundesverbands WindEnergie e.V. (BWE), stellte bereits 2011 fest, dass die Weiterentwicklung der Wind-Wasserstoff-Technologie Chancen für eine verbesserte Netz- und Marktintegration der Ressource Windkraft bietet. Es dürfte sich daher lohnen, beim Gang über das Gelände auch mal über die Leitmesse *Wind* zu schlendern, die rund die Hälfte von Halle 27 einnimmt. ||

FREIER EINTRITT ZUR HANNOVER MESSE

Der Hydrogeit Verlag bietet allen *HZwei*-Leserinnen und -Lesern sowie allen Abonnenten des *Hydrogeit-Newsletters* die Möglichkeit, kostenlos auf die Hannover Messe zu kommen. Dafür müssen Sie lediglich auf diese Internet-Seite gehen:

→ www.hannovermesse.de/de/aktion?4spb4

Über den fünfstelligen Aktions-Code gelangen Sie zur Ticket-Registrierung, wo Sie sich online anmelden können und dann per E-Mail ein personalisiertes e-Ticket erhalten. Drucken Sie dieses Ticket bitte aus, es ermöglich Ihnen an allen fünf Veranstaltungstagen den direkten Zugang zum Messegelände. Darüber hinaus können Sie es als Fahrkarte für alle öffentlichen Verkehrsmittel im Großraum-Verkehr Hannover (GVH) nutzen. Der Besuchstag muss allerdings vor Fahrtantritt auf dem Ticket angekreuzt werden.

WELT DER ENERGIELÖSUNGEN

Der alljährlich im September in Stuttgart stattfindende Branchentreff für Wasserstoff-, Brennstoffzellen- und Batterietechnik bekommt ein neues Motto: Fortan werden die *f-cell,* die *Battery+Storage* sowie der *e-mobil BW Technologietag* unter dem Obertitel *World of Energy Solutions* zusammengefasst, alle drei Termine bleiben aber als eigenständige Veranstaltungen erhalten. Nachdem dieses Event-Dreigespann bereits im Herbst 2012 über 3.200 internationale Gäste zur Landesmesse Stuttgart gezogen hat (s. HZwei-Heft Jan. 2013), sollen in diesem Jahr vom 30. September bis 2. Oktober noch mehr Besucher und auch mehr Aussteller insbesondere aus dem Ausland angelockt werden. ||

→ www.world-of-energy-solutions.de

WELTWEIT GRÖSSTE E-MOBILITY-KONFERENZ

Prof. Dr. Henning Kagermann

In Vorbereitung auf das diesjährige *Forum MobiliTec* während der Hannover Messe (Halle 25, Stand J12) erklärte Prof. Dr. Henning Kagermann, der Vorsitzende des Lenkungskreises der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) und Schirmherr der Konferenz: „Wir wollen nach wie vor Leitanbieter und Leitmarkt werden. Aktuell haben wir über 8.550 Elektrofahrzeuge in Deutschland. Das ist nicht besonders viel, aber völlig ausreichend, denn wir sind noch bis 2014 in der Marktvorbereitung. In 2014 beginnt die zweite Phase: der Markthochlauf. Es stellt sich dann die wichtige Frage, ob wir schnell auf 500.000 Fahrzeuge kommen." (Im zweiten Fortschrittsbericht der NPE vom Mai 2011 sind bis zum Erreichen des Leitmarkts in 2020 folgende Zwischenschritte benannt: 100.000 elektrische Bestandsfahrzeuge bis 2014 bzw. 500.000 Fahrzeuge bis 2017.) Bis dahin müsse beispielsweise noch geklärt werden, so Kagermann, wie die Akkumulatoren von E-Autos als sinnvoller Bestandteil in das Stromnetz integriert werden können. Außerdem muss noch ein tragfähiges Geschäftsmodell für ein zweites Leben der Autobatterien gefunden werden.

Anders als in den vergangenen Jahren wird es 2013 keinen Fortschrittsbericht geben. Stattdessen veranstaltet die Bundesregierung am 27. und 28. Mai 2013 die internationale Konferenz „Elektromobilität bewegt weltweit" im Berliner Congress Center *bcc* direkt am Alexanderplatz, zu der neben den vier beteiligten Bundesministern auch Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel ihr Kommen zugesagt hat. Prof. Kagermann bezeichnete diese Veranstaltung als die „weltweit größte Konferenz zu diesem Thema". Der nächste Forschrittsbericht ist für November 2014 angekündigt. ||

→ www.konferenz-elektromobilitaet.de

BDEW KONGRESS 2013

bdew
Energie. Wasser. Leben.

Märkte und Systeme im Umbruch

Der Umbau der Energieversorgung ist in der Praxis angekommen.
Eine immense Herausforderung und großartige Chance zugleich für Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft.

Rund 1.400 Teilnehmer werden auf dem größten Branchentreffen der deutschen Energie- und Wasserwirtschaft erwartet, darunter Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel, die Bundesminister Dr. Philipp Rösler und Peter Altmaier sowie der Kanzlerkandidat der SPD Peer Steinbrück. Zu Beginn der heißen Phase des Bundestagswahlkampfes lädt der BDEW zu spannenden und kontroversen Diskussionen ein.

BDEW Kongress vom 11. – 13. Juni 2013, InterContinental Berlin
BDEW Kongress Infoline +49. 30. 28 44 94 - 176 · www.bdew.de/kongress · kongress@bdew.de

- Governance der Energiewende: Wie erfolgt die Koordination der verschiedenen politischen Ebenen?
- Lösungsansätze für mehr Markt im Design der Energiewirtschaft
- Der Preis der Infrastruktur: Gemeinsame Herausforderungen für die Energie- und Wasserwirtschaft
- Investitionen in die Energiezukunft – wer finanziert die künftige Infrastruktur?
- Ein sicheres System? Systemverantwortung und Versorgungssicherheit
- Fördersystem für Erneuerbare Energien – wie und wie lange noch?
- Energiehandel: Müssen Energieversorger zu Banken werden?
- Herausforderungen im Wärmemarkt
- Geschäftsmodelle der Zukunft

GDF SUEZ · ABB Power and productivity for a better world™ · Ernst & Young Quality In Everything We Do · Studentenpatenschaften CTG Corporate Transformation Group · Medienpartner Frankfurter Allgemeine Zeitung für Deutschland

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

DIALOG ÜBER DIE MARKTEINFÜHRUNG

BZ-Heizgeräte brauchen Unterstützung

Es könnte so schön sein: Die ersten Brennstoffzellenheizgeräte sind endlich auf dem Markt. Das Ziel, auf das die gesamte Branche seit Jahren hingearbeitet hat, scheint somit erreicht zu sein. Aber von Freude oder gar Erleichterung ist weit und breit keine Spur. Ganz im Gegenteil: Jetzt, nachdem Millionenbeträge in die Forschungs- und Entwicklungsarbeit für diese modernen Kraftwärmekopplungsgeräte geflossen sind, ruft die Industrie nach einer Anschlussfinanzierung für die Markteinführung. Zunächst musste die *Initiative Brennstoffzelle* (IBZ) jedoch den Unmut von Staatssekretär Rainer Bomba über sich ergehen lassen, denn der zeigte sich gar nicht begeistert von dem bisher Erreichten und las der deutschen Heizgerätebranche mal wieder gehörig die Leviten.

Die Entwicklung im Bereich der Brennstoffzellenheizgeräte dauert mittlerweile schon rund 15 Jahre an. In dieser Zeit gab es verschiedene Episoden – voll von hoffnungsfroher Zuversicht, aber auch voller Ernüchterung. Der größte Teil der Forschungs- und Entwicklungsarbeit scheint mittlerweile geschafft zu sein, und tatsächlich vermeldeten 2012 zumindest zwei Firmen mit Standorten in Deutschland, dass sie ihre Geräte kommerziell anbieten: Ceramic Fuel Cells (CFC) verkaufte in 18 Monaten rund 250 Einheiten. Anfang Februar dieses Jahres verkündete das Heinsberger Unternehmen, dass die BZ-Kraftwerke von CFC im Januar 2013 die Marke von zwei Millionen Betriebsstunden bei einer Verfügbarkeit von 99 Prozent überschritten hätten. Das zweite Unternehmen, Elcore, hatte angekündigt, 2012 rund 50 Geräte installieren zu wollen und die Kapazität 2013 auf 1.000 Stück pro Jahr auszubauen. Verifizierte Zahlen gab das Unternehmen bisher aber nicht heraus.

Die Unternehmen, die den Markteintritt erst für 2014 angekündigt haben, geben größtenteils zu Protokoll, „die Technik ist fertig“. Dies bestätigte sowohl Walter Bornscheuer, Leiter Technologie der Viessmann Werke, als auch Christian Haferkamp von der EWE Vertrieb GmbH. Dies könnte jetzt also – theoretisch – der langersehnte Startpunkt zur Markteinführung der BZ-Heizgeräte sein, wenn da nicht schon wieder neue Probleme wären. So muss sich CFC derzeit nach einem neuen Vertriebspartner für Deutschland umschauen, da die sanevo home energy GmbH Ende Februar 2013 Insolvenz anmeldete. Nachdem das spanische Unternehmen Effizient Home Energy, dessen *WhisperGen*-Geräte sanevo bisher vertrieb, im November 2012 insolvent gegangen war (s. HZwei-Heft Jan. 2013), folgte nun auch das Aus für das Offenbacher Unternehmen selbst. Für Belgien hat Ceramic Fuel Cells zwar in Solar Spirit Ende Februar 2012 einen Vertriebspartner für seine *BlueGen*-Geräte gefunden. Wie Andreas Ballhausen, Geschäftsführer Vertrieb bei CFC, allerdings gegenüber *HZwei* mitteilte, liegt der anvisierte Absatzschwerpunkt des autralisch-deutschen Unternehmens in Deutschland. Ballhausen zeigte sich jedoch zuversichtlich, dass die bisher positiv verlaufenen Gespräche mit potentiellen Vertriebspartnern für den deutschen Markt eine Lösung bringen werden.

Abb. 1: Rainer Bomba redete der Industrie ins Gewissen

HOHE KOSTEN ALS HEMMSCHUH

Das Hauptproblem, das dem Vertrieb von BZ-Heizgeräten in Europa derzeit im Wege steht, bleibt nach wie vor das hohe Kostenniveau. Sowohl für das Material als auch für die Produktion liegen die Preise derzeit noch über dem Preisniveau konkurrierender Technologien. Dementsprechend fehlt es auch an Kunden. Kaum ein Gerätehersteller traut sich daher, in den Aufbau von Fertigungsinfrastruktur zu investieren, nur CFC hat in Heinsberg bisher eigene Produktionskapazitäten aufgebaut.

Der Ruf nach einem geeigneten Markteinführungsprogramm für stationäre Brennstoffzellensysteme wird daher immer lauter. Die *Initiative Brennstoffzelle* (IBZ) veranstaltete deswegen zu diesem Thema am 28. Februar 2013 ein „Zukunftsgespräch Energieeffizienz“ in Berlin. Gemeinsam mit Vertretern von Geräteindustrie, Energieversorgern und der Politik diskutierten IBZ-Mitglieder öffentlich über die Potenziale dieser Mikrokraftwerkstechnologie. Andreas Ballhausen war dabei überzeugt, dass „die Brennstoffzelle einen wesentlichen Beitrag zur Energiewende beitragen kann“. Zuvor müsse die BZ-Technik allerdings noch wachgeküsst werden, da waren sich alle Anwesenden einig.

OHNE ERGEBNISSE KEINE ANSCHLUSSFINANZIERUNG

Rainer Bomba, der Staatssekretär vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), ließ indessen seinem Unmut freien Lauf und erklärte: „Ich bin von der Brennstoffzellentechnologie enttäuscht. [...] Es ist Zeit geworden, zu sehen, was aus dem bisher investierten Geld geworden ist.“ Mit Blick auf das von der Bundesregierung geförderte *Callux*-Projekt sowie vergleichbare EU-Vorhaben stellte er ernüchtert fest: „300 BZ-Geräte in Deutschland und 1.000 in Europa, darüber spricht in China keiner, aber hier klopfen wir uns auf die Schulter.“ Grundsätzlich sei er zwar nach wie vor von den Potentialen der Brennstoffzellentechnik überzeugt, aber „die Ergebnisse liegen deutlich hinter den Erwartungen zurück“.

Im Hinblick auf ein zu diskutierendes Marktanreizprogramm rief Bomba der Brennstoffzellenbranche ähnlich deutlich wie auch schon auf der letzten Hannover Messe förmlich zu: „Wir sind gerne bereit, das Geld in die Hand zu nehmen, wenn wir sehen, dass etwas passiert, aber Sie müssen auch abliefern. Wenn es eine Anschlussfinanzierung

Abb. 2: In Wuppertal ging im Januar 2013 ein weiteres BlueGen-Gerät als Teil des virtuellen Brennstoffzellenkraftwerks in Betrieb [Foto: WSW]

geben soll, müssen wir Ergebnisse sehen, ansonsten wird es Mittel in dieser Höhe nicht mehr geben."

ÖFFENTLICHER DIALOG HAT BEGONNEN Christian Haferkamp stellte dazu fest, dass derzeit „die Begeisterung bei den Kunden noch fehlt", dass jetzt aber „die entscheidende Phase" komme. Er präsentierte einen konkreten Programmentwurf, wie eine Förderung zur Markteinführung von BZ-Heizgeräten aussehen könnte. Dieser von Haferkamp vorgestellte Ansatz der Initiative Brennstoffzelle, der auf dem vom BMWi in Auftrag gegebenen Gutachten des Instituts für ZukunftsEnergieSysteme (IZES) basiert, sieht eine Kombination verschiedener Förderinstrumente vor: KWK-Gesetz plus Investitionsförderung sowie eine über zehn Jahre laufende Umwandlungsvergütung. Der Gesamtfördermittelbedarf dafür läge bei 400 Mio. Euro, wenn durchschnittlich jedes BZ-Heizgerät mit 1.000 Euro pro Jahr gefördert würde. Nach ersten Berechnungen könnten damit von 2013 bis 2020 rund 175.000 Geräte in den Markt gebracht werden, wobei die Stückzahlen ansteigen, die Kosten aber sinken (degressiv) würden.

Die eingeladenen energiepolitischen Sprecher der Parteien CDU/CSU, FDP und Grüne (SPD-Vertreter war erkrankt) zeigten sich zunächst äußerst skeptisch, solch ein Förderprogramm initiieren zu können. Im Laufe der Gesprächsrunde wich jedoch diese Skepsis einem gewissen Wohlwollen. Am Veranstaltungsende signalisierten Thomas Bareiß, Klaus Breil und Oliver Krischer, denen das große Potential der Brennstoffzellentechnologie bereits im Vorfeld bewusst war, zumindest weitere Gesprächsbereitschaft. ||

→ IBZ auf der Hannover Messe: Halle 27, Stand E51

BLICK NACH JAPAN

Während es in Europa noch um Forschung und Entwicklung geht, wird in Japan bereits verkauft. In dem asiatischen Inselstaat stehen bereits etwa 40.000 BZ-Aggregate – und die werden immer günstiger. Wie *Japanmarkt* Anfang des Jahres berichtete, kostet die neueste *Ene-farm*-Generation „nur" noch 1,995 Mio. Yen (16.000 Euro, inkl. staatl. Förderung), 760.000 Yen weniger als das Vorgängermodell. Der Hersteller Panasonic kündigte an, dass die Produktion ab sofort auf 15.000 Einheiten pro Jahr gesteigert werde.

FEINSCHLIFF FÜR *GAMMA*-GERÄT

Baxi Innotech hat am 13. März anlässlich der *ISH 2013* eine neue Version seines Brennstoffzellenheizgerätes vorgestellt. Gemeinsam mit seinem Mutterkonzern BDR Thermea hatte das Hamburger Unternehmen nach Frankfurt am Main auf die dortige Großveranstaltung für den Sanitär- und Heizungssektor eingeladen, wo traditionsgemäß der Auftakt für Produktneuheiten stattfindet, bevor diese dann auch auf der Hannover Messe präsentiert werden. In diesem Jahr zeigte Guido Gummert, Geschäftsführer der Baxi Innotech GmbH, die gegenüber den Vorläufermodellen nochmals technisch optimierte Version eines kompletten Energieversorgungssystems: die *Gamma Premio*. Baxi Innotech präsentiert die fünfte Gerätegeneration auch in Hannover (Halle 27, Stand E51: IBZ-Gemeinschaftsstand) als „Systemlösung für die Energieversorgung eines Einfamilienhauses". ||

Die Gamma Premio (li.) mit mit Wärmespeicher nebst Hydraulikmodul [Foto: Baxi Innotech]

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

VON B WIE BIO BIS W WIE WIND

Die Suche nach dem geeigneten Energiespeicherungsverfahren

Der neue Hype heißt „Energiespeicherung", das haben wir bereits im Januar-Heft der HZwei ausführlich dokumentiert. Dementsprechend sind auch in den ersten Monaten des neuen Jahres etliche weitere Studien herausgekommen (s. S. 13 & 22) und neue Demonstrationsvorhaben rund um das Thema „Speicherung von Strom aus erneuerbaren Energien mit Hilfe von Wasserstoff" gestartet worden. Mittlerweile gibt es sogar einen eigens gegründeten Verband (s. Meldung). Auch bei den Branchentreffs in Hamburg und Stuttgart gewinnt Energiespeicherung an Bedeutung (s. u.). Wind-Wasserstoff spielt dabei nach wie vor eine wichtige Rolle. Neu ins Gespräch gekommen ist jetzt zusätzlich auch Bio-Wasserstoff, wobei jedoch noch unklar ist, wie groß dafür das Potential ist.

Nachdem sich die Wasserstoff- und Brennstoffzellenbranche bereits im Jahr 2008 dem Thema der Elektromobilität geöffnet und diesen Technologiezweig ins Portfolio aufgenommen hat, läuft es jetzt mit der Energiespeicherung ganz ähnlich ab. Die Veranstalter der einschlägigen Szenetreffpunkte gemeinden diese neue Speicherthematik kurzerhand in ihr Programm mit ein. So steht die *f-cell* schon längst nicht mehr isoliert als reines Brennstoffzellensymposium da, sondern firmiert – nachdem erst im vergangenen Jahr die *Battery+Storage* neu hinzugekommen war – im September 2013 unter dem Motto *World of Energy Solutions* als Veranstaltung „rund um Brennstoffzellen, Wasserstoff, Batterie, Energiespeichertechnologien und Elektromobilität" (s. S. 9). Auch die *H2Expo,* die schon lange nichts mehr von sich hat hören lassen, springt jetzt auf diesen Trend auf. Ein Jahr später, am 23. September 2014, will sie ihr Comeback als „Fachmesse für Wasserstoff, Brennstoffzellen, Energiespeicherung und Elektromobilität" feiern, die alle zwei Jahre im Rahmen der *WindEnergy Hamburg* stattfinden soll (s. S. 4). Aus der ehemaligen Veranstaltung für maritime und Luftfahrtanwendungen wird auf diese Weise ein „Wind-Wasserstoff-Event".

Parallel zur Neuausrichtung auf Veranstalterseite schießen immer mehr Demonstrationsprojekte aus dem Boden (s. nachfolgende Meldungen). Die meisten der bisher in die Wege geleiteten Vorhaben behandeln den Energieumwandlungspfad vom Windstrom über die Elektrolyse bis zum Verbraucher. Dieses Verfahren der Energiespeicherung benannte Ralf Brinkmann, Vorstandschef des Chemieunternehmens Dow Deutschland, Anfang März 2013 gegenüber der *Wirtschaftswoche* als den „wichtigsten Pfeiler der Energiewende". Deswegen engagiere sich Dow als eines der energieintensivsten Unternehmen Deutschlands mit im Projekt Unterelbe (s. S. 23). Eine bessere Alternative als die Speicherung überschüssiger Windenergie in Form von Wasserstoff in Kavernen sieht Brinkmann nicht: „Statt die Energie verpuffen zu lassen, sollte man sie besser speichern – auch wenn dabei ein großer Teil der Energie verloren geht."

Auch die aktuelle NOW-Studie (s. S. 13) bestätigt, dass sich hier für die Windkraftbranche eine willkommene Möglichkeit eröffnet, die Ausnutzungsdauer ihrer Anlagen zu verlängern. Gleichzeitig stellen die Windturbinen eine mittlerweile voll ausgereifte Technologie dar, deren Ausgangsparameter beim Anschluss an heutige Elektrolyseurtechnik bestens bekannt ist. Eine Unterscheidung zwischen verschiedenen Anlagentypen ist nicht erforderlich, so dass sich die Wissenschaftler bei der Konzeptionierung ganz auf den Wasserstoffsektor konzentrieren können. Entsprechend weit ist der Entwicklungsstand vorangeschritten.

Bei Bio-Wasserstoff ist das völlig anders. Im Bereich der Biomassenutzung gibt es derart viele sehr unterschiedliche Umwandlungsverfahren, dass kaum eine Vergleichbarkeit der unterschiedlichen Pfade möglich ist (s. S. 22). Deswegen steht dieser Bereich noch ganz am Anfang seiner Entwicklung, obwohl schon seit Jahren an verschiedenen Verfahren zur H_2-Herstellung aus Biomasse geforscht wird. Erste konkrete Maßnahmen werden jetzt jedoch in Angriff genommen. ||

NEUER BUNDESVERBAND ENERGIESPEICHER

BVES
BUNDESVERBAND ENERGIESPEICHER

Anfang des Jahres hat sich der *Bundesverband Energiespeicher* (BVES) mit Sitz in Berlin gegründet. Dieser Zusammenschluss unterschiedlichster Institutionen aus dem Energiesektor verfolgt das Ziel, die Weiterentwicklung der Energiespeicherungstechnologien voranzutreiben und den Aufbau eines stabilen Energiespeichermarkts in Deutschland zu beschleunigen. Zum Präsidenten des BVEW wurde Prof. Dr. Eicke R. Weber, Leiter des Fraunhofer Instituts für Solare Energiesysteme (ISE), ernannt. Weber erklärte anlässlich der Gründung: „Unser Verband sieht seine Mission darin, die Energiespeicherung als Energieressource neben der konventionellen und erneuerbaren Erzeugung zu etablieren, um eine effizientere, verlässlichere, preisgünstigere und sicherere Energieversorgung zu fördern. Um diese Vision zu erfüllen, wollen wir den Aufbau eines stabilen Energiespeichermarkts in Deutschland fördern, der dann auch als Modell für weitere Märkte in Europa und anderen Ländern weltweit dienen wird." Geschäftsführer des direkt am Brandenburger Tor angesiedelten Bundesverbandes ist Dr. Harald Binder. Er versteht den BVES als Vereinigung relevanter Entscheidungsträger sowie als Kontaktnetzwerk. Eine der ersten Maßnahmen soll die Erstellung einer „Energiespeicher Roadmap" sein, in der technologieübergreifend die Rolle der Energiespeicher bei der Energiewende in Deutschland definiert wird. Die Gründungsversammlung hatte bereits am 25. September 2012 in Frankfurt am Main stattgefunden. Die erste Mitgliederversammlung fand am 19. März 2013 in Düsseldorf im Rahmen der *Energy Storage* statt. Bis dahin waren bereits über 30 Institutionen dem Verband beigetreten (z.B. Fraunhofer IWS Dresden, Gildemeister Energy Solutions, SMA Solar Technology AG, Clariant, GP Joule). ||

Thema: Energiespeicherung | **Autoren:** Klaus Stolzenburg, Oliver Ehret

PERSPEKTIVEN FÜR WIND-WASSERSTOFF

Studie „Integration von Wind-Wasserstoff-Systemen in das Energiesystem“

Die Einbringung wachsender Mengen fluktuierender Energie aus erneuerbaren Quellen in das Energiesystem ist eine große Herausforderung. Insbesondere Windstrom kann oftmals nicht mehr von den Netzen aufgenommen werden und geht durch Abregelung verloren. Für die Nutzbarmachung solcher „Überschussenergie“ bietet sich Wasserstoff sowohl als stationärer Energiespeicher herausragend großer Kapazität als auch als Kraftstoff für hocheffiziente und nahezu marktreife Brennstoffzellenfahrzeuge an. Windstrom kann per Elektrolyse in Wasserstoff umgewandelt, gespeichert und nach Bedarf verwendet werden (s. Abb. 1).

Bislang blieb eine Reihe wichtiger Fragen ungeklärt: In welchem Umfang ist „überschüssige“ Windenergie in Deutschland bis 2030 tatsächlich zu erwarten? Wie kann aus dieser Energie technisch und wirtschaftlich sinnvoll Wasserstoff erzeugt und im großen Maßstab gespeichert werden? Welche Mengen an Wasserstoff und Strom können zu welchen Kosten für Verkehr und stationäre Energieversorgung bereitgestellt werden? Welche Synergien lassen sich im Sinne einer Zusammenführung von Energiewirtschaft und Verkehrsenergiewirtschaft erreichen?

Zur Beantwortung dieser Fragen wurde vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), vertreten durch die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW GmbH), eine Studie beauftragt. Ein Konsortium, bestehend aus dem Ingenieurbüro PLANET GbR (Projektkoordination), der Fachhochschule Lübeck Projekt-GmbH, dem Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, dem Institut für Energie und Umwelt e.V. an der Fachhochschule Stralsund und der KBB Underground Technologies GmbH, führte die Untersuchung durch. Ein Beirat mit Unternehmen vor allem aus der Energie- und Automobilindustrie leistete Unterstützung im Rahmen von Workshops, und indem Einspeise- und Lastdaten zur Verfügung gestellt wurden.

Die Studie „Integration von Wind-Wasserstoff-Systemen in das Energiesystem“ beantwortet die oben aufgezeigten Fragen und stellt wesentliche Informationen für die Umsetzung der Energiewende bereit. Zentrale Ergebnisse wurden Ende Januar 2013 der Fachöffentlichkeit vorgestellt und Anregungen dazu entgegengenommen. Die Vorträge aus dieser Veranstaltung sind unter www.now-gmbh.de verfügbar. Der Studientext wird in Kürze an gleicher Stelle veröffentlicht.

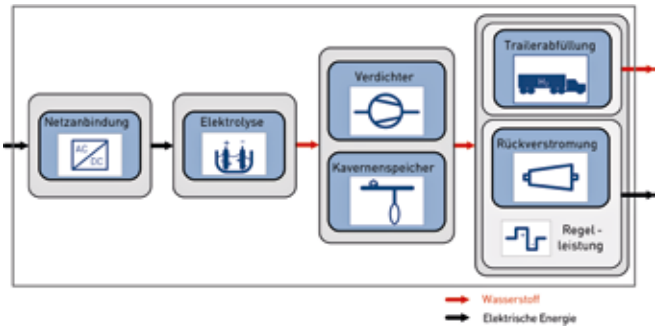


Abb. 1: Schema des untersuchten Wind-Wasserstoff-Systems. Der erzeugte Wasserstoff wird in der Kaverne eingelagert oder direkt in Hochdruck-Trailer zum Transport zu Tankstellen abgefüllt. Die Rückverstromung erfolgt über ein Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk, Regelleistung wird allein von der Gasturbine vorgehalten.

AUFGABE UND VORGEHENSWEISE Die Studie ermittelt im Kern, unter welchen Randbedingungen ein kostendeckender beziehungsweise gewinnbringender Betrieb großmaßstäblicher Wind-Wasserstoff-Systeme im Jahr 2030 möglich ist. Ein moderates und ein ambitioniertes Szenario in Bezug auf den zu erwartenden Ausbau der erneuerbaren Energiequellen und deren Einspeisung werden analysiert. Dabei erfolgt ein Rückgriff auf Annahmen bestehender Arbeiten, insbesondere die „Energieszenarien 2011“ des Bundeswirtschaftsministeriums[1] und die Leitstudie 2010 des Bundesumweltministeriums[2]. Eigene Annahmen bezüglich zukünftiger technischer und wirtschaftlicher Parameter sind in der Regel konservativ gewählt. Die Untersuchung berücksichtigt Stromflüsse im Übertragungsnetz.

Den Fokus bildet der windreiche Norden Deutschlands. Dabei werden der Nordwesten (Schleswig-Holstein, Hamburg, Bremen, Teile Niedersachsens sowie alle Offshore-Windparks in der Nordsee) und der Nordosten (Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Berlin mit allen Offshore-Windparks in der Ostsee) betrachtet.

Die Überschussstrommengen in 2030 werden zunächst statisch abgeschätzt. Auf dieser Basis wird ein Wind-Wasserstoff-System hinsichtlich Funktionsumfang der Gesamtanlage und Auslegung der Komponenten definiert. Technologieoptionen werden diskutiert, Auswahlentscheidungen getroffen und techno-ökonomische Parameter festgelegt (z.B. Wirkungsgrade, Kosten). Mit diesen Eingangsdaten erfolgen dynamische Simulationen, um die Überschussstrommengen zu bestimmen und mittels eines Marktmodells das wirtschaftliche Ergebnis über die Dauer eines Jahres zu optimieren. Bestandteil ist auch eine Sensitivitätsanalyse. Optionen zur Vermarktung sind Wasserstoff als Kraftstoff für Brennstoffzellen-Pkw, Rückverstromung (d.h. Verkauf von Energie am Spotmarkt) und die Vorhaltung von Reserveleistung. Die Einspeisung von Wasserstoff in das Erdgasnetz ist nicht Gegenstand der Studie.

TECHNO-ÖKONOMISCHE PARAMETER Die Hauptkomponenten sind folgendermaßen definiert:

- Die Elektrolyse-Einheit mit 500 MWel Nennleistung (100 Module à 5 MW_{el}, 60 bar) besitzt einen Wirkungsgrad von 70 % bezogen auf den Heizwert des Wasserstoffs und kann 10,5 Tonnen H_2 pro Stunde produzieren. 900 €/kW_{el} Investition werden angenommen.
- Der untertägige Wasserstoffspeicher in Form einer Salzkaverne mit einem Hohlraum von 500.000 Kubikmetern kann 4.000 Tonnen H_2-Arbeitsgas aufnehmen bzw. abgeben bei einem Druckspiel zwischen 58 und 175 bar. Der maximale Massenstrom beträgt 13,5 Tonnen H_2 pro Stunde, das entspricht einer Leistung von 450 MW bezogen auf den Heizwert von Wasserstoff. Die Investition beträgt rund 93 Mio. €.
- Die Wiederverstromung findet in einem Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk mit 270 MW_{el} Nennleistung und einem Wirkungsgrad von 60 % statt (450 MW H_2 * 0,6 = 270 MW_{el}). Regelleistung (Minutenreserve) kann nur mit der Gasturbine (180 MW_{el}) vorgehalten werden. 800 €/kW_{el} Investition werden angenommen.

· Die Abfüllstation für Lkw-Trailer, die den Kraftstoff zu Tankstellen befördern, ist mit 100 Stellplätzen ausgestattet. Der Fülldruck beträgt 500 bar, damit kann pro Trailer eine Tonne Wasserstoff ausgeliefert werden. Der Wasserstoff kommt entweder direkt aus der Elektrolyse (max. 252 t/d) oder aus der Kaverne (max. 324 t/d).

Sofern die Kaverne zuvor kein Arbeitsgas enthalten hat, kann sie bei 10,5 t/h H_2-Produktion knapp 16 Tage ununterbrochen befüllt werden. Die Entnahme von Wasserstoff mit 13,5 t/h kann ausgehend von einer vollen Kaverne mehr als zwölf Tage lang erfolgen.

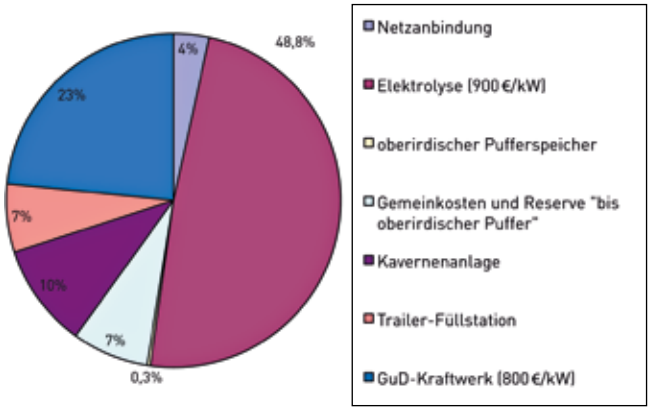


Abb. 2: Anteile der Komponenten an der Gesamtinvestition von 923 Mio. €

Die Errichtung des Systems mit allen Nebenaggregaten und Aufwendungen für Planung, Grunderwerb, Gebäude und Erschließung erfordert eine Investition in Höhe von 923 Mio. €. Abbildung 2 zeigt, dass die Elektrolyse und das GuD-Kraftwerk davon zusammen fast 75 % ausmachen. Die Abschreibung wird bei einem internen Zinsfuß von 8 % branchenüblich über 30 Jahre vorgenommen (GuD-Anlage: 20 Jahre). Mit Wartung und Betrieb folgen daraus fixe Kosten von rund 110 Mio. € pro Jahr. Können diese und die variablen Kosten vor allem für elektrischen Strom durch Erlöse gegenfinanziert werden, so arbeitet das Wind-Wasserstoff-System kostendeckend.

Für alle Kernkomponenten besteht wesentlicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf, der abzuarbeiten ist, bevor eine Umsetzung beginnen kann. In Hinblick auf den Zeitbedarf zur Realisierung eines Wind-Wasserstoff-Systems im Kraftwerksmaßstab ist die Kavernenanlage der kritische Faktor, da bis zu zehn Jahre für Planung, Genehmigung und Errichtung anzusetzen sind.

ERGEBNISSE DER DYNAMISCHEN SYSTEMANALYSE Die dynamischen Simulationen für das Szenario mit ambitioniertem Ausbau der erneuerbaren Energiequellen ergeben, dass die Elektrolyse auf der Basis von Überschussstrom im Nordwesten rund 1.700 Vollbenutzungsstunden beziehungsweise im Nordosten rund 3.050 Vollbenutzungsstunden erreicht. Im Nordosten werden aus rund 1.500 GWh, das sind etwa 20 % aller Überschüsse, mehr als 32.000 Tonnen H_2 pro Jahr erzeugt. Mit einem weiteren System lassen sich diese Werte etwa verdoppeln.

Neben dieser überschussgesteuerten Strategie der Erzeugung von Wasserstoff wird auch eine preisgesteuerte Option betrachtet. Hier steht es dem System frei, elektrischen Strom zu beliebiger Zeit – also insbesondere außerhalb von Perioden mit Überschüssen – zur H_2-Produktion einzusetzen. Da Überschussstrom als Ergebnis der Marktmechanismen zum Preis von 0 €/MWh am „Day ahead"-Spotmarkt erhältlich ist (negative Preise sind unterbunden), bildet die preisgesteuerte Option im Ergebnis einen Fall „überschussgesteuert plus X" ab. Außerhalb der Perioden mit Überschüssen ist der elektrische Strom zwar nicht kostenlos zu erwerben, trotzdem kann sich das wirtschaftliche Ergebnis durch die bessere Auslastung des Wind-Wasserstoff-Systems verbessern. Aus Umweltsicht ist wesentlich, dass bei allen untersuchten preisgesteuerten Varianten über 60 % des Stroms ‚erneuerbar' bleiben.

Die Annahme, dass Überschussstrom ständig zu 0 €/MWh erhältlich ist, muss natürlich hinterfragt werden, insbesondere im Lichte der zu erwartenden Änderungen an den gemäß EEG garantieren Vergütungen und Abnahmebedingungen. 0 €/MWh Stromkosten über weite Zeiträume sind eher als theoretischer Grenzfall anzusehen. Die überschussgesteuerten Fälle werden daher auch für Strompreise in Höhe von 40 €/MWh und 80 €/MWh ausgewertet. Stets wird vorausgesetzt, dass der Strom zum Betrieb des Wind-Wasserstoff-Systems von Netzentgelten etc. befreit ist. Dies ist zum Beispiel für Standorte an Einspeisepunkten von Offshore-Windstrom zu rechtfertigen. Für Nicht-Überschussstrom (preisgesteuerte Option) stellt diese Befreiung jedoch eine sehr optimistische Erwartung dar.

Die spezifischen Erlöse für rückverstromte Energie (am „Day ahead"-Spotmarkt) beziehungsweise diejenigen für Leistungsvorhaltung (am Reservemarkt) ergeben sich im Rahmen der Simulationen aus den Marktmechanismen, die für 2030 als identisch mit den heutigen angenommen werden. Für Wasserstoff als Kraftstoff ist jedoch ein extern vorgegebener Bezugswert für den erzielbaren spezifischen Erlös nötig. Zwei deutlich unterschiedliche Fälle werden berücksichtigt:

· Ein Referenzerlös in Höhe von 2,13 €/kg H_2, der den Kosten der Produktion von Wasserstoff in einem Erdgasreformer entspricht (bei 8.000 Vollbenutzungsstunden des Reformers und 844 MW_{H2} Erzeugungsleistung[3]; Erdgaspreis gemäß Szenario „ambitioniert").
· Ein Referenzerlös in Höhe 6 €/kg H_2, der für Brennstoffzellenfahrzeuge die gleichen Kraftstoffkosten pro gefahrenem Kilometer ermöglicht wie für einen konventionellen Pkw (s. Kasten).

Entscheidend ist, ob der zur Kostendeckung nötige spezifische Erlös für H_2-Kraftstoff unter dem erzielbaren Referenzerlös von 6 €/kg bzw. 2,13 €/kg liegt. Abbildung 3 fasst die Ergebnisse unter verschiedenen Randbedingungen zusammen. Rot unterlegte notwendige spezifische Erlöse bedeuten, dass keiner der beiden Referenzerlöse eingehalten werden kann. Grün unterlegte Fälle halten die Bedingungen „6 €/kg" ein. Golden unterlegte Fälle können zusätzlich mit fossilem Reformer-Wasserstoff konkurrieren.

Abbildung 3 zeigt, dass das Wind-Wasserstoff-System unter den Bedingungen „Standardfall Nordost" kostendeckend zu betreiben ist, solange die Stromkosten im Mittel unter etwa 60 €/MWh bleiben (Interpolation des notwendigen spezifischen Erlöses für 40 und 80 €/MWh Stromkosten). Wird der Verkauf von Kraftstoff im Simulationsmo-

ANNAHMEN ZUM REFERENZERLÖS IN HÖHE VON 6 €/KG FÜR H_2-KRAFTSTOFF:
Verbrauch von 6 Litern Benzin auf 100 km und 1,67 €/l Preis an der Zapfsäule, also 10 €/100 km. Verbrauch von 1 kg H_2 pro 100 km und 10 €/kg Wasserstoff als Preis an der Zapfsäule. Von diesem Preis sind abzuziehen die Umsatzsteuer (1,60 €/kg) und die Kosten an der Tankstelle und für den Transport des Trailers zur Tankstelle (300 km Entfernung; zusammen 2,44 €/kg[3]). Damit verbleiben knapp 6 €/kg als erzielbarer Erlös für den in die Hochdruck-Trailer abgefüllten Kraftstoff.

Fall		"weniger Kraftstoff"	"Standard-fall Nordost"	Investition GuD 600 €/kW statt 800 €/kW	GT statt GuD, Investition 504 €/kW	Investition Elektrolyse 700 €/kW statt 900 €/kW	Investition Elektrolyse 500 €/kW statt 900 €/kW	preis-gesteuert
Anzahl Volllaststunden Elektrolyse		3.052	3.052	3.052	3.052	3.052	3.052	5.600
Produzierte Menge Wasserstoff (Tonnen pro Jahr)		32.044	32.044	32.044	32.044	32.044	32.044	59.100
Anteil Wasserstoff für Rückverstromung		38%	7%	7%	7%	7%	7%	39%
		notwendiger spezifischer Erlös €/kg für H_2-Kraftstoff						
Stromkosten Elektrolyse €/MWh	Spotmarkt (0 €/MWh bei Überschuss)	3,71	2,92	2,74	2,56	2,50	2,08	1,55
	40 €/MWh	6,80	5,00	4,82	4,49	4,58	4,16	
	80 €/MWh	9,90	7,08	6,90	6,43	6,66	6,24	

Abb. 3: Vergleich der notwendigen spezifischen Erlöse unter verschiedenen Randbedingungen für den Nordosten. Die beiden Varianten mit geringerer spezifischer Investition für die Elektrolyse umfassen jeweils ein GuD-Kraftwerk zu 800 €/kW. Die Bedingungen des preisgesteuerten Falls entsprechen dem Standardfall, allerdings wird hier – während rund 2.500 Stunden – auch Nicht-Überschussstrom zur Erzeugung von Wasserstoff verwendet.

dell eingeschränkt (Fall „weniger Kraftstoff" in Abb. 3), so ermöglichen nur noch Stromkosten von durchschnittlich etwa 30 €/MWh Kostendeckung.

Geringere spezifische Investitionen für die Rückverstromung (auch unter Einsatz eines Gasturbinenkraftwerks statt einer GuD-Anlage) wirken sich positiv auf die Wirtschaftlichkeit aus beziehungsweise erlauben höhere Stromkosten. Unter sehr günstigen Voraussetzungen (spezifische Investition für die Elektrolyse nur 500 €/kW oder preisgesteuerter Betrieb, jeweils bei Stromkosten von 0 €/MWh während der Überschussphasen) kann sogar der spezifische Erlös für Reformerwasserstoff zur Kostendeckung ausreichen.

SCHLUSSFOLGERUNGEN Im Jahr 2030 sind erhebliche Mengen an Überschussstrom über längere Zeiträume zu erwarten. Damit gibt es Chancen für die Energiespeicherung mittels Wasserstoff. Der untersuchte Typ eines Wind-Wasserstoff-Systems bietet die Möglichkeit, Energie über vergleichsweise lange Zeiträume zu annehmbaren Kosten zu speichern. Dieser Systemtyp („Day ahead"-Betrieb von Elektrolyse und Wiederverstromung) kann weiter optimiert beziehungsweise für andere Anwendungsvarianten modifiziert werden. Grundsätzliche technische Hürden sind nicht zu erkennen, allerdings besteht wesentlicher Bedarf für zielgerichtete Forschung und Entwicklung, bevor der Aufbau solcher beziehungsweise auch kleiner Anlagen mit einer positiven wirtschaftlichen Perspektive in Angriff genommen werden kann.

Es gibt Kombinationen von Randbedingungen, die einen kostendeckenden Betrieb ermöglichen. Insbesondere muss der Strom für die Elektrolyse nicht kostenlos zur Verfügung stehen. Die für den „Standardfall Nordost" ermittelten tragbaren 60 €/MWh liegen über dem aktuellen Niveau am Spotmarkt. Bei geringeren spezifischen Investitionen für die Kernkomponenten kann auch bei höheren Stromkosten Kostendeckung erzielt werden.

Wind-Wasserstoff für Mobilität wird erschwinglich sein und profitabler als die stationäre Nutzung. Andererseits erleichtert das Agieren in zwei sehr unterschiedlichen Marktsegmenten (Strom und Treibstoff) Flexibilität, schafft Synergien und kann das wirtschaftliche Potential verbessern. Dies ist für eine Betriebsphase von (mindestens) 30 Jahren von großer Bedeutung.

Die Integration von Wind-Wasserstoff-Systemen in das Energiesystem ist mit hoher Wahrscheinlichkeit technisch erreichbar und wirtschaftlich tragfähig, kommt aber nicht von selbst. ||

Literatur:
[1] BMWi: Energieszenarien 2011, Berlin, 2011.
[2] BMU: Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global, Leitstudie 2010, Berlin, 2010.
[3] in Anlehnung an Bünger, U.; Weindorf, W.: Well-to-Wheel-Analyse von Elektrofahrzeugen, Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH, 2011.

DANKSAGUNG
Die Autoren danken allen Bearbeitern der Studie und den Mitgliedern des Beirats für die sehr gute Zusammenarbeit bzw. Unterstützung und für die fruchtbaren Diskussionen.

Autoren:

Klaus Stolzenburg
Ingenieurbüro PLANET GbR, Oldenburg
→ k.stolzenburg@planet-energie.de

Dr. Oliver Ehret
NOW GmbH, Berlin
→ oliver.ehret@now-gmbh.de

Detaillierte Informationen aus dieser Studie über das Thema „Wasserstoffspeicherung in Kavernen" werden in der Juli-Ausgabe 2013 der HZwei erscheinen.

Thema: Energiespeicherung | **Autor:** Dieter Kwapis

EINE WINDSTROM-ELEKTROLYSE-ANLAGE FÜR HERTEN

Komplementäre Energieträger für mehr Nachhaltigkeit

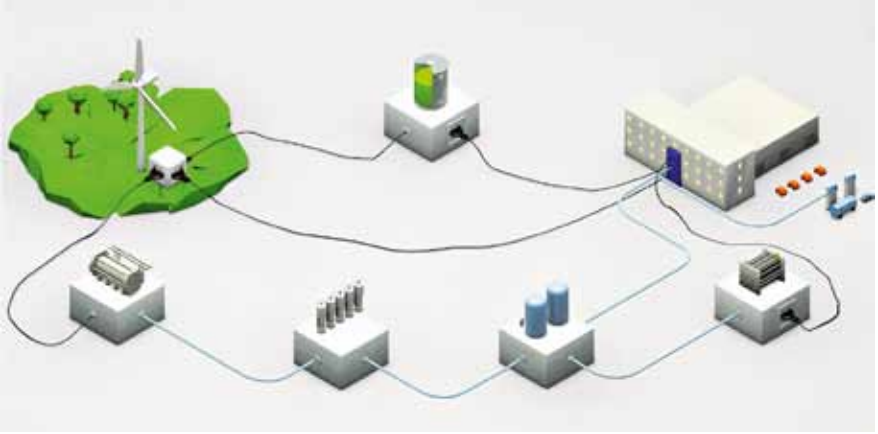


Abb. 1: Anlagenkonzept von der Windkraftanlage bis zum Verbraucher [Quelle: Evonik Industries AG]

Im April 2013 geht die erste dezentrale Windstrom-Elektrolyse-Anlage Nordrhein-Westfalens in Herten in Betrieb. Die Anlage zeigt, wie eine ausschließlich auf erneuerbaren Energien basierende Energieversorgung durch die intelligente Nutzung des Speichers Wasserstoff sicher und stabil erfolgen kann. Nach zweieinhalb Jahren Planung und Aufbau ist mit der Inbetriebnahme ein wesentlicher Meilenstein des Pilotprojekts abgeschlossen. Jetzt beginnen Alltagsbetrieb, wissenschaftliche Untersuchungen sowie Weiterentwicklung des innovativen Anlagenkonzepts. Für die Stadt Herten, die Region nördliches Ruhrgebiet und das Land Nordrhein-Westfalen hat die Anlage schon jetzt Modellcharakter für die Energiewende.

Wasserstoff, Brennstoffzellen, Energiespeicherung, erneuerbare und intelligente Energien – das sind die Stichworte, die heute in Herten für die Zukunftsfähigkeit der Kommune und der Region stehen. Bereits Anfang der 2000er Jahre sahen die Verantwortlichen in Herten in der aufkommenden Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie ein großes Potential, die vorhandenen Infrastrukturen und Ressourcen zu nutzen und neue, qualifizierte und zukunftsfähige Arbeitsplätze zu schaffen. Mit der Errichtung des Anwenderzentrums H2 Herten im Jahr 2009 konnte in dem Energiecluster (7,5 ha) des Zukunftsstandortes Ewald der erste Baustein seiner Bestimmung übergeben werden: 1.800 m² Büro- und 1.200 m² Technikraumflächen, die speziell auf die Bedürfnisse und Ansprüche der Branche ausgerichtet sind, bieten seitdem insbesondere kleinen und mittelständische Unternehmen sowie Neugründungen ideale Forschungs- und Arbeitsbedingungen. Mit dem Aufbau, der jetzt anstehenden Inbetriebnahme sowie dem darauffolgenden Alltagsbetrieb der Windstrom-Elektrolyse-Anlage konnte nun ein weiterer Standortvorteil geschaffen werden, der Hertens Position als Kompetenzzentrum für zukunftsfähige Energiesysteme auf Basis erneuerbarer Energien und Wasserstoff festigt.

Die Windstrom-Elektrolyse-Anlage ist ein Modellprojekt, an dem, unterstützt von der öffentlichen Hand und wissenschaftlich begleitet vom Westfälischen Energieinstitut der Westfälischen Hochschule Gelsenkirchen (WHS), große, mittlere und kleine Unternehmen beteiligt sind. Es setzt Maßstäbe für eine nachhaltige Energieversorgung. Die bei der Konzeption, Umsetzung, Organisation und Finanzierung der Anlage gemachten Erfahrungen spiegeln in kleinem Maßstab die mit der Energiewende einhergehenden Herausforderungen bei der Umgestaltung der Energieversorgung wider. Herten könnte dadurch für viele Städte und Gemeinden zum Vorbild in Sachen nachhaltige und zukunftsorientierte Wirtschaftsförderung und Stadtentwicklung werden. Auch für das Land Nordrhein-Westfalen ist das Projekt einer der wesentlichen Eckpfeiler in den Bemühungen des Landes, sich als international führender Standort für Aktivitäten im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Technologie zu etablieren. Das Projekt gehört zu den Exzellenzprojekten sowohl der Metropole Ruhr als auch des Landes NRW.

Eine der zentralen Herausforderungen der Energiewende ist die Speicherung regenerativ erzeugter Energie, denn sie ist eine Grundvoraussetzung, um die schwankende Stromerzeugung aus Wind und Sonne jederzeit bedarfs- und lastgerecht zur Verfügung stellen zu können. In diesem Zusammenhang bietet sich Wasserstoff als Speichermedium an, da er langfristig gelagert und bei Bedarf wieder verstromt werden kann. Mit der Wind-Elektrolyse-Anlage in Herten wird dieses Prinzip in der Praxis – bis hin zur Netzintegration – realisiert. Das Anlagenkonzept ist in seiner gesamten Form bisher einmalig, es wurde damit technologisches Neuland beschritten. Die Innovation liegt insbesondere in dem bedarfsgesteuerten Zusammenwirken der Komponenten Windkraftanlage, Elektrolyse, Speicher, Brennstoffzelle sowie Verbraucher.

DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

Das oberste Ziel, das mit der neuen Windstrom-Elektrolyse-Anlage verfolgt wird, ist die dezentrale, netzunabhängige, klimaneutrale sowie qualitativ hochwertige und effiziente Energieversorgung einer Gewerbeimmobilie mit Strom und Wasserstoff aus der erneuerbaren Energiequelle Wind. Die Anlage soll jährlich rund 250 Megawattstunden Strom und um die 6.500 Kilogramm Wasserstoff für den Eigenbedarf des Anwenderzentrums H2 Herten erzeugen.

Die Herausforderung bei der Realisierung lag darin, die fluktuierende Windenergie aus der benachbarten Windkraftanlage (WKA) Hoppenbruch so zu nutzen und zu integrieren, dass der veranschlagte Energiebedarf des Anwenderzentrums H2 Herten im täglichen Lastgang tatsächlich zuverlässig, stabil und sicher bedient werden kann. Dazu wurde ein Energiekomplementärsystem (EKS) auf Basis von Wasserstoff entwickelt, das die fluktuierende Windkraft ergänzt (s. HZwei-Heft Okt. 2010).

Die Windkraftanlage, die sich in unmittelbarer Nachbarschaft des Anwenderzentrums H2 Herten auf der Bergehalde Hoppenbruch befindet,

Abb. 2: Das Anwenderzentrum H2 Herten mit PV-Anlage auf dem Dach und H_2-Tank hinterm Gebäude
[Foto: Anwenderzentrum H2 Herten]

ist nicht direkt mit dem Anwenderzentrum gekoppelt. Die Verbindung erfolgt virtuell über einen so genannten Windkraftanlagen-Simulator, der in Echtzeit den Windstrom in das Versorgungssystem einspeist. Für den Fall, dass die Stromproduktion der WKA den Bedarf des Zentrums übersteigt, wird der Überschussstrom direkt in die integrierte Lithium-Ionen-Batteriebank geleitet oder – wenn die Akkus voll sind – über den Elektrolyseur in Wasserstoff umgewandelt und gespeichert.

Im umgekehrten Fall, wenn also bei Flaute zu wenig Windkraft zur Verfügung steht, wird die gespeicherte Energie aus der Batterie und dem Wasserstoff rückverstromt. Die Batterie dient dabei in erster Linie als Puffer für die Konditionierung des Windstromes (Regelenergie), während der Wasserstoff insbesondere bei länger anhaltender Flaute als Reserveleistung sowie zur Deckung eines kurzzeitigen Spitzenbedarfs über das Brennstoffzellensystem verstromt wird.

Die Anlage in Herten kann im Gegensatz zu anderen Pilotanlagen im Bereich der Windstrom-Elektrolyse grundsätzlich ohne Anbindung an das öffentliche Stromnetz, also im Inselbetrieb, gefahren werden. Für die effektive und effiziente Integration regenerativ erzeugten Stroms in die Stromversorgungssysteme wird es zukünftig immer wichtiger sein, den Strom am Ort seiner Erzeugung zu verwenden, sei es zum Eigenverbrauch oder für die Direktvermarktung. Die Anlage bildet somit im kleinen Maßstab (als Minigrid) ein komplettes Energiesystem bestehend aus regenerativer Einspeisung, Energiespeicherung und Energienutzung unter realen Randbedingungen ab.

MARKTFÄHIGE KOMPONENTEN ERFORDERLICH Erst durch den inzwischen sehr weit fortgeschrittenen Entwicklungsstand sowie die Kostenstrukturen bei Brennstoffzellen, Lithium-Ionen-Speichern und Leistungselektronik war es möglich, das Projekt unter den vorhandenen Rahmenbedingungen umzusetzen. Die gilt auch im Hinblick auf die Fortschritte im Bereich der Standardisierung sowie der Definition sicherheitstechnischer Verfahren bei der Nutzung von Wasserstoffsystemen. Dennoch mussten insbesondere im Bereich der Leistungselektronik einzelne Komponenten auf die besonderen Anforderungen des EKS hin ausgelegt werden. So wurde beispielsweise ein bi-direktionaler Wechselrichter entwickelt, den es in dieser Art bisher nicht auf dem Markt gibt.

Bei der Anlage handelt es sich um eine Pilotanlage, die als komplexe und sehr anspruchsvolle Forschungs- und Entwicklungsplattform für zukünftige Energiesysteme konzipiert wurde. Damit aus einem H_2-Energiekomplementärsystem ein verlässliches und hocheffizientes System wird, spielen die Schnittstellen eine wesentliche Rolle. Beim Aufbau und der Inbetriebnahme zeigte sich, dass zwar jede Komponente für sich nach heutigem technischen Stand ausgereift ist, sie sich allerdings nicht ohne weiteres miteinander verschalten lassen. So führte nicht die spezifische Funktion einer einzelnen Komponente zur Beeinträchtigung oder zum Ausfall des Gesamtsystems, sondern dies lag häufig am unausgereiften Zusammenspiel der einzelnen Komponenten.

Im Zuge der Ausschreibungen wurde deutlich, dass die Zahl der Anbieter, die bestimmte Anforderungen beispielsweise an Garantien und Gewährleistungen sowie vertraglich fixierte Laufzeiten der Komponenten gewährleisten können, sehr überschaubar ist. Es erforderte somit bei allen Beteiligten ein hohes Maß an Pioniergeist, Vertrauen und einen ausgeprägten Bereitschaftswillen weit über die vereinbarten Leistungen hinaus, die Anlage in der jetzt zur Verfügung stehenden Qualität zu realisieren. Der Standort in Herten erwies sich dabei als von großem Vorteil, da die für das Projekt erforderlichen Kompetenzen im Ruhrgebiet und in Nordrhein-Westfalen in großem Maß zur Verfügung stehen.

EINRICHTUNG EINES ENERGIELABORS Nach der Inbetriebnahme der Anlage wird sich die Westfälische Hochschule mit der wissenschaftlichen Betreuung befassen. Geplant ist, die Anlage in Form eines Energielabors in den Studienbetrieb einzubinden. Neben der wissenschaftlichen Nutzung durch die Hochschule erhalten interessierte Unternehmen oder Projektgemeinschaften die Möglichkeit, die Anlage nach Inbetriebnahme als Demonstrations- und Versuchsplattform für ihre eigenen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zu nutzen. Für die Stadt und die Stadtwerke Herten ist die Anlage darüber hinaus schon jetzt integraler Bestandteil für die weiteren Umsetzungsschritte des Klimakonzepts *2020+*.

WEITERENTWICKLUNG UND OPTIMIERUNG Über diese Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten hinaus wird die Anlagentechnologie kontinuierlich weiterentwickelt. Im Vordergrund stehen die Optimierung sowie die Entwicklung des Leistungs- und Energiemanagements (Lastmanagement bzw. Supply- & Demand-Management). Die größte Herausforderung ist, Strombedarf und -angebot mit Hilfe der verschiedenen Speicher (Wasserstoff und Batterie) sowie der Wandler (Elektrolyseur, Brennstoffzelle, Batterie) in der Balance zu halten, um damit eine hohe Netzqualität zu gewährleisten.

Mit Hilfe des Simulators können darüber hinaus andere regenerative Energieprofile wie Photovoltaik eingespeist werden. Auch das Lastverhalten des Anwenderzentrums H2 Herten kann (beliebig) simuliert werden. Sobald belastbare Betriebserfahrungen vorliegen, soll im Rahmen eines Wärmenutzungskonzepts auch die im Prozess erzeugte Abwärme für die Versorgung eingebunden werden. ||

→ www.wasserstoffstadt-herten.de

Autor:

Dieter Kwapis
Anwenderzentrum H2 Herten GmbH
→ d.kwapis@h2herten.de

Thema: Energiespeicherung | **Autor:** Olav Hohmeyer

WASSERSTOFF KONTRA WASSERKRAFT

Realisierung einer 100 % regenerativen Stromversorgung

Die notwendige massive Reduktion der Emissionen des Haupttreibhausgases CO_2 zur Verhinderung einer vom Menschen gemachten Klimakatastrophe erfordert eine vollständige Umstellung unserer Stromversorgung auf regenerative Energieträger. In Deutschland könnte eine solche Umstellung über 40 Prozent der CO_2-Emissionen eliminieren. Da die Hauptpotentiale für eine vollständig regenerative Stromerzeugung in der Nutzung von Wind- und direkter Sonnenenergie liegen, werden etwa 70 bis 80 Prozent der zukünftigen Stromerzeugung nicht positiv regelbar sein. Es wird Zeiten großer Überschüsse und Zeiten viel zu geringer direkter Stromproduktion geben.

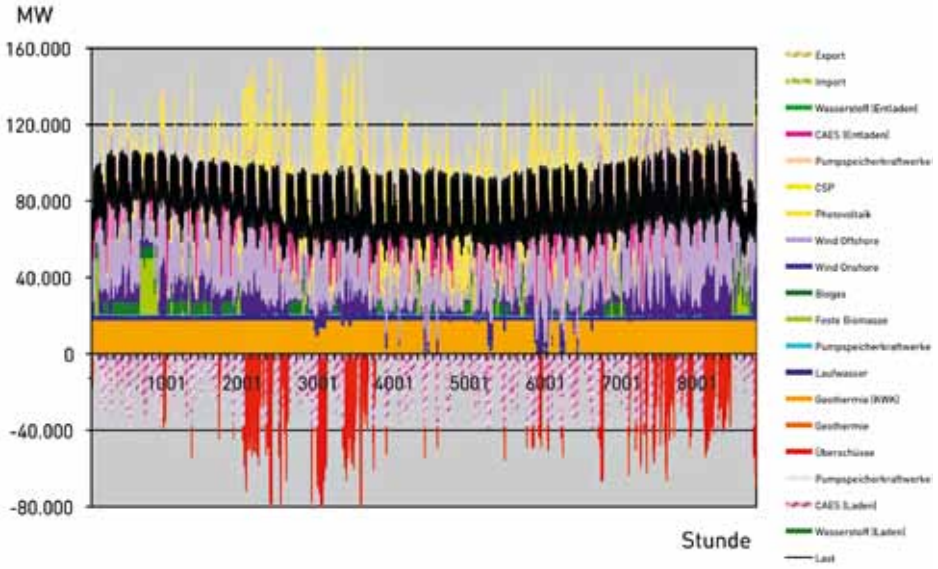


Abb. 1: Szenario 1.a. Stündliche Elektrizitätsnachfrage (schwarze Linie), -produktion aus EE (z.B. solar: gelb) und -überproduktion (Abregelung / rote Balken) in Deutschland im Jahr 2050 (Quelle: SRU, 2011)

Untersuchungen des Sachverständigenrats für Umweltfragen (SRU) haben ergeben, dass neben einem erheblichen Ausbau des Höchstspannungsnetzes Speicherkapazitäten in für Deutschland bisher unbekannten Größenordnungen zur Sicherstellung einer 100 % regenerativen Stromerzeugung erforderlich sein werden[1]. Die größte Herausforderung liegt in der notwendigen saisonalen Verschiebung von etwa 25 TWh Regenerativstrom aus windreichen Wintermonaten in windarme Sommerwochen. Speicher mit einem derartig großen energetischen Volumen stehen in Europa nur in zwei Formen zur Verfügung: Wasserkraftspeicher in Norwegen (84 TWh), Schweden (32 TWh) und den Alpenländern Österreich (3 TWh) und Schweiz (9 TWh) mit einem gesamten Speichervolumen von etwa 128 TWh[2] oder Gasspeicher, die aus Strom erzeugten Wasserstoff oder Methan in Deutschland in sehr großen Volumina (> 200 TWh) in der vorhandenen Erdgasinfrastruktur (Methan) speichern könnten.

Die Frage ist nun, ob Wasserstoff- und Methanspeicher als saisonale Großspeicher zu den bereits existierenden Wasserkraftspeichern in Norwegen konkurrenzfähig sein werden. Falls ja, wird sich die Weiterentwicklung dieser Speichertechnologien kommerziell auszahlen und hinreichende Anreize bieten, in großem Umfang in die Erzeugung und Speicherung von Wasserstoff oder Methan aus temporär überproduziertem Wind- und Sonnenstrom zu investieren.

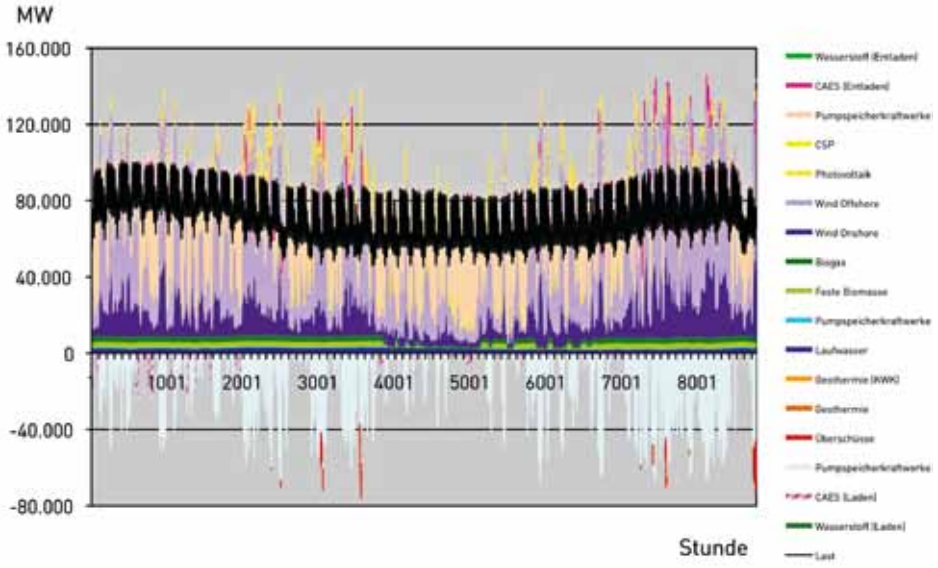


Abb. 2: Szenario 2.1.a. Stündliche Elektrizitätsnachfrage (schwarz), -produktion aus EE und -überproduktion (Abregelung, rot/hell-blau) in Deutschland, Dänemark und Norwegen im Jahr 2050 (Quelle: SRU, 2011)

Tab. 1: Szenarien für eine vollständig regenerative Stromversorgung

Szenario-familie	Charakterisierung	Nachfrage in DE 2050: 500 TWh/a	Nachfrage in DE 2050: 700 TWh/a
1	**Vollständige Selbstversorgung Deutschlands**	Szenario 1.a DE 100 % SV-500	Szenario 1.b DE 100 % SV-700
2	**Vollständige Selbstversorgung Deutschlands bezogen auf jährliche Produktion Austausch von max. 15 % der Jahresarbeit mit DK/NO möglich**	Szenario 2.1.a DE–DK–NO 100 % SV-500	Szenario 2.1.b DE–DK–NO 100 % SV-700
	Maximal 15 % Nettoimport aus DK/NO zulässig (und Austausch von max. 15 % der Jahresarbeit)	Szenario 2.2.a DE–DK–NO 85 % SV-500	Szenario 2.2.b DE–DK–NO 85 % SV-700
3	**Maximal 15 % Nettoimport aus EUNA möglich (und Austausch von max. 15 % der Jahresarbeit)**	Szenario 3.a DE–EUNA 85 % SV-500	Szenario 3.b DE–EUNA 85 % SV-700

DE = Deutschland, DK = Dänemark, NO = Norwegen, EUNA = Europa und Region Nordafrika (Anteile der Landflächen Algeriens, Marokkos, Tunesiens, Libyens, Ägyptens), SV = Selbstversorgung [Quelle: SRU 2010]

UNTERSUCHUNG MIT ACHT SZENARIEN Der im Jahr 1972 von der Bundesregierung eingerichtete Sachverständigenrat[1] untersuchte in seinen Berechnungen für das Zieljahr 2050 acht verschieden Szenarien für eine 100 % regenerative Stromversorgung für Deutschland (D), für einen Verbund aus Deutschland, Dänemark und Norwegen sowie für Europa plus Nordafrika (EUNA, s. Tab. 1). Die Szenarioberechnungen wurden vom DLR mit Hilfe des Optimierungsmodells *REMix* durchgeführt, das für jede Stunde des Zieljahrs eine kostenminimale Mischung aus verschiedenen Erzeugungs- und Speichertechnologien berechnete[3]. Für eine Verbrauchsentwicklung mit relativ hohen Effizienzgewinnen ging der Sachverständigenrat von einer Nachfrage von etwa 500 TWh/a in Deutschland und knapp 5.000 TWh/a in Europa plus Nordafrika aus. Für den Fall, dass es nicht gelingen sollte, erhebliche Effizienzpotentiale zu realisieren, gingen die Autoren von etwa 700 TWh/a in Deutschland und knapp 7.000 TWh/a in der EUNA-Region aus. In allen Szenarien konnte gezeigt werden, dass eine zu 100 % regenerative Elektrizitätsversorgung für alle Länder möglich ist. Als Speichertechnologien wurden im Wesentlichen Druckluftspeicher mit Abwärmenutzung, Wasserstoffspeicher und Pumpspeicher in Skandinavien betrachtet. Deutsche Pumpspeicher wurden aufgrund ihres relativ geringen Speichervolumens fast ausschließlich für so genannte Systemdienstleistungen vorgehalten.

Um zu demonstrieren, dass in Deutschland eine komplett erneuerbare Elektrizitätsversorgung auch unter den widrigsten Umständen realisierbar ist, wurde in den ersten beiden Szenarien (1.a und 1.b) davon ausgegangen, dass keinerlei Netzverbindung mit dem Ausland besteht. Die deutsche Nachfrage musste daher in jeder Stunde des Jahres ausschließlich aus deutschen regenerativen Energiequellen oder Energiespeichern in Deutschland gedeckt werden. Abbildung 1 zeigt für Szenario 1.a (500 TWh/a), dass eine solche vollständig autarke Versorgung mit Ökostrom möglich ist. Gleiches konnte auch für Szenario 1.b (700 TWh/a) gezeigt werden. Zur Bereitstellung einer angenommenen Jahreshöchstlast von 81 GW mussten im Autarkieszenario 230 GW Erzeugungsleistung installiert werden.

Es wurden Druckluftspeicher mit einer Leistung von 32 GW eingesetzt, um insgesamt 33,5 TWh/a Strom zu speichern. Dennoch kam es zu einer nicht gespeicherten Überproduktion von rund 53 TWh/a (s. Abb. 1: rote Balken unterhalb der Nulllinie). Dies erstaunte umso mehr, als das Modell jede beliebige Speichermenge auf der Basis von Wasserstoff bereitstellen durfte. Offensichtlich wurde der Wasserstoff aber deshalb nicht als Speicher genutzt, weil er im Vergleich zur Installation großer Überkapazitäten und zur damit erforderlichen Abregelung von 53 TWh/a zu teuer ist. Das Optimierungsmodell greift in keiner Stunde des Jahres auf die Option der Wasserstoffspeicherung zurück. Die vom DLR zu Grunde gelegten Kosten und Wirkungsgrade der verschiedenen Speichertechnologien sind in SRU 2011 (S. 158 ff)[1] im Detail angegeben. Szenario 1.a zeigt, dass in Deutschland zwar in ausreichendem Maße regenerativer Strom erzeugt werden kann, dass aber kostengünstige Speicher fehlen. Die resultierenden durchschnittlichen Stromgestehungskosten liegen bei rund 9 Cent/kWh beziehungsweise 90 Euro/MWh.

ÜBER DEUTSCHLANDS GRENZEN HINAUS Erweiterte man die betrachtete Region nur geringfügig um die Länder Norwegen und Dänemark, so veränderte sich das Bild schlagartig, selbst wenn jedes der drei Länder seine im Zieljahr nachgefragte Strommenge ausschließlich inländisch produzieren

musste (Szenario 2.1.a). Wie Abbildung 2 zeigt, verschwand die rote Farbe der abgeregelten Überproduktion bis auf wenige Stunden im Jahr. An die Stelle der Abregelung trat die Einspeicherung in norwegische Speicherseen. Eine Pumpen- und Turbinenleistung von etwa 42 GW in Norwegen ersetzte rund 67 GW in Deutschland installierter Erzeugungsleistung und etwa 14 GW deutscher Druckluftspeicher. Insgesamt wurden 76,4 TWh/a Strom aus Norwegen reimportiert. Die Überproduktion sank auf 0,2 TWh/a[1].

Auch in diesem Szenario, wie auch in jedem anderen der acht untersuchten Szenarien, wurde die Speicheroption Wasserstoff in keiner Stunde des Jahres eingesetzt. Die Kosten für den aus Norwegen reimportierten Strom beliefen sich auf circa 11,0 Cent/kWh. Durch die mögliche Reduktion der installierten Erzeugungskapazitäten konnten die durchschnittlichen Stromgestehungskosten von 9 auf 7 Cent/kWh gesenkt werden[1]. Auch der Einsatz der Biomasse veränderte sich. Kann man in Abbildung 1 noch sehen, dass Biomasse vor allem für kurze Perioden mit hoher Leistung verstromt wurde, um Defizite bei der Wind- und Solarstromproduktion auszugleichen, so wurde die eingesetzte Biomasse im Szenario 2.1.a ausschließlich in Kraft-Wärme-Kopplung eingesetzt. Abbildung 2 zeigt entsprechend ein bis auf die Sommermonate durchgehendes Erzeugungsband aus Biomasse.

PUMPSPEICHER IM VORTEIL Offensichtlich ist die Pumpspeicherlösung in Norwegen bei den von der DLR getroffenen Annahmen sehr viel kostengünstiger als die Nutzung von Wasserstoff als Speichermöglichkeit in Deutschland. Auch wenn diese Annahmen einer genauen Überprüfung und intensiven wissenschaftlichen Diskussion unterzogen werden müssen, sprechen doch einige Punkte dafür, dass dieses Ergebnis robust ist. So verfügt die norwegische Pumpspeicherlösung über zwei gravierende Vorteile:

Erstens sind alle notwendigen Speichervolumina bereits vorhanden, da das norwegische Wasserkraftsystem über eine Vielzahl von Speicherkraftwerken verfügt, die als mehrstufige Kaskaden großer Speicherseen angelegt sind. Die Pumpspeicherlösung erfordert daher lediglich die Nachrüstung vorhandener Anlagen um zusätzliche Pumpen, Turbinen und Generatoren sowie eine Erweiterung der Tunnelquerschnitte zwischen den vorhanden Speicherseen. Die Saisonalität des norwegischen Wasserkraftsystems (Speicherung im Frühjahr und Sommer für den nächsten Winter) ergänzt sich ideal mit der Saisonalität des deutschen Speicherbedarfs.

Zweitens liegen die Gesamtverluste der Speicherung einschließlich der Leitungsverluste von Deutschland nach Norwegen und zurück bei etwa 30 bis 35 %, während die Zwischenspeicherung in Wasserstoff mit einer Rückverstromung je nach Annahme Verluste von 70 bis 80 % aufweist.

FAZIT Der massive Einsatz von Wasserstoff zur Langfristspeicherung von überschüssigem regenerativ erzeugtem Strom erscheint vor dem Hintergrund dieser ersten systematischen Ergebnisse wenig wahrscheinlich. Auch wenn graduelle Verbesserungen bei den Wirkungsgraden der verschiedenen Systemkomponenten der Wasserstofferzeugung, -speicherung und -rückverstromung erreicht werden sollten, so ist es extrem unwahrscheinlich, dass jemals vergleichbare Wirkungsgrade wie in der Pumpspeicherung erreicht werden können. Es scheint auch kaum wahrscheinlich, dass alle Systemkomponenten der Wasserstoffspeicherung so billig werden, dass der notwendige Kostenvorteil zum Ausgleich des systematischen Wirkungsgradnachteils erreicht werden kann.

Es ist eher abzusehen, dass die Speicherung von Überschussstrom in Wasserstoff vor allem dadurch ihre Bedeutung erlangen wird, dass sie eine Obergrenze für die Preise der saisonalen Pumpspeicherung markieren kann. Trotz einer langfristig wohl eher quantitativen Nutzung kann eine systematische Kostensenkung für die Wasserstoffspeichertechnologie durch weitere Forschung und Entwicklung erheblichen volkswirtschaftlichen Nutzen durch die Begrenzung der Marktpreise für die notwendige Langfristspeicherung von Wind- und Solarstrom stiften. Da hiervon aber vor allem die Elektrizitätsverbraucher und nicht die Hersteller der Wasserstofftechnologien profitieren werden, müssen diese Kostenreduktionen im Wesentlichen durch staatliche Förderung erreicht werden. ||

Literatur:
[1] Sachverständigenrat für Umweltfragen (2011): „Wege zur 100 % erneuerbaren Stromerzeugung", Sondergutachten, Erich Schmidt Verlag, Berlin
[2] Vgl. Prognos AG (2012): „Bedeutung der internationalen Wasserkraft-Speicherung für die Energiewende", Gutachten im Auftrag des Weltenergierat Deutschland, Berlin, S. 37
[3] DLR (2010): Möglichkeiten und Grenzen der Integration verschiedener regenerativer Energiequellen, Berlin: Sachverständigenrat für Umweltfragen. Materialien zur Umweltforschung 42

Autor:
Prof. Dr. Olav Hohmeyer
Zentrum für nachhaltige Energiesysteme,
Universität Flensburg
ehem. Mitglied des Sachverständigenrats
für Umweltfragen
→ hohmeyer@deutschland.ms

Fünfter Deutscher Elektro-Mobil Kongress

www.e-mobil-kongress.de

25. + 26. Juni 2013 in Essen
Jetzt anmelden!

- Leitkongress für Innovationen, Konzepte und Perspektiven im Bereich Elektro-Mobilität am 25. und 26. Juni 2013
- Mehr als 30 Fachvorträge rund um „Leuchtturmprojekte", „Mobilitätskonzepte und Nutzerakzeptanz", „Geschäftsmodelle", „Fahrzeugkonzepte" sowie „Forschung und Entwicklung" bei Batterie, Fahrzeugen und Lade-Infrastruktur
- rund 300 Teilnehmer
- Probefahren mit Elektrofahrzeugen und Ausstellung von Ladestationen und Zweiräder auf dem Willy-Brandt-Platz in der Essener Innenstadt
- Fachausstellung für Unternehmen im Haus der Technik

Alle Infos unter www.e-mobil-kongress.de

Partner
ElektroMobilität NRW
AutoCluster.NRW Cluster Nordrhein-Westfalen
EnergieAgentur.NRW

Ansprechpartner
Bernd Hömberg: +49 201 1803-249
E-Mail: b.hoemberg@hdt-essen.de
Susanne Kernebeck: +49 201 1803-262
E-Mail: s.kernebeck@hdt-essen.de

HAUS DER TECHNIK
Außeninstitut der RWTH Aachen
Kooperationspartner der Universitäten Duisburg-Essen
Münster - Bonn - Braunschweig

SIEMENS TESTET CO_2RRECT

Das neue CO_2RRECT-Elektrolysesystem im Innovationszentrum Kohle [Foto: RWE]

Im Januar 2013 ist ein Demonstrator des PEM-Elektrolyseurs von Siemens Industry beim Energieversorger RWE in Betrieb gegangen. Das in einen Container integrierte 300-kW_{max}-System aus der Hydrogen-Solutions-Abteilung von Dr. Manfred Waidhas soll bis Oktober 2013 am Kraftwerksstandort Niederaußem im Innovationszentrum Kohle innerhalb eines Power-to-Gas-Projektes getestet werden. Es produziert pro Stunde zwei bis sechs Kilogramm Wasserstoff. RWE beabsichtigt, auf diesem Wege sowohl aus erneuerbaren Energien erzeugten Strom speichern und gleichzeitig Kohlendioxid an Wasserstoff binden und somit Methan herstellen zu können. Dr. Sebastian Bohnes von RWE Power erklärte: „Wir werden netzspezifische Lastprofile sowie die Einspeise-Charakteristik realer Windparks simulieren." Dr. Ulrich Hartmann, Vorstand für Forschung und Entwicklung bei RWE Power, ergänzte: „In unserem Innovationszentrum Kohle untersuchen wir unterschiedliche Möglichkeiten, wie wir überschüssige Energie speichern und nutzen können. Das wird mit dem weiteren Ausbau der Regenerativen immer wichtiger." Das Projekt wird im Rahmen der seit 2010 laufenden Forschungsinitiative *CO_2RRECT*, an der sich rund ein Dutzend Institutionen aus Industrie und Forschung beteiligen, vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert. Als nächster Schritt soll eine Systemgeneration im Megawattbereich folgen (frühestens 2015), bei der H_2-Produktion dann nicht mehr einen fünfstelligen Euro-Betrag pro Kilowatt elektrischer Anschlussleistung kostet. Stattdessen soll der Preis bis zum Ende dieses Jahrzehnts bei unter 1.000 Euro pro Kilowatt liegen. ||

H_2 UND BIOGAS FÜRS BHKW

Um bei der Nutzung von Wasserstoff einen maßgeblichen Schritt voranzukommen, hat die EnviTec Biogas AG unter dem Namen „Power-to-Biogas" ein Konzept entwickelt, bei dem Wind- und Solarenergie gespeichert werden können, bei dem aber „die aufwändigen Zwischenschritte zur Einspeisung des Wasserstoffs in das Erdgasnetz" – wie es von Firmenseite heißt – entfallen. EnviTec zieht dafür Bioenergie zur Herstellung von Wasserstoff heran, allerdings favorisiert das Lohner Unternehmen die Verwendung von Biogas anstelle von Biomasse. Wie der niedersächsische Biogasanlagenbauer Ende Januar 2013 mitteilte, beabsichtigt er, den per Elektrolyse und mit Hilfe von Windstrom erzeugten Wasserstoff direkt in ein Biogas-Blockheizkraftwerk (BHKW) einzuspeisen und zu verbrennen. Nach Unternehmensangaben würde hierbei erstens die erforderliche Menge an Substrat (z.B. Mais) um zehn Prozent reduziert, während zweitens gleichzeitig die „hervorragenden Grundeigenschaften von Biogasanlagen für die regenerative Stabilisierung des Stromnetzes" genutzt werden. Der Geschäftsführer der EnviTec Energy GmbH & Co. KG, Alfred Gayer, sagte: „Die benötigte Regelenergie von 2.500 MW in der Minutenreserve könnte alleine von Biogasanlagen übernommen werden." Gleichzeitig gestand er jedoch ein, dass die Voraussetzungen für die praktische Umsetzung erst noch zu schaffen seien. ||

BESTELL-FORMULAR

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

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

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

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

Firma/Name Vorname

Straße

PLZ, Ort

Ort, Datum 1. Unterschrift

Ort, Datum 2. Unterschrift

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

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

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

GRUNDSÄTZLICH REALISIERBAR

Evaluierung über die Bereitstellung von Bio-Wasserstoff

Neben Windkraft gilt auch Biomasse als aussichtsreicher Kandidat, um Wasserstoff auf Basis erneuerbarer Energien herzustellen. Allerdings liegt Bio-Wasserstoff derzeit noch deutlich gegenüber Wind-Wasserstoff im Hintertreffen, obwohl schon seit Jahren an verschiedenen H_2-Herstellungsmöglichkeiten mit Hilfe von Bioenergie geforscht wird. Um herauszubekommen, welche Verfahren und Technologien aus der Bioenergiebranche am ehesten geeignet sind, hat die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) eine Studie in Auftrag gegeben, deren vorläufige Ergebnisse am 12. Februar 2013 in Berlin zur Diskussion gestellt wurden.

Hy-Now-Koordinator Dr. Oliver Ehret

Über zwei Jahre hinweg hat das Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ) im Auftrag der NOW gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) sowie der Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH (LBST) verschiedene Bereitstellungsverfahren analysiert und die jeweiligen technischen, ökonomischen sowie ökologischen Aspekte bewertet. Es ging dabei vorrangig um die Fragestellung, welches Verfahren am ehesten geeignet ist, um kurzfristig – also innerhalb von drei bis fünf Jahren – Wasserstoff auf Basis von Biomasse an Tankstellen anbieten zu können.

Hintergrund dieser *Hy-NOW*-Studie ist, dass „die CO_2-Ziele der Bundesregierung nicht ohne Wasserstoff aus erneuerbaren Energien erreicht werden können", wie es NOW-Geschäftsführer Dr. Klaus Bonhoff in seiner Begrüßungsrede formulierte. Bonhoff erklärte: „Der Verkehrssektor muss langfristig dekarbonisiert werden." Weiter sagte er: „Wir haben verstanden, dass nur ein Portfolio verschiedener Technologien zum Ziel führt", womit er gleichzeitig auf die zweite NOW-Studie hinwies, die nur zwei Wochen zuvor ebenfalls in Berlin zur Diskussion gestellt worden war und das Thema „Wind-Wasserstoff" behandelte (s. S. 13).

Dr. Oliver Ehret, der die Bio-Wasserstoff-Evaluierung seitens der NOW betreute, zog in seinem Vortrag die *GermanHy*-Studie aus dem Jahr 2008 heran und stellte mit Blick darauf fest: „In allen Szenarien stellte Wind den größten Anteil bei der Wasserstoffproduktion. Je nach Szenario bildete aber auch Biomasse einen wesentlichen Prozentsatz." Deswegen, sagte der NOW-Programmleiter Wasserstoff-Bereitstellung, liege auch heute noch der Fokus bei der Herstellung von Wasserstoff für den Automobilsektor auf Wind und Biomasse. Weiterhin stellte Ehret fest, dass heute schon Bio-Wasserstoff aus Glyzerin in Brennstoffzellenfahrzeugen der Clean Energy Partnership (CEP) verfahren wird, ebenso wie auch Wind-Wasserstoff.

MÖGLICH, ABER AUCH SINNVOLL? Die vorgelegte Studie soll eine Abschätzung ermöglichen, ob und wie das Thema Bio-Wasserstoff im aktuell laufenden Nationalen Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) Berücksichtigung finden kann. Dafür wählte das DBFZ zunächst im Rahmen einer unverbindlichen Auswahl (Pre-Screening) mit Hilfe eines Bewertungssystems drei in Frage kommende Herstellungsverfahren aus: Die ersten beiden arbeiteten nach der allothermischen Wirbelschichtvergasung, wobei sich eines am Güssinger-Konzept orientierte und das andere am so genannten *Heatpipe*-Prinzip. Die dritte ausgewählte Technologie war die Dampfreformierung von Biomethan, die analog zur Erdgasreformierung bereits heute großtechnisch realisierbar ist. Klaus Bonhoff stellte auf Nachfrage klar, dass mit der Auswahl dieser Verfahren keine Vorfestlegung für etwaige spätere Förderungsmaßnahmen getroffen wird. Anschließend analysierten die Wissenschaftler die verschiedenen Teilaspekte des gesamten Energieumwandlungspfades, vom Anbau der Biomasse über die bio-thermische Umwandlung und die Speicherung bis hin zur Distribution.

Bei der technologischen, ökologischen und ökonomischen Analyse kam heraus, dass die Erzeugung von Wasserstoff aus Biomasse grundsätzlich kurzfristig möglich ist. Nach heutigem Ermessen gibt es ein ausreichendes Potential an Biomasse und landwirtschaftlicher Nutzfläche für die H_2-Herstellung. Ehret gab jedoch zu bedenken, dass Biomasse zwar durchaus einen Beitrag zur H_2-Produktion leisten kann, dass die Potenziale aber dennoch nicht unbegrenzt sind. Ökologisch betrachtet ist mit einer Verringerung der Treibhausgasemissionen zu rechnen, so dass die Zielvorgaben der Europäischen Union erfüllt werden. Katja Oehmichen vom DBFZ bezifferte das Treibhausgas-Minderungspotential auf 48 bis 71 Prozent gegenüber dem fossilen Referenzwert der EU RED (EU-Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energien aus erneuerbaren Quellen). Die Bereitstellungskosten für Bio-Wasserstoff wären unterhalb des heutigen Kilopreises angesiedelt. Gemäß der ökonomischen Bewertung von Konstantin Zech, ebenfalls vom Biomasseforschungszentrum aus Leipzig, lagen sie bei 6,50 bis 9,10 Euro, wobei insgesamt 30 bis 40 % dieser Kosten von der Wasserstoffdistribution verursacht wurden.

Trotz dieser positiven Studienergebnisse kam während der Diskussion die Frage auf, ob denn die Nutzung von Bio-Wasserstoff überhaupt sinnvoll ist oder ob nicht die Nutzung des Zwischenprodukts Biomethan – beispielsweise durch die Einspeisung ins Erdgasnetz – ratsamer sei.

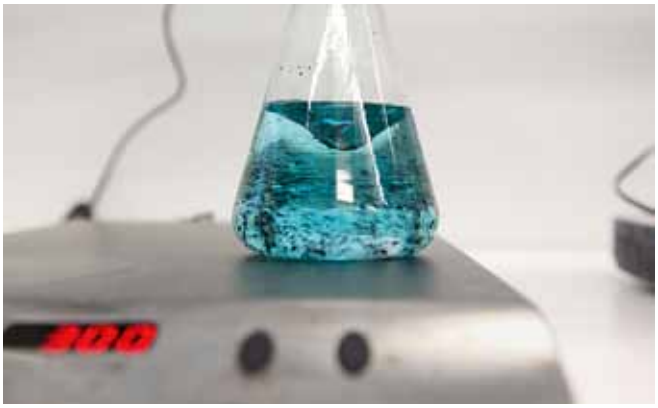
WIND-WASSERSTOFF AM WICHTIGSTEN Während der gesamten, teils kontrovers geführten Ergebnisdiskussion zeigte sich, dass derzeit noch viele Fragen offen sind und weiterhin erheblicher Klärungsbedarf besteht. Die vielen verschiedenen Verfahren und Technologien im Bereich der Bioenergietechnik machen einen Vergleich und eine unvoreingenommene Betrachtung schwer möglich. Dementsprechend brachte die Studie keinen klaren Gewinner hervor. Als Zwischenergebnis konnte zwar festgestellt werden, dass Bio-Wasserstoff grundsätzlich realisierbar ist – auch vor wirtschaftlichem Hintergrund. Um aber detailliertere Aussagen über die am besten geeigneten Umwandlungspfade treffen

zu können, bedarf es noch weiterer Analysen, bei denen Bio-Wasserstoff auch mit Wind-Wasserstoff und Industrie-Wasserstoff verglichen werden sollte.

Als Quintessenz bleibt festzuhalten, was Dr. Ehret bereits zu Anfang der Ergebnisdiskussion konstatierte hatte: „Wind ist die wichtigste Energie für die Wasserstoffherstellung." Ob Biomasse kurzfristig ebenfalls einen entscheidenden Beitrag beisteuern wird, bleibt abzuwarten. ||

Dieser Beitrag über Bio-Wasserstoff bildet den Auftakt zu einer näheren Betrachtung dieser Thematik, die im Juli-Heft der HZwei folgen wird. Dann werden das Deutsche Biomasseforschungszentrum und das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) detaillierter von ihren wissenschaftlichen Erkenntnissen, die im Rahmen dieser Studie erlangt wurden, berichten.

WÄSSRIGE BIOMASSE ZUR H_2-HERSTELLUNG



Nass-chemische Abscheidung [Foto: Georg Pöhlein]

Anfang des Jahres hat *SysFuelCat* begonnen, ein europäisches Forschungsprojekt, bei dem über vier Jahre hinweg die Erzeugung von Wasserstoff aus nasser Biomasse analysiert und verbessert werden soll. Der Fokus der Arbeiten, die von der Bayerischen Forschungsallianz (BayFOR) koordiniert werden, liegt auf dem Verfahren des katalytischen Reformierens von wässrigen oder wasserlöslichen biogenen Ausgangsstoffen, dem so genannten *Aqueous Phase Reforming* (APR). Das Ziel dieses von der Europäischen Union mit 3,5 Mio. Euro geförderten Projekts ist, neue Katalysatormaterialien zu finden, die die bisher verwendeten Edelmetalle Platin und Palladium zumindest teilweise substituieren können. Neben BayFOR haben sich dafür sechs Forschungsinstitutionen und drei Unternehmen aus Deutschland, Finnland, Großbritannien, Italien, den Niederlanden, Russland und Spanien zusammengeschlossen. Prof. Bastian J. M. Etzold von der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg erklärte: „Das Konsortium ist sich sicher, mit der neuen Entwicklung den Anteil an nachhaltig produzierten Energieträgern in Zukunft zu steigern und so einen entscheidenden Beitrag zur Energiepolitik der Europäischen Union zu leisten." Das *SysFuelCat*-Projekt soll mit dazu beitragen, dass die EU bis zum Jahr 2020 die Treibhausgasemissionen um 20 Prozent verringert, den Anteil der erneuerbaren Energien auf 20 Prozent erhöht und den Energieverbrauch um 20 Prozent reduziert. Wasserstoff soll dabei eine zentrale Rolle einnehmen. ||

PILOTPROJEKT UNTERELBE

Anfang des Jahres haben sich insgesamt 17 Unternehmen im Rahmen eines Pilotprojekts zur Analyse einer Wind-Wasserstoff-Wirtschaft zusammengeschlossen. Die Chemie- und Energiefirmen trafen sich am 17. Januar 2013 in Laatzen bei Hannover mit mehreren Verbänden und Landkreisen verschiedener norddeutscher Bundesländer. Gemeinsam wollen sie untersuchen, wie die Aussichten für den Energiespeicher Wasserstoff sind und wie Anreizsysteme für eine verstärkte Nutzung von Wind-Wasserstoff aussehen könnten.Dafür beauftragten sie die Unternehmensberatung Ernst & Young, eine der ersten überregionalen Studien dieser Art in Deutschland anzufertigen. Alexander Warstat vom Verband der Chemischen Industrie (VCI) erklärte: „Bisher gab es nur kleinere Untersuchungen. Nun sollen Chancen, Rahmenbedingungen und Anreizsysteme für eine wirtschaftliche Nutzung von Wasserstoffspeichern genauer geprüft werden." Dr. Martin Altrock vom Projektpartner Becker Büttner Held (BBH) ergänzte: „Die alternativen Verwendungsmöglichkeiten des Windwasserstoffs betrachten wir als einen großen Vorteil gegenüber anderen Speichertechnologien, und dies könnte auch mögliche Kostennachteile kompensieren." Betrachtet werden soll die Region an der Unterelbe rund um Stade, und zwar sowohl auf niedersächsischer als auch auf schleswig-holsteinischer Seite. Die Koordinierung liegt bei der ChemCoast e. V., einer Initiative des VCI Nord. ||

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: Entwicklung | **Autoren:** Anneke Georg, Ulf Groos

KORROSIONSSCHUTZ IN BRENNSTOFFZELLEN

Chemische Beständigkeit von Komponenten in BZ-Systemen

Die Komponenten von PEM-Brennstoffzellen und -systemen sind zum Teil einer äußerst aggressiven Atmosphäre ausgesetzt. Viele Materialien korrodieren dadurch im Laufe der Zeit, was wiederum zur Schädigung der Brennstoffzelle durch herausgelöste Bestandteile oder zum Ausfall der Komponente führen kann. Um dies zu verhindern, muss bei der Auswahl der Komponenten für Brennstoffzellensysteme auf die besonderen Anforderungen auch hinsichtlich der chemischen Beständigkeit geachtet werden. Dazu sind die Datenblätter der Komponenten aber nicht ausreichend. Deshalb wurden am Fraunhofer Institut für solare Energiesysteme ISE Beständigkeitstests entwickelt, die wichtige Hinweise für die Auswahl der Komponenten liefern.

Für viele Komponenten von Brennstoffzellen und -systemen herrschen während des Betriebs mitunter sehr harte Bedingungen: Die Temperaturen liegen zwischen -40 und +80 °C. Zudem sind die medienführenden Komponenten wegen der häufig befeuchteten Gase sowie durch das auftretende Produktwasser ständig mit Wasser oder Wasserdampf in Kontakt. Darüber hinaus entstehen durch Nebenreaktionen Säuren, die die Anforderungen an die chemische Beständigkeit noch weiter erhöhen. Bei Brennstoffzellkomponenten kommt zum Teil noch eine Beanspruchung infolge elektrischer Ströme hinzu.

ANALYSE DES PRODUKTWASSERS Um die in Brennstoffzellen herrschenden Bedingungen und sowohl die Ursache als auch die Auswirkung von Korrosion an Komponenten näher zu untersuchen, wurden am Fraunhofer ISE Produktwasseranalysen durchgeführt. Dazu wurde zunächst der pH-Wert bestimmt. Die Anionen wurden mit Hilfe von Ionenchromatografie gemessen. Ferner wurde mit Hilfe der Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (Inductively Coupled Plasma – Mass Spectroscopy, ICP-MS) eine Elementanalyse durchgeführt. Mit dem ICP-MS-Verfahren können Elemente in der flüssigen Phase bereits in sehr geringen Konzentrationen nachgewiesen werden.

Als Ergebnis der Analyse kann festgestellt werden, dass folgende Säuren im Produktwasser vorkommen können: H_2O_2 als Nebenprodukt durch Gas-Crossover, HNO_3, das sich aus Stickoxiden der Luft bildet, sowie HF und H_2SO_4 als Zersetzungsprodukte der Membran. Die Bildung von H_2O_2 ist aus der Literatur bekannt[3]. HNO_3, HF und H_2SO_4 wurden durch Ionenchromatografie nachgewiesen. Im Allgemeinen ist das Produktwasser von Brennstoffzellen umso saurer, je stärker die Zellen gealtert sind, der Fluorgehalt steigt allerdings mit dem Alterungszustand an[3]. Nach eigenen Erfahrungen sinkt der pH-Wert nach wenigen Wochen Dauerbetrieb auf etwa 4, auch wenn die Zelle sonst noch keine irreversiblen Alterungseffekte zeigt. Bei geschädigten Zellen wurde auch pH = 3 gemessen, während in der Literatur auch pH = 1 genannt wird[1].

Mit der Elementanalyse wurden zudem Na, Si, Al, Mn, Fe, Ni sowie Ba in unterschiedlichen Konzentrationen (0 bis 1 mg/l) je nach Zelle und Betriebsbedingungen nachgewiesen. Diese Elemente können sich aus den Komponenten der Brennstoffzelle und der Peripherie lösen.

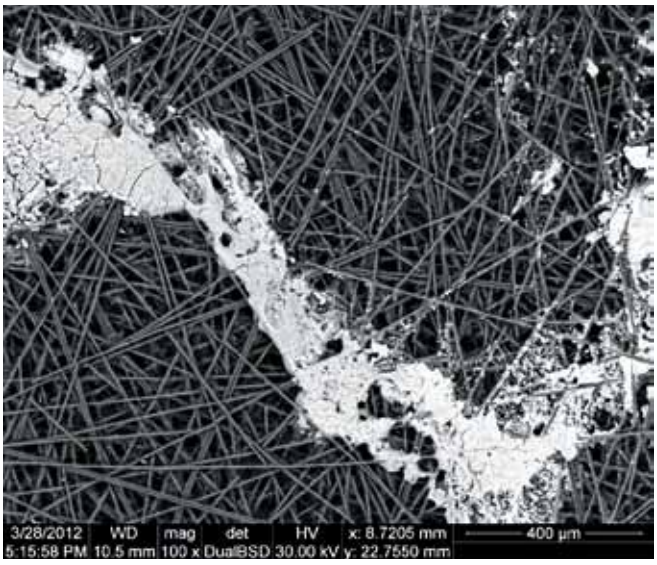


Abb. 1: REM/EDX-Messung: Ablagerungen von Cr, Mn, Fe, Ni, Ca auf der GDL nach Dauerbetrieb

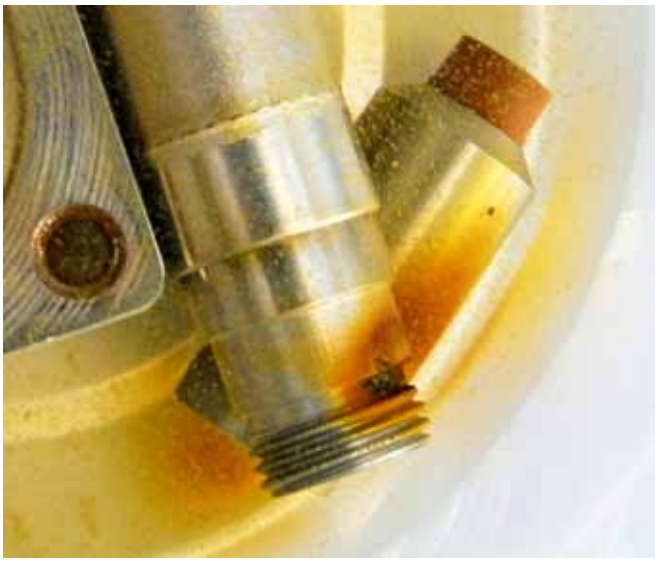


Abb. 2: Korrodierte Ventilteile in DI-Wasser

AUSWIRKUNGEN VON VERUNREINIGUNGEN Hohe Konzentrationen von Verunreinigungen können ein Alarmzeichen über den Zustand der Komponenten sein, gleichzeitig aber auch die Brennstoffzelle schädigen. Abb. 1 zeigt entsprechende Ablagerungen, die mit Hilfe des Verfahrens der Energiedispersiven Röntgenspektroskopie (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy, EDX) als Cr, Mn, Fe, Ni und Ca identifiziert wurden.

Ein anderer wichtiger Schädigungsmechanismus von Verunreinigungen ist die chemische Zersetzung der Membran: Die PTFE-Membran, die normalerweise gegen H_2O_2 sehr beständig ist, kann sich in Anwesenheit von Metallionen in H_2O_2 chemisch zersetzen[3]. Besonders stark katalysieren Fe und Cu diese Zersetzung[4]. Ein weiterer Effekt betrifft alle Kationen (außer Li^+): Diese können an Stelle der Protonen in die Sulfonsäuregruppen in die Membran eingebaut werden und dadurch die protonische Leitfähigkeit verschlechtern[2].

BESTÄNDIGKEITSTESTS FÜR KOMPONENTEN Um die chemische Beständigkeit von Komponenten für Brennstoffzellen und -systeme unter typischen Betriebsbedingungen zu untersuchen, wurden verschiedene Tests entwickelt. Dabei wurden Komponenten ausgewählt, die sich prinzipiell für den Einsatz in NT-PEM-Systemen der Leistungsklasse 100 W_{el} bis 1 kW_{el} eignen. Untersucht wurden Peripheriekomponenten wie zum Beispiel Schläuche, Rohre, Verbinder, Fittings, Dichtungen, Ventile und Pumpen sowie Komponenten der Brennstoffzelle selbst wie Leiterplatten, Membran mit Elektroden, GDL und Dichtungen.

Wie oben erläutert, müssen alle Komponenten in Brennstoffzellensystemen, die mit Produktwasser in Kontakt stehen, beständig gegen deionisiertes Wasser (DI-Wasser, auch bei höheren Temperaturen) und die genannten Säuren sein. Es dürfen keine Bestandteile in Konzentrationen, die für Brennstoffzellen schädlich sein könnten, ausgewaschen werden. Als Säure mit pH = 4 wurde für die Tests meistens 30 % H_2O_2 gewählt, da H_2O_2 in Brennstoffzellen durch Nebenreaktionen immer entsteht. Einige Komponenten wurden auch mit H_2SO_4 oder HNO_3, jeweils mit pH = 4, getestet.

Dafür wurden folgende Tests durchgeführt:

1) Untersuchungen von Auswaschungen mit Spurenanalyse:
   - Einlagern der Komponenten in deionisiertem Wasser, sowie in 30 % H_2O_2, zunächst für fünf Tage. Dabei wurden nur die medienführenden Teile in Kontakt mit der Lösung gebracht.
   - Diese wässrige Lösung wurde mit ICP-MS analysiert.
   - Danach erfolgte ein Austausch von H_2O bzw. H_2O_2 gegen frische Lösungen.
   - Nach insgesamt etwa acht Wochen erfolgte eine nochmalige ICP-MS-Analyse. Da von der Oberfläche abgelöste Verunreinigungen der Komponenten beim ersten Einlegen zum größten Teil abgewaschen wurden, wurden bei der zweiten Analyse vorwiegend aus dem Material herausgelöste Elemente erfasst.
2) Gefrier-Auftau-Zyklen (-20 bis +50 °C, fünfmal je 10 h)
3) Erhitzen bis 100 °C in deionisiertem Wasser (5 Zyklen je 24 h)

Vor und nach den Beständigkeitstests wurden die Komponenten visuell, zum Teil auch im Licht-Mikroskop oder im Raster-Elektronen-Mikroskop (REM), auf Veränderungen der Oberfläche hin untersucht. Über Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDX) wurde die Elementzusammensetzung der Probenoberflächen analysiert.

ERGEBNISSE DER BESTÄNDIGKEITSTESTS Bei vielen Komponenten ist nach den verschiedenen Belastungen eine starke Alterung sichtbar. Insbesondere viele Edelstahlkomponenten wie Ventile, Rohre, Verbinder zeigen bereits mit bloßem Auge sichtbare starke Korrosion (Rost, vgl. Abb. 2). Manche waren so stark gealtert, dass mit einer Einschränkung der Funktionstüchtigkeit gerechnet werden muss.

Bei anderen Proben gab es auch nach Untersuchung mit REM/EDX keine nachweisbare Veränderung des Materials. Bei manchen gab es nur oberflächliche Veränderungen, zum Beispiel Ablagerungen oder Oxidschichten, die aber nicht ins Material eingedrungen sind.

Die ICP-MS-Messungen zeigen, dass sich aus Edelstahl häufig Metalle wie Cr, Cd, Mn in teilweise sehr hohen Konzentrationen (im Bereich 1 bis 25 mg/l) herauslösen, seltener Al, Ag, Fe. Aus Aluminium-Legierungen lösen sich zum Teil hohe Konzentrationen von Cr und Cd, aus Messing von Zn und Cu.

Im Vergleich der verschiedenen Säuren wirkt H_2O_2 bei gleichem pH-Wert am aggressivsten, was wahrscheinlich an der stark oxidierenden Wirkung und der hohen Konzentration liegt. In Säure lösen sich bei den meisten Proben höhere Konzentrationen als in DI-Wasser. Jedoch wurden bei manchen Komponenten auch in DI-Wasser Metallkonzentrationen von mehreren mg/l gemessen (vgl. Abb. 3).

In Kunststoffkomponenten sind die Metallkonzentrationen im Allgemeinen geringer, allerdings gibt es auch dort metallische oder andere Verunreinigungen und große Qualitätsunterschiede. Auch bei Graphit sind die Ergebnisse sehr unterschiedlich: Aus einer Probe lösten sich mehr als 2 mg/l Fe und andere Elemente, in einer anderen blieben alle Konzentrationen kleiner als 20 µg/l.

Aus den Konzentrationswerten der Elemente lassen sich bisher noch keine direkten Schlussfolgerungen auf die Eignung für die Anwendung in Brennstoffzellensystemen ziehen. Ausführliche Untersuchungen, welches Element in welchen Konzentrationen welche Auswirkungen auf die Brennstoffzelle hat und welche Komponenten deshalb für Brennstoffzellensysteme wie gut geeignet sind, fehlen bisher. Das Fraunhofer ISE strebt daher ein Projekt zu solchen Untersuchungen an und bittet interessierte Unternehmen um Kontaktaufnahme.

Trotzdem können diese Analysen erste wichtige Hinweise geben, welche Komponenten weniger beständig gegen DI-Wasser und Säure sind, welche stärker oder weniger stark zur Verunreinigung des Systems beitragen und wo Verbesserungsbedarf bei Komponenten besteht. Beispielhaft werden hier Vorgehensweise und Ergebnisse bei der Untersuchung eines Magnetventils aus Edelstahl dargestellt:

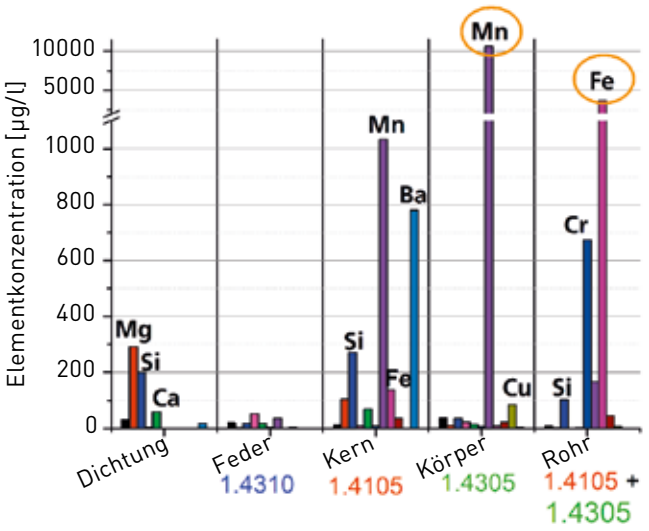


Abb. 3: ICP-MS Analyse von Ventilteilen nach acht Wochen in DI-Wasser [Quellen: Fraunhofer ISE]

BEISPIEL Das Magnetventil wurde zerlegt und die medienberührenden Komponenten einzeln eingelegt. Sowohl in DI-Wasser als auch in H_2O_2 waren nach einigen Wochen bei Raumtemperatur deutliche Alterungserscheinungen erkennbar (Rost, Verfärbungen, vgl. Abb. 2). Bei der ersten ICP-MS-Analyse fanden sich im mg-Bereich nur K und Mn, in deutlich geringerer Konzentration noch Na. K und Na waren anscheinend nur oberflächliche Verunreinigungen, die sich in der zweiten ICP-Messung nicht mehr fanden.

Nach acht Wochen (zweite ICP-MS-Messung) lösten sich deutlich mehr Elemente in höheren Konzentrationen heraus (vgl. Abb. 3).Vor allem das sich in DI-Wasser herauslösende Eisen ist bedenklich, da Eisenionen die Zersetzung der Polymermembran der Brennstoffzelle sehr stark beschleunigen.

Die Komponenten des Ventils bestehen laut Datenblatt des Herstellers aus den in Abb. 3 genannten Edelstählen. Vorwiegend lösen sich Legierungselemente des Stahls wie Mn, Cr und in DI-Wasser auch Fe, außer Ba (in H_2O) und Ag (in H_2O_2). Ba stammt vermutlich aus der Dichtung des Magnetkerns. Das Silber, das nur in H_2O_2 nachgewiesen wurde, kommt aus dem im Inneren des Kernführungsrohrs vorhandenen Kurzschlussring.

Der Federstahl gilt als gut korrosionsbeständig, was sich durch die geringen Konzentrationen in dieser Messung bestätigt. Der Ventilkörper sollte vom Material her weniger korrosionsbeständig sein, der Magnetkern noch weniger. Interessant ist, dass sich aus dem Kernführungsrohr zum Teil andere Elemente lösen als aus dem Magnetkern und dem Ventilkörper, obwohl beide Edelstähle auch im Kernführungsrohr vorhanden sind. Wahrscheinlich spielt hier der Herstellungsprozess eine Rolle: Das Kernführungsrohr wurde tiefgezogen, während der Ventilkörper aus einem gegossenen Block herausgeschnitten, gefräst und gebohrt wurde.

Der nur im Kernführungsrohr vorhandene Silberring kann Kontaktkorrosion hervorrufen: Wenn Eisen mit einem anderen Metall in Gegenwart von Wasser in Berührung kommt, entsteht an der Kontaktstelle ein Korrosionselement, das zur Korrosion des unedleren Metalls führt. Dies könnte die Erklärung dafür sein, dass sich trotz gleicher Werkstoffe aus dem Kernführungsrohr in Wasser größere Mengen Eisen lösen und aus den anderen beiden Teilen nicht.

SCHLUSSFOLGERUNGEN Aus diesen Ergebnissen lassen sich einige Folgerungen ziehen, die man bei der Auswahl von Systemkomponenten für Brennstoffzellensysteme berücksichtigen sollte:

- Die Datenblätter der Komponenten sind für die Beurteilung einer Eignung für Brennstoffzellen und -systeme nicht ausreichend.
- Metallkomponenten können im Kontakt mit dem Medium in Brennstoffzellensystemen stark korrodieren.
- Komponenten aus Kunststoff können eine lohnende Alternative darstellen.
- Die als besonders korrosionsbeständig bekannten Edelstähle sind tendenziell zu bevorzugen. Abhängig von der weiteren Bearbeitung des Edelstahls kann sich die Korrosionsanfälligkeit aber verstärken oder abschwächen.
- Aus Metallen, auch aus Edelstählen, können sich Metallionen in für Brennstoffzellen problematischen Konzentrationen lösen (z.B. Fe, Cr).
- Besonders anfällig für Korrosion sind Komponenten, in denen in medienberührenden Teilen unterschiedliche Metalle miteinander in Kontakt sind (Kontaktkorrosion).
- Schmiermittel oder Beschichtungen werden vom Hersteller häufig nicht angegeben, können aber bedenklich sein.
- Beständigkeitstests verbunden mit Elementanalyse sind wichtige Hilfsmittel für die Komponentenauswahl für Brennstoffzellensysteme. ||

Die vorgestellten Untersuchungen wurden im Rahmen des Brennstoffzellen-Kleingeräteprogramms vom BMWi gefördert und von der DMT Produktentwicklung AG beauftragt.

Literatur

[1] Aboubakr M. Abdullah, Ahmad M. Mohammad, Takeyoshi Okajima, Fusao Kitamura, Takeo Ohsaka, "Effect of load, temperature and humidity on th pH of the water drained out from H_2/air polymer electrolyte membrane fuel cells", Journal of Power Sources 190, (2009), pp. 264-270

[2] F.A. de Bruijn, V.A.T. Dam, G.J.M. Janssen „Review: Durability and Degradation Issues of PEM Fuel Cell Components", Fuel Cells 08, 2008, No. 1, 3-22

[3] Minoru Inaba „Chemical Degradation of Perfluorinated Sulfonic Acid Membranes", in Polymer Electrolyte Fuel Cell Durability, Springer 2009

[4] Taro Kinumoto, Minoru Inaba, Yoko Nakayama, Kazuhito Ogata, Ryota Umebayashi, Akimasa Tasaka, Yasutoshi Iriyama, Takeshi Abe, Zempachi Ogumi, "Durability of perfluorinated ionomer membrane against hydrogen peroxide", Journal of Power Sources 158 (2006) 1222-1228

Autoren:

Anneke Georg
→ anneke.georg@ise.fraunhofer.de

Ulf Groos
→ ulf.groos@ise.fraunhofer.de

sowie Wolfgang Koch und Lisabeth Wagner
alle vom Fraunhofer ISE, Freiburg

sowie Ralf Krause, DMTpe AG, Nufringen

Thema: Normung | **Autoren:** Alexander Dyck, Thomas Jungmann

AUF DEM WEG ZUM PRODUKT

Normen und Standards für eine sichere BZ-Technik

Die Markteinführung von Brennstoffzellensystemen kommt zunehmend in Fahrt. Die Akzeptanz durch potentielle Kunden hängt dabei stark vom Vertrauen in die Sicherheit und Qualität der Produkte ab. Dieses Vertrauen wird durch die Vermessung und Zertifizierung der Systeme von unabhängigen Institutionen gestärkt. Die treibenden Forschungseinrichtungen, die in Deutschland maßgeblich an der Weiterentwicklung von Standards im Bereich der Zulassung, Zertifizierung und Normung für Wasserstoff- und Brennstoffzellenkomponenten und -systeme mitwirken, sind das Zentrum für BrennstoffzellenTechnik (ZBT) in Duisburg, das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE in Freiburg sowie Next Energy als EWE-Forschungszentrum aus Oldenburg. Im Februar 2013 veranstalteten sie in Oldenburg den zweiten Workshop zur Zulassung von Brennstoffzellen.

Abb. 1: Publikum beim zweiten Zulassungs-Workshop 2013

Bei dem jährlich veranstalteten Forum wurde verschiedenen Zertifizierungseinrichtungen die Möglichkeit gegeben, ihre Dienstleistungsangebote zu präsentieren und den Informationsaustausch zu verbessern. So stellte Joachim Jungsbluth das akkreditierte *Prüflabor BrennstoffzellenTechnik* (PBT) des Zentrums für BrennstoffzellenTechnik vor, das er leitet. Er betonte: „Eine normgerechte Prüfung ist die Voraussetzung für die Zertifizierung von Brennstoffzellenprodukten und damit für eine rechtliche Absicherung der Hersteller." Und Dr. Jürgen Wolf, Leiter des *Testzentrums Brennstoffzellen* am Fraunhofer ISE sagte: „Wir freuen uns, dass wir mit unseren Testzentren den Unternehmen einen direkten Zugang zu den geforderten Prüfungen anbieten können." Dr. Alexander Dyck, Bereichsleiter Brennstoffzellen bei Next Energy, erklärte: „Mit unserer aktiven Mitarbeit in den Normungsgremien wollen wir die Interessen der deutschen Brennstoffzellenindustrie im internationalen Umfeld stärken."

Das Hauptaugenmerk der Workshop-Veranstalter galt der Vermittlung von Fakten. Ein ganz wesentlicher Punkt war aber zudem die Hervorhebung der Bedeutung eines aktiven Mitwirkens bei der Ausarbeitung internationaler Standards für Brennstoffzellen und deren Systeme in der IEC. Dabei wurde mehrfach betont, dass allein schon die Mitwirkung bei der Erstellung von Normen ein unschätzbares Potential bietet, um sich einen Vorteil in der späteren Vermarktung seiner Produkte sichern zu können. Darüber hinaus wurde hervorgehoben, dass eine Vielzahl von Dokumenten bei einer erfolgreichen Zertifizierung berücksichtigt werden müssen.

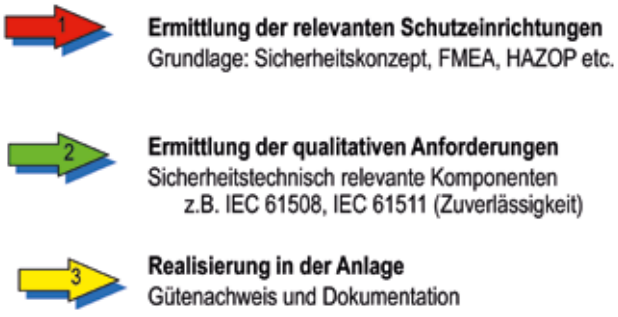


Abb. 2: Ablauf einer Zertifizierung [Quelle: TÜV Süd]

Dieser teils unüberschaubare Berg an Regeln und Regularien erschwert es den Herstellern allerdings häufig, ihre Produkte angemessen für unterschiedliche Märkte zu entwickeln.

Besonders positiv wurde von den Teilnehmern der Workshop-Charakter gewürdigt, weil viele der in der Industrie aufkommenden Fragen zum Teil sehr angeregt diskutiert wurden. So wurde mehrfach betont, dass beispielsweise eine gute Vorbereitung der Zertifizierung wie die gewissenhafte Erstellung einer Sicherheitsanalyse (FMEA o.ä.) Grundvoraussetzung für eine schnelle und damit auch kostenverträgliche Zertifizierung ist. Auf beiden bisherigen Workshops, 2012 in Duisburg und 2013 in Oldenburg, wurde zudem von allen Herstellern, die bereits eine Zertifizierung durchlaufen haben, einhellig unterstrichen, dass eine Einbindung von normativer Fachkompetenz möglichst frühzeitig in der Entwicklung erfolgen muss, um die Entwicklungszeiten an späterer Stelle nicht durch ungeplante Zyklen zu verlängern.

In Deutschland und Europa gibt es mittlerweile verschiedene Einrichtungen, die Zertifizierungen von Brennstoffzellenmodulen und -systemen durchführen. Dies sind beispielsweise TÜV (Süd, Nord, Rheinland, Saarland), VDE, Kiwa, DVGW und GL. Hierbei arbeiten die verschiedenen Einrichtungen teilweise mit Testlaboren zusammen, die in ihrem Auftrag die Prüfungen durchführen. Grundsätzlich können die normgerechten Prüfungen auch bei den Firmen selbst durchgeführt werden. Dabei bedarf es zur Anerkennung von Untersuchungen dann nur der Aufsicht der zertifizierenden Institution.

Der nächste Workshop findet am 19. und 20. Februar 2014 in Freiburg statt. ||

Autoren:

Alexander Dyck
NEXT ENERGY, Oldenburg
→ Alexander-dyck@next-energy.de

Thomas Jungmann
Fraunhofer ISE, Freiburg
→ thomas.jungmann@ise.fraunhofer.de

MELDUNGEN AUS ÜBERSEE

ÜBERNAHME VON UTC POWER

UTC Power, die Brennstoffzellenabteilung von United Technologies, die vor über 50 Jahren in der Weltraumtechnik startete, ist von ClearEdge Power übernommen worden. Der zunächst recht unauffällig agierende Hersteller von dezentralen BZ-Energiesystemen machte im vergangenen Jahr mit dem größten jemals abgeschlossenen Vertrag im BZ-Segmentüber 500 Mio. US-$ (50 MW) mit Güssing Renewable Energy GmbH Schlagzeilen. Ende 2012 folgte die Ankündigung dieser Übernahme, die Mitte Februar dieses Jahres abgeschlossen wurde. United Technologies meldete, dies sei „ein weiterer Schritt vorwärts im Rahmen der Portfolio-Umbildung bei UTC hin zur Konzentration auf Luftfahrt- und Gebäudetechnik." ||

NÄHER AN DER REALITÄT

Foto: ECOmove

Der dänische E-Auto-Hersteller ECOmove hat Ende 2012 die dritte Generation seines elektrischen Leichtbaufahrzeugs *QBeak III* vorgestellt. Geschäftsführer Mogens Lokke sagte, dieser Prototyp sei sehr viel weiter ausgereift als frühere Versionen, inklusive seines Ladesystems sowie seiner Ausstattung, und er sei fertig für die Produktion. Das Auto, das vage an einen muskulösen Mini auf Steroid erinnert, verfügt über drei Sitze, wobei der Fahrer in der Mitte sitzt. Es ist so konstruiert, dass es mit Brennstoffzellen oder Batterien betrieben werden kann. ||

CARR ÜBERRASCHT AUF FC EXPO

Die *Fuel Cell Expo 2013* war bereits in vollem Gange, als Michael Carr, der Deputy Assistant Secretary of Energy der USA, zu einem unangekündigten Besuch erschien. Carr, der Henry Kelly im Büro für Energieeffizienz und erneuerbare Energien abgelöst hat, deutete an, dass das US-Energieministerium nach vier Jahren der Stille wieder etwas stärker auf H_2 und BZ bauen wird. Sunita Satyapal, Programmmanagerin im DOE-Büro für BZ-Technik, hob in diesem Zusammenhang die Leistung der BZ-Notfallsysteme während der kürzlichen Unwetter in den USA hervor. Die *Fuel Cell Expo* ist Teil der *World Smart Energy Week 2013,* zu der rund 1.080 Aussteller aus 83 Ländern erschienen. Highlights waren unter anderem die Ankündigungen von Honda, dass das Unternehmen 2015 ein neues BZ-Design herausbringen wird. Außerdem gab Honda bekannt, dass sein solarbetriebenes Heimladegerät einen Druck von 350 bar erreicht – ohne zusätzlichen Kompressor. Währenddessen spekulierte Toyota über das Potential, BZ-Fahrzeuge als Notfallstromversorgungssysteme für Krankenhäuser nutzen zu können (2 Busse bzw. 8 Pkw liefern ausreichend Energie) oder auch für die Pumpen von Tankstellen (15 % der Pkw-Leistung). Insgesamt war es dieses Mal nicht so überfüllt wie in früheren Jahren, was daran gelegen haben mag, dass die Brennstoffzellen am hinteren Ende der kleinen Halle angesiedelt waren, wo es keinen Durchgangsverkehr gab. ||

SUZUKI ERÖFFNET BZ-ANLAGE

Intelligent Energy und Suzuki haben mit ihrem gemeinsamen Joint Venture, der SMILE FC Corp., den Aufbau einer neuen Produktionsanlage in die Wege geleitet. SMILE, dessen Name für **S**uzuki **M**otor **I**nte**l**ligent **E**nergy steht, verkündete bisher lediglich, dass die Produktionslinie in Yokohama „erfolgreich errichtet" worden und fertig für die halbautomatische Serienproduktion sei. Es sollen dort BZ-Stacks für die Integration in Suzuki-Fahrzeuge hergestellt werden. ||

DON QUICHOTE KÄMPFT FÜR WASSERSTOFF

Das Thema „Energiespeicherung mit Wasserstoff" wird von Brüssel aus seit Ende 2012 mit einem 5-Mio.-Euro-Projekt vorangetrieben, das den neckischen Namen *Don Quichote* (Demonstration Of New Qualitative Innovative Concept of Hydrogen Out of wind Turbine Electricity) trägt. Der 30-Nm^3-PEM-Elektrolyseur sowie das 90-kW-BZ-System kommen von Hydrogenics Corp., der 350-bar-Kompressor von HyET (High Efficiency Technologies). Zu den weiteren sieben Partnern zählen beispielsweise die European Hydrogen Association (EHA), Iceland New Energy sowie PE International und TÜV Rheinland, die beiden letzteren aus Deutschland. ||

HERAUSRAGEND

MIT Press informierte mich, dass die neue Auflage meines Buches *Tomorrow's Energy – Hydrogen, Fuel Cells, and the Prospects for a Cleaner Planet* als „ein herausragender akademischer Titel für 2012" bezeichnet wurde. Diese Auszeichnung in der Kategorie Ingenieurswesen erfolgte durch das *Choice*-Magazine, das von der Association of College and Research Libraries, einer Abteilung der American Library Association, herausgegeben wird. *Choice* schrieb in seiner Januar-Ausgabe, zu den Beurteilungskriterien zählten unter anderem Spitzenleistung bei Präsentation und Wissenschaft, Bedeutung im Vergleich zu anderen Werken sowie Einmaligkeit bei der thematischen Behandlung.

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

H2EXPO: NEUER TERMIN PARALLEL ZUR WINDENERGY HAMBURG 2014

Abb. 1: H2Expo und WindEnergy Hamburg finden in den Messehallen direkt unter dem Fernsehturm statt. [Foto: HMC/ Bertram Solcher]

Die nächste *H2Expo* findet vom 23. bis 26. September 2014 statt und damit zeitgleich zur *WindEnergy Hamburg*, die dann auf dem Gelände der Hamburg Messe Premiere hat. Die Fachmesse *H2Expo* wird als eigenständige Veranstaltung räumlich in die neue internationale Fachmesse für die On- und Offshore-Windindustrie integriert und prominent in der Messehalle B6 platziert. In diesem neuen Rahmen widmet sich die *H2Expo* an vier Tagen speziell den Themen Elektromobilität, Wasserstoff, Brennstoffzellen und Energiespeicherlösungen.

„Wir haben unsere Veranstaltung entsprechend den Bedürfnissen der Industrie weiterentwickelt und sehen in der Kombination mit der neuen internationalen Fachmesse für Windenergie optimale Synergieeffekte“, betont Bernd Aufderheide, Vorsitzender der Geschäftsführung der Hamburg Messe und Congress GmbH. „Die Speicherung von Windenergie ist eines der großen Themen der Industrie auf dem Weg zur Energiewende. Auf der *H2Expo* können sich Fachleute beider Branchen über entsprechende Lösungsansätze austauschen.“ Damit ist die *H2Expo* die erste europäische Fachmesse, die sich den Themen Energiespeicherung und stationäre Speicherlösungen in Verbindung mit einer Windmesse widmet.

Abb. 2: Mobile Anwendungen wie die Luftfahrttechnik werden auch 2014 wieder einen Schwerpunkt bilden. [Foto: HMC]

Die Fachmesse ist etablierter Branchentreffpunkt für Anbieter und Anwender von Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Technologie sowie Elektromobilität. Hamburg ist bei der Entwicklung und dem Einsatz von Brennstoffzellen und Wasserstoff führend und Modellregion der Bundesregierung für Elektromobilität. In der Wirtschaftsmetropole gibt es zahlreiche Beispiele für den Einsatz dieser Technologien in allen wesentlichen Bereichen, vom Straßenverkehr über Luftfahrt und Schifffahrt bis hin zu stationären Anwendungen. Die in der norddeutschen Metropole angesiedelten Schlüsselbranchen, Forschungsinstitute und Initiativen treiben die Anwendung dieser zukunftsweisenden Technologie seit Jahren in besonderem Maße voran. Die *H2Expo* spiegelt diese Aktivitäten wider.

H2 Expo
e-mobility, fuel cells, hydrogen & storage solutions
23 – 26 September 2014
h2expo.com

Zur *WindEnergy Hamburg 2014:* Die neue Fachmesse *WindEnergy Hamburg* bietet ab 2014 der On- und Offshore-Industrie eine globale Plattform in der Windhauptstadt Europas. Der innovative Branchentreffpunkt ist gänzlich auf die Schwerpunkte, Schlüsselmärkte und aktuellen Themen der internationalen Windenergiewirtschaft zugeschnitten. ||

H2Expo - e-mobility, fuel cells, hydrogen & storage solutions
Hamburg Messe und Congress GmbH
Weitere Informationen:
→ h2expo.com

Thema: Weiterbildung | **Autoren:** Delia Borsum, Sven Geitmann

JUNGS WOLLEN EXPERIMENTIEREN

Projektwoche am Hedwig-Bollhagen-Gymnasium in Velten

Abb. 1: Emsiges Tüfteln mit Brennstoffzellen und Elektrolyseuren

Das Interesse war groß. Es gab mehr Anmeldungen als freie Plätze. Das Thema „Batterien und Brennstoffzellen – i-Pod, Handy und Auto – ohne ‚Saft' keine Kraft?" kam gut an bei den Schülern des Hedwig-Bollhagen-Gymnasiums in Velten, denn im Mittelpunkt der drei tollen Projekttage, die vom 23. bis 25. Januar 2013 an der Brandenburger Schule abgehalten wurden, standen: Experimente – genau das Richtige für Acht- und Neuntklässler.

Die Idee kam von Delia Borsum: Aus einer Notsituation heraus, weil zu wenig Fachkräfte für die Projektwoche zur Verfügung standen, hatte die Chemielehrerin den Einfall, externes Lehrpersonal an die Schule zu holen, um das Thema moderne Energiewandler und zukünftige Energiespeicher anbieten zu können. Diese Idee stieß bei allen Beteiligten auf offene Ohren, da bereits seit Jahren eine Kooperation zwischen dem Hedwig-Bollhagen-Gymnasium Velten und einem befreundeten Maschinenbauingenieur besteht. Einmal im Schuljahr hält dieser im Chemie-Grundkurs der Sekundarstufe II eine Experimentalvorlesung zur Brennstoffzellenthematik. So wurde diese Projektgruppe, zu der sich prompt mehr als ausreichend Kinder anmeldeten, ins Leben gerufen.

18 Teilnehmer (alles Jungs) erschienen am Morgen des ersten Projekttages und zeigten sich äußerst interessiert und engagiert, als zunächst die Chemielehrerin Frau Mirau die Grundlagen der Batterietechnik anhand von Zitronenbatterien, die tatsächlich Strom erzeugten, veranschaulichte. Auch bei der thematischen Vertiefung zeigten sie sich geradezu elektrisiert, als ihnen Schülerinnen und Schüler der elften Klassen Begriffe wie „Ladung" und „Leistung" erklärten. Dafür hatte der Physikkollege Herr Lasrich im Biologieraum verschiedene Experimente aufgebaut, bei denen Funken flogen und Haare zu Berge standen.

TÜFTELN, BASTELN, BAUEN Am zweiten und dritten Tag brachte dann der Gastreferent den 13- bis 15-jährigen Schülern die Brennstoffzelle und das Thema „Elektromobilität" näher. Neben der Vermittlung von Grundlagen über die Eigenschaften von Wasserstoff sowie die Funktionsweise von Brennstoffzellen ging es bei ihm vornehmlich um die Erlangung von praktischen Erfahrungen im Umgang mit moderner Energietechnik. Dafür nutzte der Projektleiter verschiedene Experimentierkästen unterschiedlicher Hersteller (Fischertechnik, Heliocentris, Kosmos), mit deren Hilfe die Nachwuchswissenschaftler eigenhändig Wasserstoff erzeugen und Brennstoffzellenmodellautos antreiben konnten (s. Abb. 1).

ELEKTROMOBILITÄT IM MINUSBEREICH

Jeder Autofahrer, der im Winter schon einmal Starthilfe bekommen hat, weiß, dass Batterien auf niedrige Temperaturen empfindlich reagieren. Das galt auch für den von der *RWE e-mobility Lounge* ausgeliehenen *i-MiEV*. Die angegebene Reichweite von 160 km gilt für optimale Bedingungen. Im oben benannten Fall stand das Auto jedoch mitten im Winter in einer kühlen Tiefgarage. Es war zwar voll geladen, zeigte aber trotzdem nur 105 km an. Nach 47 gefahrenen Kilometern mit Licht und Heizung waren es laut Bordcomputer noch 26 km. Noch offensichtlicher wird der reichweitenmindernde Einfluss der elektrischen Nebenaggregate, wenn die Heizung im Stand auf „full power" gestellt wird: Die vom Steuergerät errechnete und im Cockpit angezeigte Reichweitenangabe springt dann abrupt um etwa ein Drittel nach unten.

Dass dieser Sachverhalt anscheinend doch nicht allen Autofahrern bewusst ist, bewies ein Reporter der *New York Times*, der während einer Testfahrt bei Minustemperaturen mit einem *Tesla S* liegen blieb und sogleich darüber in der renommierten Zeitung berichtete. Prompt fielen die Aktienkurse des US-amerikanischen E-Sportwagenherstellers, so dass sich der Firmeneigentümer, Elon Musk, genötigt sah, entsprechende Schritte in die Wege zu leiten: Er veröffentlichte die aufgezeichneten Daten von der Probefahrt und bezichtigte den Journalisten, falsche Angaben gemacht und das vorzeitige Ende des Ausflugs selbst provoziert zu haben, indem er beispielsweise die Heizung hochgedreht habe. (sg)

Mit dem Tesla auf Probefahrt [Foto: Tesla]

Abb. 2: Trotz Kälte konnten die Schüler eine Proberunde drehen. [Foto: Lasrich]

AUS- UND WEITERBILDUNG
Deutschlandweit gibt es zahlreiche Unternehmensvertreter und auch Privatpersonen, die es sich zur Aufgabe gemacht haben, gerade die Jüngeren unter uns über die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik zu informieren. Diese Arbeit wird leider nur selten von der Öffentlichkeit zur Kenntnis genommen und erfährt dementsprechend kaum die ihr angemessene Würdigung, und das, obwohl die Aus- und Weiterbildung der Jugendlichen ein überaus wichtiger Faktor für den Erfolg dieser Technologie ist, da der Nachwuchs von heute die Technik von morgen verstehen und anwenden soll. Dieser Bericht soll daher beispielhaft zeigen, wie lokal über die Zukunftstechnologie aufgeklärt werden kann. Unser herzlichster Dank gilt an dieser Stelle allen Helfern und Unterstützern, die sich – wie hier – um dieses Anliegen verdient gemacht haben. (sg)

Einige der Jungen zeigten dabei bemerkenswert detaillierte Vorkenntnisse, die weit über das normale Schulwissen hinausgingen. Und diejenigen, die bisher noch nicht wussten, warum das Thema der Energiespeicherung in Zeiten zunehmender Ökostromangebote so wichtig ist, erfuhren es bei dieser Gelegenheit. Anhand von Modellinstallationen sahen sie zudem, welche verschiedenen Komponenten für die Herstellung von Wasserstoff mit Hilfe erneuerbarer Energien notwendig sind.

Die meisten Baukästen erhielten dann auch gute Noten von den Techniktüftlern. So lobte Patrick Beger aus der 8. Klasse ausdrücklich den *Öko-Power*-Kasten von Kosmos, bei dem eine Magnesium-Luft-Zelle mit Hilfe einer Salzlösung zur Stromproduktion und zum Antrieb eines Modellautos zusammengebaut werden kann. Für den engagierten Jungen bot dieser Kasten „viel Spielspaß und viele Baumöglichkeiten". Gleichzeitig bezweifelte er jedoch, dass diese Technik tatsächlich, wie vom Hersteller angegeben, für Kinder unter zwölf Jahren geeignet sei.

TESTFAHRT IM *I-MIEV* Der Höhepunkt der Projektwoche war am dritten Tag die Testfahrt in einem kommerziell erhältlichen Elektrofahrzeug. Dafür hatte die yoove GmbH einen Mitsubishi *i-MiEV,* der ansonsten in der *RWE e-mobility Lounge* an der Berliner Friedrichsstraße verliehen wird, gratis zur Verfügung gestellt. Während der Probefahrten erlebten die Schüler dann am eigenen Leibe das gute Beschleunigungsverhalten des rein batterieelektrisch betriebenen Kleinwagens und sahen gleichzeitig, welchen Einfluss die Außentemperatur beziehungsweise die Zu- und Abschaltung der Fahrzeugheizung auf die Reichweite des E-Autos haben (s. Kasten S. 30).

Nach drei Tagen zogen die Acht- und Neuntklässler dann Bilanz und stellten einhellig fest, dass Batterien und Brennstoffzellen durchaus sehr spannende Themen sind, die viel Spaß machen, die aber doch noch einige Zeit benötigen, bis sie mit der konventionellen Technik mithalten können. ||

HALTEN SIE DURCH!

[Foto: Koelnmesse]

Der Zuruf von Friedhelm Loh, dem Präsidenten des Zentralverbands Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI), spricht für sich: „Halten Sie durch!" Diese drei Worte verdeutlichten den in Köln auf der *elektro:mobilia* versammelten Teilnehmern nochmals, dass es derzeit in der deutschen E-Mobility-Branche nicht gut aussieht. Aktuelle Verkaufszahlen liegen immer noch deutlich hinter den Erwartungen zurück, weshalb Christoph Stürmer, Research Director bei IHS Global Inside, den momentanen Stand auf eine einfache Formel brachte: „Kein Angebot + keine Nachfrage = kein Markt." Trotzdem war die Stimmung am 13. und 14. Februar 2013 auf dem *5. Kompetenztreffen Elektromobilität* insgesamt nicht schlecht, sondern eher nüchtern-realistisch. Gebetsmühlenartig wurde der Hypezyklus, den jede technische Innovation durchlaufen muss, zitiert: Man habe das Tal der Tränen und der Ernüchterung ja nun durchschritten und sei auf dem Weg zum Plateau der Produktivität. Derartige Durchhalteparolen konnten jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass der Kongress nach fünf Jahren an Größe, Zuspruch und Stellenwert verloren hat. Das sah man nicht nur an der Referentenliste. Auch beim Gang über die begleitende Ausstellung wurde deutlich, dass die *elektro:mobilia* vorrangig eine regionale Veranstaltung ist. Inhaltlich und thematisch gab es wenig Neues. Es wurden zwar diverse vielversprechende Ansätze und Konzepte diskutiert und auch präsentiert, aber eine einheitliche Strategie, wie das alles umgesetzt werden kann, gab es nicht. Auch nach der Veranstaltung blieben deutlich mehr Fragen als Antworten. ||

Autoren: Alexandra Huss, Sven Geitmann

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

DER DAIMLER-DREISPRUNG: 2015 – 2014 – 2017

Beschleunigte Markteinführung von BZ-Autos trotz Verschiebung

Die Kommerzialisierung von Wasserstofffahrzeugen soll bei Daimler nicht wie ursprünglich angekündigt im Jahr 2014 erfolgen, sondern 2017. Verpackt wurde diese neuerliche Terminverschiebung für die Markteinführung von BZ-Autos in der Mitteilung, dass die Stuttgarter „eine strategische Kooperation mit Renault-Nissan und Ford" eingehen, von der „mehr Schub für die Brennstoffzellentechnologie" erwartet wird. Diese „Allianz zur gemeinsamen Entwicklung eines Brennstoffzellensystems" soll nach Unternehmensangaben dazu führen, dass „eine beschleunigte Marktverfügbarkeit" bei gleichzeitiger Senkung der Investitionskosten erreicht wird.

Abb. 1: Bisheriger Antriebsstrang der B-Klasse F-CELL (oben) im Vergleich zum aktuellen Entwicklungsstadium (unten) [Quelle: Daimler]

Die Meldung, dass Daimler es nicht alleine schafft, bis 2014 oder 2015 BZ-Autos kommerziell verfügbar zu machen, wurde von der Kommunikationsabteilung schön verpackt. Anstatt auf konkrete Verzögerungsgründe einzugehen, sprachen die drei beteiligten Automobilisten von „großflächiger Markteinführung", von „weltweit ersten wettbewerbsfähigen Elektrofahrzeugen", von „einzigartiger Zusammenarbeit" und einer „hohen Signalwirkung in Richtung Zulieferer, Politik und Industrie und für den weltweiten Aufbau der H_2-Infrastruktur". Raj Nair, Vize-Präsident bei Ford, sagte konkret: „Durch diese Zusammenarbeit wird diese Technologie noch schneller auf dem Markt für alle Kunden zu wettbewerbsfähigen Preisen verfügbar sein."

Gemäß der gemeinsam veröffentlichten Pressemeldung werden Daimler, Ford und Renault-Nissan in dieser neuen Allianz gleichberechtigt sein, sowohl hinsichtlich der Investitionen als auch bei der Verwertung. Ihr erklärtes Ziel ist, zusammen einen BZ-Stack inklusive der benötigten Peripherie zu entwickeln. Basieren wird dieses BZ-System höchstwahrscheinlich auf der Daimler-Technologie, die ursprünglich vom kanadischen Stack-Hersteller Ballard entwickelt wurde, und an der auch Ford durch frühere Kooperationen beteiligt war. Die weiteren Arbeiten erfolgen an verschiedenen Standorten auf drei Kontinenten. Teil dieser Arbeiten wird unter anderem die Festlegung internationaler Standards sein, nach denen sich dann voraussichtlich auch andere Anbieter, die alleine weniger Einflussmöglichkeiten haben, richten müssen.

SCHWARZER-PETER-SPIEL VON ZETSCHE Mitsuhiko Yamashita, Vorstandmitglied der Japaner, sagte: „Elektrofahrzeuge mit Brennstoffzelle sind, ergänzend zu heutigen batterie-elektrischen Fahrzeugen, der nächste logische Schritt für unsere Branche in Richtung nachhaltiger Mobilität." Daimler-Chef Dieter Zetsche schob währenddessen den schwarzen Peter für die verspätete Markteinführung wieder mal den fehlenden Tankstellen zu. Gegenüber den Stuttgarter Nachrichten sagte er: „Es genügt nicht, ein funktionsfähiges Fahrzeug zu haben, wenn die Infrastruktur lückenhaft ist." Dabei hatte Daimler trotz dieser angeblichen Versorgungslücken zuletzt selbst hoffnungsfroh die Deadline von 2015 auf 2014 vorgezogen. Eine US-amerikanische Studie des Beratungsunternehmens Lux Research stellte passend dazu fest, dass die Investitionskosten für Brennstoffzellen zu hoch seien, so dass diese Technik zunächst vorrangig auf Nischenanwendungen beschränkt bleiben werde. Hyundai meldete demgegenüber Anfang dieses Jahres, dass der serienmäßige Bau seines Brennstoffzellenautos, des *ix35 FCEV,* im Januar 2013 in Angriff genommen wird. Die Koreaner planen, bis 2015 rund 1.000 Modelle zu produzieren. ||

BMW UND TOYOTA KOOPERIEREN

BMW und Toyota haben am 24. Januar 2013 bekannt gegeben, dass sie fortan bei der Entwicklung von Sportwagen, insbesondere aber im Bereich der Elektromobilität zusammenarbeiten werden. Neben dem Austausch von Informationen über Leichtbautechnologie sollen auch Daten über Brennstoffzellen sowie Lithium-Luft-Batterien zwischen Bayern und Japan hin- und herfließen. Das Ziel ist, bis 2015 einen Prototyp und bis 2020 ein marktreifes Brennstoffzellenfahrzeug zu entwickeln.

Die Annäherung der BMW Group und der Toyota Motor Corp. startete im Dezember 2011, bevor beide Automobilhersteller im März 2012 mit gemeinsamen Forschungsarbeiten an Lithium-Ionen-Akkus begannen und im Juni 2012 eine entsprechende Absichtserklärung über die Intensivierung dieser Kooperation unterzeichneten. Für BMW bietet sich dadurch die Möglichkeit, schnell an BZ-Technologie zu gelangen, nachdem die Bayern jahrelang den H_2-Verbrennungsmotor favorisiert hatten. Damit BMW aber auch nach 2017 noch Autos in Kalifornien verkaufen kann, benötigen die Münchener BZ-Autos, um die Mindestquote an Null-Emissionen-Fahrzeugen zu erfüllen. Demgegenüber erhält Toyota Zugriff auf Dieselmotoren- und Leichtbautechnik aus Bayern. Norbert Reithofer, Vorsitzender des BMW-Vorstands, erklärte: „Toyota und die BMW Group teilen mit Blick auf die nachhaltige Mobilität der Zukunft die gleiche strategische Vision."

Im Gegensatz zur Daimler AG, die bei ihrer Partnerschaft mit Nissan und Renault eine gegenseitige Kapitalbeteiligung vereinbarte, bauen BMW und Toyota auf eine reine Technologiepartnerschaft. „Wir glauben einfach, dass wir keine Kapitalbeziehung brauchen", sagte BMW-Vorstandsmitglied Herbert Diess, was auch Toyotas Vize-Präsident Takeshi Uchiyamada bestätigte. ||

www.bmwgroup.jobs

ALLE REDEN VON DER ZUKUNFT. SIE ENTWICKELN SIE MIT.

WERDEN AUCH SIE TEIL DES ERFOLGS. KARRIERE BEI DER BMW GROUP.

Die Zukunft des Automobilbaus beginnt im Team der BMW Group. Hier entstehen die Technologien, die unseren Ruf als Innovationstreiber begründen. Nachhaltigkeit, Effizienz, Sicherheit, Umweltverträglichkeit und Fahrspaßmaximierung sind die Themen, die wir vom Konzept in die Entwicklung und von dort auf die Straße bringen. Der Schlüssel dazu sind Spezialisten wie Sie, die große Freiräume nutzen, um den Rahmen des bislang Möglichen zu sprengen. Nutzen Sie exzellente Entwicklungschancen im Engineering-Team der BMW Group und gestalten Sie mit uns die Zukunft des Automobilbaus in den Bereichen Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie:

- **Entwicklungsingenieur Messtechnik Wasserstoff-Brennstoffzelle (m/w)**
  (Ref.: 78622)
- **Betriebsingenieur Wasserstoff-Brennstoffzelle (m/w)**
  (Ref.: 77987)
- **Konstruktionsingenieur Brennstoffzelle (m/w)**
  (Ref.: 74570)
- **Entwicklungsingenieur Software/Simulation Brennstoffzelle (m/w)**
  (Ref.: 77322)

Sie suchen eine spannende Herausforderung? Wir freuen uns auf Sie. Detaillierte Informationen und die Möglichkeit zur Online-Bewerbung finden Sie auf **www.bmwgroup.com/jobs** oder direkt den QR Code scannen und bewerben.

Sie suchen den Austausch, Tipps zur Bewerbung und alles rund um das Thema Karriere? Dann besuchen Sie uns auf **facebook.com/bmwkarriere**.

BMW GROUP
Recruiting

Rolls-Royce
Motor Cars Limited

Abb. 1: Stromtanken funktioniert auch ohne Kabel – bei Autos, Bussen sowie bei Fahrrädern [Foto: SEW Eurodrive]

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

STROMTRANSFER DURCH DIE LUFT

Aufladung von E-Autos per Induktion

Der Mensch ist ein Gewohnheitstier und er mag es bequem. Das Hantieren mit einem mehrere Meter langen Ladekabel empfindet er deswegen als eher lästig. Viel schöner wäre es doch, wenn die Akkuaufladung eines Elektrofahrzeugs vollautomatisch ablaufen könnte – ohne Stecker und ohne Kabelsalat. Mittels Induktion ist dies möglich: Einfach nur das Auto am richtigen Platz parken, aussteigen, fertig. Prof. Johann Tomforde, Erfinder des Smarts und heute aktiv für die Teamobility AG, titulierte induktive Ladung als „die schönste Art zu tanken, seitdem es Autos gibt". Noch ist diese Technik zwar nicht serienreif, aber es wird weltweit emsig daran gearbeitet.

Galt die induktive Ladetechnik bislang noch als reine Zukunftsmusik, so kam 2012 deutlich mehr Leben in diesen Technologiebereich. Dies bestätigt auch eine Studie von Pike Research, einer US-amerikanischen Beratungsgesellschaft, die besagt, dass der Anteil kabelloser Ladung von Plug-in-Elektrofahrzeugen (PEV) in den nächsten Jahren drastisch zunehmen wird. Wie in der Ende Dezember 2012 veröffentlichten Studie nachzulesen ist, kündigten fast alle großen PEV-Hersteller Partnerschaften zur Entwicklung induktiver Ladesysteme an. Zudem sehen die Autoren dieses Papiers Anzeichen dafür, dass die Akkuladung per Induktion auch neuen Schwung in den Elektromobilitätssektor bringen könnte. Pike Research geht davon aus, dass die jährlichen Verkaufszahlen von Induktionsladegeräten bis zum Jahr 2020 auf 280.000 steigen werden.

Richard Martin, einer der Autoren, erklärte: „Die Erfahrungen mit PEV-Besitzern zeigen, dass die Bequemlichkeit beim Laden ein maßgeblicher Faktor bei der Kaufentscheidung sein kann. Außerdem gibt es weitere Vorteile bei der kabellosen Ladung, so wie beispielsweise die Verminderung der Reichweitenängste durch häufigere, kurze Zwischenstopps an in die Fahrbahn eingelassenen, automatischen Ladesystemen."

STROMFLUSS OHNE KABEL Derzeit gängige Konzepte zur Induktionsladung verfügen über zwei Stromspulen: eine, die in den Fußboden eingelassen ist, und die zweite an der Fahrzeugunterseite. Die für die Beladung vorgesehene, stromführende Primärspule wird beispielsweise unter Parkflächen, Taxiständen oder Bushaltestellen installiert und verfügt in der Regel über einen Durchmesser von etwa 50 Zentimeter. Parkt ein Fahrzeug direkt darüber, beginnt der Ladevorgang. Zur exakten Positionierung des Autos gibt es zum Teil Einparkhilfen. Einigen Konzepte sehen vor, dass die Primärspulen in den Boden eingelassen oder auf den Boden aufgelegt werden. Wahlweise können sich die Primärspulen auch etwas anheben, oder aber die Sekundärspule senkt sich ab, um den Abstand dazwischen zu verkleinern.

Probleme bei dieser Art der Aufladung könnten auftreten, wenn sich Objekte im Luftspalt zwischen den beiden Spulen befinden. Wegen des dortigen starken magnetischen Feldes würden sich Metallkörper stark erwärmen; Lebewesen könnten verletzt werden. Mit Hilfe einer Objekterkennung kann hier jedoch Abhilfe geschaffen werden.

INTEROPERABLES INDUKTIVES LADEN
Ende 2012 hat das auf drei Jahre angelegte Projekt *InterOp* begonnen, beim dem alle maßgeblichen deutschen Player – von Conductix-Wampfler und SEW-Eurodrive über Siemens und Vahle bis zu StreetScooter sowie dem ifak – gemeinsam induktive Ladetechniken erforschen.

Der Wirkungsgrad dieser Ladetechnik liegt derzeit allerdings noch niedriger als beim kabelgebundenen Laden. Dadurch verschlechtert sich dann notgedrungen die gesamte Umweltbilanz der Elektrofahrzeuge. Der Effizienzunterschied zur Kabellösung nimmt allerdings immer weiter ab. Sebastian Mathar von der Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen Aachen mbH sagte gegenüber HZwei: „Bei guter Auslegung sind durchaus über 90 Prozent machbar."

AUS DER PRAXIS Eines der ersten Demonstrationsprojekte in Deutschland, bei dem induktive Ladung erprobt wurde, war das Projekt *Effizienzhaus-Plus mit Elektromobilität* (s. HZwei-Heft April 2012). Bestandteil dieses seit März 2012 in Berlin laufenden Vorhabens ist, dass die in diesem Haus wohnende Familie verschiedene E-Autos erprobt, darunter auch eines mit induktiver Ladetechnik (Mercedes-Benz *A-Klasse E-CELL*). Über die dort erlangten, ersten Erfahrungswerte sagte Prof. Herbert Kohler, Leiter E-Drive bei Daimler: „Die Machbarkeit haben wir bereits bewiesen, jetzt können die Erfahrungen im Alltagsbetrieb wichtige Impulse für die weitere Entwicklung geben. Außerdem sind noch einige technische und finanzielle Fragen zu lösen, um die Marktauglichkeit dieser Technologie wirklich zu bewerten. Wir sind gespannt, wie sich die induktive Ladetechnik im täglichen Einsatz bewährt."

Auch Toyota erprobt derzeit ein Ladesystem in Toyota City in Japan. Die Ladezeit für einen *Prius Plug-in Hybrid* dauert dort mit 90 Minuten ähnlich lang wie bei einer normalen Kabelladung. Zudem sind bereits seit 2002 rund 30 Elektrobusse in Genua und Turin, Italien, unterwegs. Sie verfügen über *IPT*®-Ladesysteme (Inductive Power Transfer) von Conductix-Wampfler und fahren täglich durchschnittlich 200 km für die Verkehrsunternehmen AMT und GTT.

PROJEKT *BIPoLplus* GESTARTET Um noch mehr Informationen über diese Technologie in Erfahrung zu bringen, startete Ende Februar 2013 ein neues Projekt namens *BIPoLplus*. Bei diesem auf drei Jahre angelegten und im Rahmen des Spitzenclusters *Elektromobilität Süd-West* vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit rund 5,1 Mio. Euro geförderten Vorhabens geht es insbesondere um die Erforschung hoher Ladeleistungen (22 kW). Gegenüber der kabelgebundenen Alternative an der Haushaltssteckdose, bei der die Leistung unter 3 kW liegt, wäre mit dieser Technik eine sehr viel schnellere Akkuladung realisierbar. Bei diesem von Daimler geleiteten Projekt, an dem sich unter anderem auch Bosch, Conductix-Wampfler, Porsche sowie das DLR und das KIT beteiligen, sollen die Steuerung des Ladeablaufs, die Kommunikation sowie das Packaging im Fahrzeug analysiert und optimiert werden.

AUFLADUNG ÜBERS NUMMERNSCHILD Die Paul Vahle GmbH & Co. KG verfügt über einen ersten größeren Auftrag zur Ausrüstung von Elektroautos mit induktiver Ladetechnik. Der Hamburger Unternehmer Sirri Karabag, der Benzinautos auf Elektroantrieb umrüstet, hat mit der Kamener Firma einen Vertrag über 20 Fahrzeuge vom Typ *Karabag 500 E* geschlossen. Diese umgebauten *Fiat-500*-Modelle sollen zukünftig induktiv mit Strom versorgt werden. Vahle verwendet dafür sein so genanntes *CPS*®-System (Contactless Power Supply = berührungslose Energieübertragung, s. Kasten), bei dem das E-Auto mit dem vorderen Nummernschild an eine Ladestation andockt und induktiv mit Strom versorgt wird. In der Ladestation (Primärseite) befindet sich in Höhe des Nummernschildes eine Spule, die die Sekundärseite, das hinter dem Nummernschild des Fahrzeugs befindliche Pick-up, auflädt. Sobald in der Primärspule Strom fließt (70 Ampere), entsteht ein magnetisches Feld, so dass in dem Pick-up Strom induziert wird, der wiederum den Akkumulator lädt. Außerdem können mit dem seit 1997 weiterentwickelten *CPS*-System Daten kontaktlos übertragen werden. Projektleiter Dr. Daniel Kürschner erklärte: „Ich habe also keine Kabel, die sowohl beim Ankommen als auch beim Wegfahren hinderlich sind – insbesondere bei schlechtem Wetter. Außerdem habe ich keine freiliegenden Kontakte." Nach Angaben von Vahle ist dieses Prinzip wartungsarm, günstig im Unterhalt, unanfällig gegen Vandalismus und funktioniert auch bei widrigen Witterungsverhältnissen.

SEW-Eurodrive zeigte bereits konkrete Beispiele dieser Technologie in den vergangenen beiden Jahren während der Industriemesse in Hannover. Der Bruchsaler Antriebstechnikspezialist hatte für den Energiekonzern E.ON eine Kleinserie an Testfahrzeugen mit dieser Technik ausgerüstet und dafür auf Erfahrungen aus der Niederflurtechnik zurückgegriffen. Seit über zehn Jahren setzt das Unternehmen das induktive Ladesystem *Movitrans*® für autonome Transportfahrzeuge in Fabriken ein. Mit Movitrans können die Akkumulatoren von fahrerlosen Transportsystemen (FTS) während der Fahrt aufgeladen werden. Dabei ist es zudem möglich, ganz auf Akkus zu verzichten und nur auf induktive Stromzufuhr zu bauen. SEW arbeitet neben Pkw-Lösungen (Ladeleistung: 3 kW) außerdem an induktiven Ladesystemen für Pedelecs (80 W), die über einen Ladeständer mit Strom versorgt werden (Halle 15, Stand F10). ||

Abb. 2: Induktive Aufladung von unten, Kommunikation per Funk [Foto: Conductix Wampfler]

TRANSFORMATORPRINZIP

Ein Transformator (kurz: Trafo) besteht aus zwei magnetisch gekoppelten Spulen, einer Primär- und einer Sekundärwicklung, die sich beide um einen ferromagnetischen Kern winden. Sobald durch den ersten Leiter (Primärseite, in die Straße integriert) Strom fließt, entsteht im Kern ein magnetisches Feld, das wiederum einen Stromfluss im zweiten Leiter (Sekundärseite, an der Fahrzeugunterseite) induziert.

Bei der *CPS*®-Technik von Vahle wurde die Primärwicklung zu einer langen Leiterschleife „gestreckt". Die Sekundärwicklung ist auf einem offenen ferromagnetischen Kern platziert, so dass beide Wicklungen voneinander entkoppelt wurden.

Thema: Elektromobilität | **Interviewpartner:** Jérémie Desjardins

INDUKTION WIRD WETTBEWERBSFÄHIG

Interview mit Jérémie Desjardins von Bombardier Transportation

Die Aufladung von E-Autos per Induktion verspricht einen Komfortgewinn für die Fans der Elektromobilität: Kein Hantieren mit sperrigen Kabeln mehr, kein Verknoten, kein Hin-und-her-Stöpseln, keine dreckigen Hände. Die automatische Energiezufuhr „durch die Luft" hätte sogar gegenüber der bisherigen Betankung mit Benzin und Diesel deutliche Vorteile. Induktive Akkuaufladung könnte somit der Elektromobilität neuen Schwung geben, wenn sie denn zeitnah alltagstauglich gemacht wird. Über den aktuellen Stand dieser innovativen Ladetechnik sprach *HZwei* mit dem Business Leader des *Primove*-Programms der Bombardier Transportation GmbH: Jérémie Desjardins.

HZwei: Sehr geehrter Herr Desjardins, Bombardier ist schon lange im Bereich induktiver Aufladung tätig. Seit wann genau beschäftigen Sie sich mit dieser Technologie?
Desjardins: Wir arbeiten bereits seit mehreren Jahren mit verschiedenen Partnern an diesem Thema. Der allererste Konzeptentwurf für Straßenbahnen, die ohne Oberleitung fahren können, lag hausintern im Jahr 2007 vor. Den haben wir 2008 im Rahmen der Bahnmesse *InnoTrans* der Fachöffentlichkeit präsentiert. Da ist auch der Name *Primove* entstanden. Seitdem steht dieser Begriff für kabellose Ladetechnik im öffentlichen Nahverkehr. Im Jahr 2010 haben wir dann die Technologie auf der *InnoTrans* etwas größer mit Tests und Demonstrationen vorgestellt. Ab 2010 testeten wir die *Primove*-Technik außerdem intensiv in verschiedenen Städten mit mehreren Fahrzeugen wie beispielsweise Straßenbahnen, elektrischen Bussen und Vans.

HZwei: Das Mutterunternehmen der Bmobardier Transportation GmbH ist die Bombardier Inc. mit Hauptsitz in Montréal, Kanada. Ist *Primove* also eine kanadische Entwicklung, oder wird die Technologie komplett hier in Deutschland erforscht und erprobt?
Desjardins: In Deutschland. Dies ist aber weder eine kanadische noch eine deutsche Entwicklung, sondern eine Bombardier-Entwicklung.

HZwei: Ihr Hauptsitz hier in Deutschland ist in Berlin am Schöneberger Ufer. Warum haben Sie dann aber das *Primove*-Kompetenzzentrum 2011 in Mannheim angesiedelt und nicht in der angeblichen E-Mobility-Metropole Berlin?
Desjardins: Bombardier Transportation hat in Deutschland insgesamt neun Standorte, unter anderem in Berlin und in Mannheim. Der Hauptanteil der *Primove*-Mitarbeiter sitzt in Mannheim, weil wir dort den Großteil der Entwicklung machen. Dort gibt es seit langem umfangreiche Erfahrungen im Umgang mit Stromrichtertechnologie, so dass wir da gute Leute fürs Engineering finden können, um die *Primove*-Technologie weiterzuentwickeln. Außerdem befindet sich dort unser *Primove*-Produktionsstandort, der ist zehn Meter entfernt von unserem Engineering-Büro. Das ist sehr praktisch.

HZwei: Vergangenen Sommer haben Sie dort eine neue Testhalle eingeweiht. Was befindet sich in dieser Halle?
Desjardins: In Mannheim gibt es zwei Testeinrichtungen: Im vergangenen Jahr haben wir auf unserem eigenen Gelände ein neues Gebäude eingeweiht: eine Testhalle für elektrische Busse, die mit *Primove* geladen werden. Außerdem gibt es in Mannheim ein Testgelände, das wir ab März 2013 angemietet haben. Das ist ein Areal, auf dem wir die Technologie unter verschiedenen Rahmenbedingungen testen können. Das gilt insbesondere für elektrische Busse, Trucks und Pkw – also die gesamte Palette an elektrischen Straßenfahrzeugen. Mit dem Testbetrieb werden wir nach ersten Installationsarbeiten im zweiten Quartal 2013 beginnen.

HZwei: Das Elektromobilitäts-Know-how sitzt also in Mannheim. Trotzdem haben Sie es geschafft, ins „Schaufenster Elektromobilität Berlin-Brandenburg" zu kommen. Wie haben Sie das gemacht?
Desjardins: Einerseits sind wir mit Bombardier-Standorten ja auch in Hennigsdorf nahe Berlin und am Schöneberger Ufer in Berlin vertreten. Außerdem hat sich die Stadt Berlin für eine Technologie entschieden, die zukunftsfähig ist. Sie haben sich für uns entschieden, weil wir die Ersten in der Welt sind, die solch hohe Leistungen übertragen können, und zwar induktiv. Ob wir in Berlin oder in Mannheim sitzen das hat damit nichts zu tun.

HZwei: Können Sie denn schon sagen, welche konkreten Vorhaben Sie in der Hauptstadtregion durchführen werden?
Desjardins: Da müssen wir zunächst abwarten, bis alle Partner ihre Förderbescheide erhalten haben und das Projekt damit offiziell bestätigt ist. Das Einzige, was wir derzeit preisgeben können, ist die Nummer der Buslinie, sprich die Linie 147 in Berlin, die zwischen dem Hauptbahnhof und dem Ostbahnhof verkehrt. Auf dieser Strecke werden elektrische Busse zum Einsatz kommen, die mit *Primove* induktiv geladen werden.

HZwei: Wie sieht es denn aktuell in Braunschweig aus? Dort sollen ja die ersten Busse getestet werden.
Desjardins: Ja, das wird die erste Stadt in Deutschland sein, in der unsere schnelle Ladetechnik im täglichen Fahrgastbetrieb eingesetzt wird. Wir beginnen dort mit den Bauarbeiten für die ersten Ladestationen in diesem April. Dann kommen die Busse, und Ende 2013 starten wir mit dem Passagierbetrieb.

HZwei: Für die dortigen Elektrobusse müssen Sie ja an jeder Haltestelle eine Primärspule inklusive der gesamten Infrastruktur installieren. Lohnt sich das denn überhaupt bei den kurzen Stopps?
Desjardins: Wir schauen uns die Städte und die Buslinien vorher genau an. Wir analysieren die Energiebilanzen, die die Busse auf ihren Umläufen haben. Dann überlegen wir uns dafür eine Ladestrategie. Manchmal kommt heraus, dass wir nur an der Endhaltestelle laden brauchen wenn es sich beispielsweise um eine relativ kurze und ebene Strecke handelt, wenn der Bus nicht so schnell fährt oder wenn er nur selten und kurz hält. Wenn der Energiebedarf also nicht so hoch ist,

Jérémie Desjardins
[Fotos: Bombardier]

kommen wir mit nur einem Ladepunkt aus. Wenn Sie aber beispielsweise die Strecken in Braunschweig oder Mannheim nehmen, dann werden wir mehrere Ladestationen installieren müssen. Trotz der kurzen Halte- und Ladezeiten bringt die zusätzliche Infrastruktur aber einen großen Vorteil: Die Batterien können sehr klein gehalten werden, während ihre Lebensdauer deutlich erhöht wird. Das bedeutet, der jeweilige Infrastrukturaufwand ist strecken- und städteabhängig. Wir versuchen die Infrastruktur so klein wie möglich zu machen, was die Anzahl der Ladestationen angeht. Aber selbst bei mehreren Ladepunkten sind wir wettbewerbsfähig gegenüber einem Dieselbus.

HZwei: Wie ist es denn eigentlich um die Sicherheit bestellt, wenn beispielsweise der Bus zu früh losfährt und die Primärspule noch angeschaltet ist oder ein Passant über diese Stelle läuft?
Desjardins: Das kann nicht passieren. Die Primärspule ist nur aktiv geschaltet, wenn sie vollständig von einem *Primove*-Fahrzeug überdeckt ist. Das ist eine Sicherheitsanforderung, die wir mit dem TÜV Süd intensiv durchgegangen sind. Außerdem fließt da ja kein Strom. Es handelt sich um ein magnetisches Feld, in das Sie ohne Risiko Ihre Hand halten können. Es wird nichts passieren. Das ist nicht gefährlich im Gegensatz zu einem durchgeschnittenen Kabel. Dort fließt ein Strom, und das kann dann gefährlich sein. Unsere magnetischen Felder hingegen haben nachweislich keinen negativen Einfluss auf die Gesundheit von Menschen oder die Funktionsfähigkeit von elektrischen Geräten.

HZwei: Und was ist, wenn ein Metallkugelschreiber herunterfällt und ein Passant den aufheben will?
Desjardins: Wir schalten die Primärspule nicht ein, wenn sich ein Metallobjekt darauf befindet. Dafür sorgen entsprechende Sensoren.

HZwei: Welches Prinzip verfolgen Sie eigentlich: Absenken der Sekundärspule oder Anheben der Primärspule?
Desjardins: Um in kurzer Zeit und bei geringer Fläche viel Strom induzieren zu können, müssen wir relativ dicht ran. Unser Prinzip bei Bussen ist, dass wir die Sekundärspule absenken. Die Ladeleistung beträgt hierbei 200 kW. Bei Pkw bleibt die Sekundärspule so, wie sie im Wagen verbaut ist. Da wir hier mit weniger Leistung laden, erlaubt unsere *Primove*-Ladetechnik hier einen Luftspalt von bis zu 20 cm.

HZwei: Sie sagten, Sie untersuchen verschiedene Fahrzeugtypen: Straßenbahnen, Busse, Vans. Arbeiten Sie auch an Pkw-Technik?
Desjardins: Wenn man das von außen betrachtet, könnte man den Eindruck bekommen, dass wir uns nur auf Busse konzentrieren, aber das ist nicht wahr. Ich verbringe 50 Prozent meiner Zeit mit Pkw. Das ist bisher noch nicht so bekannt, aber das wird sich in Zukunft Stück für Stück ändern. Wir wollen in diesem Markt ein großer Player werden, denn wir haben die beste Technologie. Dazu arbeiten wir derzeit zusammen mit verschiedenen OEMs an den Vorbereitungen. Das ist zurzeit viel interne Arbeit.

HZwei: Was für Fahrzeuge kommen für Sie in Frage?
Desjardins: Wir konzentrieren uns zunächst auf Flottenfahrzeuge wie den *Mercedes Vito*. Das ist ein großer Markt, der von der induktiven Ladung stark profitieren kann. Da sind wir dran. Der zweite Markt, den wir jetzt untersuchen und in dem wir uns derzeit positionieren, ist der Bereich der Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge.

HZwei: Denken Sie auch über eine Aufladung während der Fahrt nach?
Desjardins: Ja, wir machen das bereits bei Straßenbahnen, weil diese mehr Energie benötigen. Ein paar Meter vor, an und nach einer Haltestelle reichen allerdings völlig aus, damit die Straßenbahn ohne Probleme bis zur nächsten Ladestation fahren kann. Die *Primove*-Technologie ist dazu also generell in der Lage. Zurzeit besteht bei elektrischen Bussen jedoch keine Notwendigkeit für dynamisches Laden. Wenn aber ein Bedarf entstehen sollte, können wir diese Technik auch bei E-Bussen sofort umsetzen.

HZwei: Harald Kröger, Vize-Präsident e-Drive von Daimler, hat neulich gegenüber *electrive.net* erklärt: „Jeden Morgen die Anakonda bändigen – das kann's nicht sein." Sehen Sie in der induktiven Ladung das Potential, dass die kabelgebundene Aufladung bald überflüssig wird?
Desjardins: Ja, ich denke schon. Wenn ich abends mein Auto im Parkhaus abstelle und lade, mache ich mir Sorgen, dass mein Kabel geklaut wird. Das kostet immerhin 250 Euro. Der zweite Punkt ist, dass ich dieses Kabel im Winter einstecken und wieder herausziehen muss, ich mir aber nicht jedes Mal meine Hände waschen möchte nach dieser Steckerei. Das ist zeitaufwändig und umständlich. Ich denke daher, dass in einigen Städten zunächst beide Lösungen angeboten werden, dass das Kabel aber nur eine Übergangslösung sein wird.

HZwei: Auch im Privatbereich?
Desjardins: Ja! Wenn Sie eine Garage haben, müssen Sie jeden Morgen und jeden Abend an den Stecker denken. Sie machen das einen Monat, aber ich kann Ihnen versprechen, dann wollen Sie das nicht mehr.

HZwei: Sie wollen also die induktive Ladetechnik so günstig machen, dass auch der Normalkunde seine private Garage umrüsten kann.
Desjardins: Ja, klar!

HZwei: Herr Desjardins, herzlichen Dank für dieses Gespräch.

3,3 MIO. EURO FÜR *PRIMOVE-MANNHEIM*-PROJEKT
Nach Braunschweig soll auch in Mannheim ein Test für induktiv geladene Elektrobusse in Angriff genommen werden. Rainer Bomba, Staatssekretär im Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, händigte dafür am 18. Februar 2013 während der VDV-Konferenz in Berlin einen entsprechenden Förderbescheid über den Gesamtbetrag von 3,3 Mio. Euro an die Partner, die an diesem *Primove-Mannheim*-Projekt beteiligt sind, aus. Bei diesem Vorhaben sollen ab dem zweiten Quartal 2014 zwei Elektrobusse und ein Elektro-Van als Servicefahrzeug für zwölf Monate eingesetzt und per Induktion aufgeladen werden. Die tägliche Fahrtroute der E-Busse wird die zentrale Buslinie 63 sein. Bomba erklärte: „Mit unseren Forschungs- und Demonstrationsvorhaben bewegen wir schon heute, was morgen fährt."

Foto: Dirk Lässig, Berlin Partner

Thema: Elektromobilität | **Autor:** Gernot Lobenberg

DIE HAUPTSTADTREGION SETZT AUF VERNETZUNG

Schaufenster-Serie: Berlin-Brandenburg

Keine Frage: Die Elektromobilität hat das Potenzial, insbesondere in Ballungsregionen wie Berlin-Brandenburg zu einem wichtigen Bestandteil für die Mobilität der Zukunft so genannter *Smart-City*-Projekte zu werden. Diese sind auf dem Vormarsch. Sie umfassen alle Aspekte des urbanen Lebens – von der Energieversorgung über die Logistik, den Umweltschutz bis hin zur Verkehrssteuerung.

Neue Mobilitätskonzepte müssen entworfen und umgesetzt werden, denn Berlin wächst. Laut einer aktuellen Bevölkerungsprognose des Berliner Senats werden hier im Jahr 2030 etwa 3,9 Mio. Menschen leben, 350.000 mehr als heute. Für die Hauptstadt ist das Chance und Herausforderung zugleich. Smart-City-Projekte werden aber auch mitentscheidend sein für den Erfolg der „Energiewende". Die ehrgeizigen Ziele des Ausbaus der erneuerbaren Energieformen benötigen einen kontinuierlichen Ausbau der bestehenden Stromnetze und Speicherkapazitäten.

BERLIN-BRANDENBURG ALS EUROPÄISCHE LEITMETROPOLE Die Ziele sind ehrgeizig und die Voraussetzungen gleichzeitig ausgesprochen günstig. In Berlin und Brandenburg sind rund um das Thema Elektromobilität mehr als 150 Projekte in der Umsetzung, werden vorbereitet oder sind sogar schon abgeschlossen. Dazu gehören vor allem Flottenprojekte, aber auch das dynamische Laden und Speichern. In der Hauptstadt sind heute rund 1.000 Elektrofahrzeuge unterwegs: Spitzenwert in Deutschland. 2012 startete hier das bundesweit erste rein elektrische Carsharing-Angebot. Auch andere Anbieter haben ihre Flotten um E-Fahrzeuge erweitert oder werden sie noch erweitern. Mit über 200 Lademöglichkeiten hat Berlin zudem die bundesweit größte öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur. Ein Ausbau auf 1.600 Ladepunkte bis 2015 ist durch eine EU-weite Ausschreibung des Landes Berlin angestoßen.

Ein privates Auto wird pro Tag an 23 von 24 Stunden nicht bewegt. In Berlin haben – u.a. auch deswegen – 44 Prozent aller Haushalte keinen eigenen Pkw. Dieser Trend wird sich zukünftig verstetigen. „Mobility-as-a-service" (Mobilität als Dienstleistung) heißt derzeit eines der Zauberwörter und wird den so genannten „Markt der neuen Mobilität" in Zukunft bestimmen. Innovative Mobilitätskonzepte werden die sich wandelnden und vielseitiger werdenden Bedürfnisse der Bewohner und Besucher unserer Metropolen aufgreifen oder haben sie schon längst aufgegriffen. Carsharing, multimodale Transportlösungen – also die Verquickung verschiedener Verkehrsträger – oder Reise- und Eventservices werden sich zunehmend etablieren. Dies gilt im Großen und Ganzen gleichermaßen für die Beförderung von Personen, wie von Gütern.

INTERNATIONALES SCHAUFENSTER ELEKTROMOBILITÄT Seit dem 3. April 2012 ist Berlin-Brandenburg internationales Schaufenster Elektromobilität. Ziel des Schaufensters mit seinen Schwerpunkten „Fahren, Laden, Speichern, Vernetzen" ist, die Hauptstadtregion zu einem weltweit sichtbaren Standort für die elektromobile Entwicklung, Erprobung und Anwendung zu machen. Hier soll die gesamte Wertschöpfungskette der Elektromobilität von der Forschung und Entwicklung über die Produktion bis hin zur Anwendung und Ausbildung abgebildet werden.

Das Thema „Vernetzung" wird im Schaufenster eine zentrale Rolle spielen. Verkehrsangebote wie ÖPNV oder Carsharing sollen optimal aufeinander abgestimmt und mit einem intelligenten Stromnetz, das vor allem aus Brandenburger Windkraftanlagen versorgt wird, verbunden werden. Brandenburg ist bereits heute führend in der nachhaltigen Energieproduktion und übertrifft die Zielsetzungen der Bundesregierung deutlich. In Zukunft wird von hier immer mehr „grüner" Strom kommen. Die Elektromobilität ist somit auch für das ehrgeizige Projekt Energiewende ein wichtiger Baustein.

MIT BESTEN ERFOLGSAUSSICHTEN Die Entwicklung hin zu einer maßgeschneiderten, intelligenten und nachhaltigen Mobilität ist längst angestoßen. Eine große Mehrheit unter den Automobilexperten glaubt, dass sich der Markt zu einem Mobilitätsangebot mit verschiedenen vernetzten Verkehrsträgern entwickeln wird. Bereits heute beobachten wir in unseren Ballungszentren, dass für die Generation der unter 30-jährigen der Besitz eines Fahrzeugs längst nicht mehr so relevant ist, wie für frühere Generationen. Wichtig für junge Erwachsene ist „Mobilität" – und die findet im Kopf statt.

Über 70 Projekte werden die Elektromobilität für Bürger und Besucher im Rahmen des Schaufensters erlebbar machen. So werden Elektrofahrzeuge im Lieferverkehr und bei der Müllentsorgung eingesetzt. Pendler zwischen Brandenburg und Berlin wollen wir mit einem Pedelec-Korridor zum Umstieg motivieren. Die verschiedenen Verkehrsangebote sollen künftig mittels einer „Mobilitätskarte“ oder einer Smartphone-App verbraucherfreundlich vernetzt werden. Ein vernetztes Auto bietet ganz neue Gestaltungsmöglichkeiten für die Verkehrsinfrastruktur – etwa für die optimale Einstellung von Ampelphasen. Dazu wird eine batterieelektrisch betriebene Buslinie durch die Berliner City fahren und an den Endhaltestellen induktiv aufgeladen (s. auch Interview auf S. 36). Die Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) setzen zudem ab Januar 2014 elektrisch angetriebene Personenschiffe auf den zahlreichen Berliner Gewässern ein.

Ein weiteres Highlight im Schaufenster sollen die „Orte der Elektromobilität“ in unserer Stadt werden. Hier soll die E-Mobilität für Bürger und Besucher sichtbar und erlebbar werden. So gibt es bereits heute am Potsdamer Platz die „Straße der Elektromobilität“, den Campus des Europäischen Energieforums (EUREF) im Bezirk Schöneberg sowie die Multi-Energie-Tankstelle in Schönefeld.

WASSERSTOFFTECHNOLOGIE MIT GROSSER BEDEUTUNG Eine sehr wichtige Rolle innerhalb der Elektromobilität in der Hauptstadtregion spielt das Thema H_2-Technologie. Wasserstoff und Brennstoffzellen sind als Antriebstechnologie ebenso wie Batterien ein unverzichtbarer Bestandteil der Elektromobilität. Hier gehört Berlin-Brandenburg seit vielen Jahren weltweit zu den führenden Standorten. Von den bundesweit 15 Wasserstofftankstellen stehen fünf in Berlin. Bereits 2004 eröffnete hier die bis heute größte H_2-Tankstelle Deutschlands.

Ende 2012 wurde am künftigen Hauptstadtflughafen in Berlin-Schönefeld der Grundstein für die Erweiterung der Multi-Energie-Tankstelle von Total gelegt (s. HZwei-Heft Jan. 2013). Die erste CO_2-neutrale Tankstelle am künftigen Hauptstadtflughafen BER bedeutet einen weiteren Schritt hin zur Marktreife der Wasserstofftechnologie. Gleichzeitig bietet sie erstmals Lösungen für eine der Kernherausforderungen der Energiewende: die Speicherung erneuerbarer Energien. An zwei Zapfsäulen der Multi-Energie-Tankstelle können ab Herbst 2013 Autos und Busse grünen Wasserstoff tanken. Zu den Vorteilen des H_2-Kraftstoffs für mit Brennstoffzellen betriebene Elektrofahrzeuge gehören die kurzen Betankungszeiten, die hohen Reichweiten und eine CO_2-freie Nutzung.

MEHR ALS 250 PROJEKTPARTNER An der Erarbeitung und Umsetzung der Schaufensterprojekte arbeitet als Projektkoordinator die Berliner Agentur für Elektromobilität eMO zusammen mit über 250 Projektpartnern aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft. 107 große Unternehmen, 90 kleine und mittelständische Betriebe, 34 F&E- und Bildungseinrichtungen, 24 Kammern, Netzwerke, Verbände sowie die beiden Bundesländer bilden ein starkes Netzwerk für die Elektromobilität. Mit Audi, BMW, Daimler, Ford, Opel, VW, Citroen, Fiat, Mitsubishi, Peugeot, Renault Nissan, Toyota und Volvo beteiligen sich 14 globale Automobilmarken und damit neun der zehn größten Autohersteller der Welt, darunter alle großen deutschen Hersteller.

Dazu kommen mit Bosch, Continental, Siemens und Deutsche Bahn Branchenführer in Automobilzulieferung, Energietechnik, Infrastruktur und Transport. Die BVG ist als eines der größten europäischen Nahverkehrsunternehmen dabei. Drei der vier großen deutschen Energieversorger – E.ON, RWE und Vattenfall – sind ebenso mit von der Partie.

Elektromobilität fasziniert und begeistert, ist nachhaltig und macht ökonomisch wie ökologisch Sinn. Und zu guter Letzt wird Elektromobilität einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung eines nachhaltigen Mobilitätskonzeptes in einer lebenswerten Metropole leisten. Die Umsetzung wird ein langer Weg, doch es lohnt sich, ihn zu gehen. ||

BERLINER AGENTUR FÜR ELEKTROMOBILITÄT eMO
eMO ist eine Agentur des Landes Berlin und wird getragen von der Berlin Partner GmbH sowie der TSB Technologiestiftung Berlin. Partner sind das Land Brandenburg, die Vereinigung der Unternehmensverbände in Berlin und Brandenburg e.V. (uvb) sowie Unternehmen und Institutionen aus Wirtschaft und Wissenschaft.

Autor:

Gernot Lobenberg
Berliner Agentur für Elektromobilität eMO
→ gernot.lobenberg@emo-berlin.de

SCHAUFENSTER DER SCHAUFENSTER

„Das internationale Schaufenster Berlin-Brandenburg nimmt Fahrt auf“ – unter diesem Motto hat die Berliner Agentur für Elektromobilität *eMO* am 11. März 2013 in Berlin die *Hauptstadtkonferenz Elektromobilität* veranstaltet. Rund 500 Gäste kamen dazu ins Rote Rathaus, um knapp ein Jahr nach der Auswahl der vier Schaufensterregionen nochmals den Beginn dieses Fördervorhabens zu feiern. Die Senatorin für Wirtschaft, Technologie und Forschung, Cornelia Yzer, stellte in ihrer Begrüßungsrede fest: „Elektromobilität und Berlin passen perfekt zusammen.“ Sie bezeichnete Berlin als „Hauptstadt des CarSharings in Europa“, in deren Flotte bereits zehn Prozent der Fahrzeuge elektrisch fahren. Der regierende Bürgermeister Klaus Wowereit ging noch einen Schritt weiter und erklärte: „Wir wollen Berlin als Leitmetropole für Elektromobilität in Europa profilieren. [...] Die Stadt bietet alles, was wir für den Erfolg brauchen.“ Er kritisierte allerdings, dass sich „der Start etwas verzögert hat – vorsichtig ausgedrückt“. Der Ministerialdirektor Werner Ressing wurde dazu sehr viel deutlicher, indem er Berlin-Brandenburg zurief: „Machen Sie auch Tempo mit dem Schaufenster, denn nichts ist so langweilig wie ein leeres Schaufenster.“ Sollte dies gelingen, dann besteht durchaus die Möglichkeit, dass in der Hauptstadtregion auch „das Schaufenster der Schaufenster“ entsteht.

Zur aktuellen Lage im E-Mobilitätssektor sagte Klaus Wowereit: „Der Durchbruch wird erst kommen, wenn die deutsche Autoindustrie Farbe bekennt. Die machen ja schon viel, aber auch da kann es schneller gehen.“ Dem entgegnete Matthias Wissmann, Präsident des Verbands der Automobilindustrie (VDA): „Wir wollen nicht die ersten, sondern die besten Elektrofahrzeuge.“ Er bekräftigte den Willen der Automobilhersteller zum Wechsel: „Wir müssen den Weg weg vom Öl gehen, selbst wenn die Übergangsperiode länger dauert.“ Gleichzeitig gab Wissmann jedoch zu bedenken: „Elektromobilität ist kein Thema, bei dem wir mittelfristig einen Erlös erwarten. Es gibt keinen kurzfristigen return-of-invest.“ ||

Thema: Elektromobilität | **Autor:** Hauke Hinrichs

FORSCHUNG VON STADTWERKEN FÜR STADTWERKE

IKT-Leuchtturm „econnect Germany“

Das bundesweit größte Forschungsprojekt im Rahmen des Technologiewettbewerbs „IKT für Elektromobilität II“ ist *econnect Germany*. Neben elf Industriepartnern und vier Hochschulen haben sich hierfür sieben Stadtwerke aus ganz Deutschland zu einem Forschungsverband zusammengeschlossen – von Sylt im hohen Norden über Osnabrück bis ins südliche Allgäu, von Aachen und Trier im tiefen Westen über Duisburg bis nach Leipzig im Osten. 25 Mio. Euro beträgt das Gesamtvolumen dieses ambitionierten, vom Bundeswirtschaftsministerium (BMWi) geförderten Projektes, das sich von Anfang 2012 bis Mitte 2014 mit Lösungen für die Elektromobilität beschäftigt.

In *econnect Germany* untersuchen die Projektpartner unter der Konsortialführerschaft der smartlab Innovationsgesellschaft mbH aus Aachen die Anforderungen an eine zukunftsfähige Elektromobilität und entwickeln gemeinsam nachhaltige Mobilitätskonzepte. Das Besondere daran ist die Bündelung einzelner Hubs (Netzwerkknoten) an sieben Standorten durch die dortigen Stadtwerke sowie Partner aus Forschung und Entwicklung, um jeweils unterschiedliche Themenbereiche zu bearbeiten. Die Bandbreite reicht dabei von intelligenten Verkehrsanwendungen für Elektromobilität (Smart Traffic) bis hin zur Integration der Elektromobilität in das intelligente Stromnetz der Zukunft (Smart Grid). Die im Projekt entwickelten IKT-Anwendungen werden zudem in Feldversuchen mit insgesamt über 90 Elektroautos demonstriert.

HUB AACHEN: SMART GRIDS Im Aachener Netzwerk erforschen acht Partner verschiedenste Themenbereiche elektromobiler Smart-Grid-Anwendungen, stellen europaweite Interoperabilität bei öffentlicher Ladeinfrastruktur her und entwickeln Geschäftsmodelle. Die entwickelten Lösungen werden dann in einem breiten Feldversuch mit über 25 Elektrofahrzeugen einem Praxistest unterzogen.

Im Rahmen des Teilprojekts *Smart Pricing* bieten die Stadtwerke Aachen (Stawag) zehn Feldtestkunden dynamische Stromtarife an, welche sich unter anderem an den Preisen der Strombörse (EEX) sowie an der lokalen und deutschlandweiten Erzeugung erneuerbarer Energien orientieren. Somit kann geladen werden, „wenn der Wind weht“. Die Steuerung von Lasten im Haushalt (insbesondere des Elektrofahrzeugs) wird durch das so genannte „Home Demand Management“ umgesetzt und auf einem Tablet-PC visualisiert. Andererseits ermöglicht das zum *Smart Pricing* parallel laufende *Demand-Side-Management-System* durch eine so genannte intelligente Ortsnetzstation (iONS) die Steuerung der Ladevorgänge von Elektrofahrzeugen aus Sicht des Verteilnetzbetreibers. Sofern Engpässe im Niederspannungsnetz auftreten, kann die Ladeleistung reduziert werden. In Extremsituationen können Fahrzeuge „abgeworfen“ werden, bevor das gesamte Verteilnetz überlastet wird. Die Steuerungen vom Verteilnetzbetreiber werden dem Kunden auf dem Tablet-PC durch eine „Ampel“ entsprechend signalisiert.

Außerdem gibt es den so genannten „Prosumer-Haushalt“ mit einer Photovoltaik-Anlage (PV) sowie einem stationären Speicher. Hier hat der Kunde die Wahl: Entweder nutzt er den selbst erzeugten PV-Strom direkt aus der Dachanlage beziehungsweise aus dem Batteriezwischenspeicher oder er bezieht ihn vom Energieversorger und kann somit die günstigen dynamischen Tarife nutzen, wobei das Demand-Side-Management-System das Netz stabil hält.

Des Weiteren setzt *e-clearing.net* im grenznahen Aachen den Akzent auf grenzenlose Elektromobilität. Internationales Roaming sowie offene Standards für die Ladeinfrastruktur sind wichtige Voraussetzungen, um Elektromobilität voranzutreiben. Zusammen setzen dabei die Partner smartlab (Deutschland), bluecorner N.V. (Belgien) und e-laad (Niederlande) auf ein gemeinsames System, welches bereits heute die Ladenetze in allen drei europäischen Ländern interoperabel macht. Mit einer einheitlichen Tankkarte können die angeschlossenen Kunden überall Strom laden.

HUB TRIER: VOM WINDRAD ZUM ELEKTROAUTO Die Stadtwerke Trier (SWT) werden in Zusammenarbeit mit der Hochschule und der Universität Trier sowie dem Energie- und Automatisierungsspezialisten ABB ein auf die Region abgestimmtes virtuelles Energieverbundsystem erarbeiten. Mit Hilfe von Kraftwerkeinsatzoptimierung sowie Prognosen der volatilen Erzeuger und Verbraucher werden Fahrpläne für den nächsten Tag erstellt und im System abgelegt. Diese werden aufgrund neuer Last- und Erzeugungsprognosen ständig angepasst. Mit dem Abgleich der Ist-Werte, welche minutengenau im Leitsystem eintreffen, wird das Energiemanagementsystem in der Lage sein, Erzeuger und Verbraucher so zu steuern, dass immer ein ausgeglichenes Energiekonto für die Verrechnungsperiode vorhanden ist. Konkret demonstriert wird dies im *Parkhaus der Zukunft*.

Im zweiten Arbeitspaket wird das (theoretische) Potential der Fahrzeugbatterie zum gesteuerten Laden und Rückladen über einen tariflichen Anreiz untersucht und die Frage durchleuchtet, inwieweit der Proband beziehungsweise Kunde bereit ist, seine Fahrten im Voraus zu planen. In einem von der Hochschule Trier entwickelten Fahrzeugrechner werden zunächst SWT-Tarifinformationen abgelegt. Der Kunde wiederum gibt seine Mindestreichweite ein, und anhand dieser Eingangsgrößen können sowohl die günstigsten Ladezyklen aus Sicht des Energiemanagements sowie Kapazitäten zur Rückspeisung identifiziert werden.

HUB LEIPZIG: ELEKTROMOBILITÄT (ER)LEBEN Die Stadtwerke Leipzig planen, die im Themenfeld Smart Grid erarbeiteten Applikationen aus den Hubs Aachen und Duisburg zum „Laden zu Hause", „Laden beim Arbeitgeber" und „Laden im öffentlichen Raum" in einer zweiten Machbarkeitsstudie zu untersuchen. Im Anschluss daran soll ein Vergleichsverfahren entwickelt werden, um den besten Umsetzungsprozess durch Vergleich und Optimierung zu erhalten. Dieser könnte dann von allen Partnern verwendet werden. Beim „Laden im öffentlichen Raum" planen die Stadtwerke Leipzig die Beschaffung von drei Elektroautos für einen CarSharing-Anbieter sowie die Installation von Ladestationen an unterschiedlichen Standorten.

HUB DUISBURG: EFFIZIENZ DURCH LASTSTEUERUNG Im Hub Duisburg arbeiten die Stadtwerke Duisburg mit dem Lehrstuhl für Energiewirtschaft der Universität Duisburg-Essen zusammen. Im Fokus steht das Thema „Laden beim Arbeitgeber", welches unterschiedliche Fragestellungen rund um das lokale Lastmanagement erforscht und erprobt. Zielsetzung ist, unter Berücksichtigung ökonomischer und energiewirtschaftlicher Gesichtspunkte Geschäftsmodelle zur bedarfsgerechten Implementierung von Elektromobilität für Unternehmen zu entwickeln. Ein notwendiger Schritt zur Realisierung dieses Ziels ist der Aufbau einer intelligenten Ladeinfrastruktur. Durch intelligente IKT-basierte Steuerungsmechanismen und -logiken sollen Lastspitzen vermieden sowie Ladevorgänge optimal auf das Verbrauchsverhalten des Unternehmens abgestimmt und gesteuert werden. Darüber hinaus wird untersucht, welche Produkte beziehungsweise Systemdienstleistungen sich aus der Möglichkeit der steuerbaren Lasten ergeben, wie zum Beispiel die Vermarktung positiver oder negativer Regelleistung.

HUB OSNABRÜCK: MULTIMODALE E-MOBILITÄT Das Ziel des Hubs Osnabrück, bestehend aus den Stadtwerken Osnabrück, der HaCon Ingenieurgesellschaft mbH und der RWTH Aachen, ist die Schaffung eines multimodalen, weitgehend elektrisch betriebenen Mobilitätsangebots, welches den Fahrgästen die Möglichkeit bietet, für jeden Reiseabschnitt das passende umweltfreundliche Verkehrsmittel zu wählen und diese zu effizienten Mobilitätsketten zu kombinieren.

Um solche Wegeketten, basierend auf Bus, Bahn, Fahrrad und CarSharing, vollständig elektrisch betreiben zu können, wurden zehn E-Autos für das CarSharing und ein E-Bus für den Linienverkehr bereitgestellt. Neben der Verfügbarkeit der Elektrofahrzeuge zählt auch die Bereitstellung der entsprechenden Ladeinfrastruktur zu den zentralen Aspekten bei der Umsetzung der intermodalen Reisekette. Eine Befragung hat ergeben, dass die Einwohner Osnabrücks sehr positiv gegenüber dem E-CarSharing eingestellt sind. Die insgesamt 1.100 Verleihvorgänge im Jahr 2012 sowie über 31.000 gefahrene Kilometer zeigen dies.

Zudem werden ein Informationssystem namens *cityRIS* (cityReiseInformationsSystem) und eine App *CityNavigator* entwickelt, die eine übersichtliche, intuitive und bedürfnisorientierte Reiseplanung auf Basis von Echtzeitdaten ermöglichen. Ein weiterer Arbeitsschritt ist die Anpassung der ÖPNV- und CarSharing-Infrastruktur zur Demonstration des Mobilitätskonzepts im Rahmen eines Feldtests. Unterstützt wird dieses Vorhaben in Osnabrück durch die InnoZ GmbH, die die Begleitforschung übernimmt, und die Cantamen GmbH, welche für die systematische Anbindung des CarSharing zuständig ist.

HUB ALLGÄU: ELEKTROMOBILITÄT SELBST ERFAHREN Im Allgäu rollen seit 2009 grün-weiße E-Flitzer lautlos über die Straßen und ermöglichen Gästen und Einheimischen, elektrisch mobil zu sein. Elektromobilität ist somit für jedermann „erfahrbar". Lag im Forschungsprojekt *eE-Tour Allgäu* der Fokus noch auf einer vorrangig touristischen Nutzung der E-Autos, so können fortan die über 30 Fahrzeuge unterschiedlichster Hersteller und Modelle auch über Kommunen und Verkehrsträger ausgeliehen werden. Das Projekt *econnect eE-Tour Allgäu* richtet sich dabei nicht nur an Gäste und Einheimische, sondern auch an die Mitarbeiter der Kommunen und ortsansässige Unternehmen. Das Ziel dieser Neuausrichtung ist, die Elektromobilität einer breiteren Öffentlichkeit vorzustellen und sie von den Vorteilen und Potenzialen der neuen Technologie zu überzeugen.

Während jeder Fahrt werden Nutzungs- und Belastungsdaten aufgezeichnet, die in den Aufbau einer umfassenden Datenbank zur Fahrt- und Ladeanalyse fließen. Darüber hinaus beschäftigt sich das Forschungsteam im Allgäu mit der Entwicklung eines intelligenten Fahrerassistenzsystems zur Reichweitenbestimmung und Optimierung der Fahrroute. Ein flächendeckendes Ladesäulennetz stellt den Fahrern kostenlos Strom aus regenerativen Energien zur Verfügung. Die Weiterentwicklung eines Smart-Home-Systems soll zudem die Komponenten PV, Verbraucher, stationäre Batterie und Ladepunkt miteinander verknüpfen und so das Laden im Büro intelligent machen. Im Teilprojekt *Smart Farm* werden diese lokalen Lastmanagementlösungen in Verbindung mit einem Hybridtraktor bei einem landwirtschaftlichen Betrieb erforscht.

HUB SYLT: DIE ELEKTROMOBILE INSEL Die Energieversorgung Sylt (EVS) hat im Rahmen des Projekts *econnect Germany* ihren hauseigenen Fuhrpark auf fünf E-Fahrzeuge erweitert und positioniert sich dadurch neu als Mobilitätsdienstleister. Die elektromobile Basis bilden ein *C-Zero,* ein Renault *Kangoo,* ein Renault *Twizy,* ein E-Roller *Kumpan* sowie ein E-Bike. Parallel dazu wurde die Infrastruktur auf der Insel ausgebaut. Neben den zwei bereits bestehenden Ladesäulen in Westerland und List sind für 2013 drei weitere Stationen geplant. Es wurde zudem eine Kooperation mit JoJoBike initiiert, das seinen Verleih von insgesamt 150 E-Bikes und zehn E-Rollern auf dem Areal der EVS organisiert. Trotz des durchwachsenen Sommers 2012 wurden die Räder bei gutem Wetter rund 50 km am Tag gefahren. Die Ergebnisse aus dem Feldversuch in Aachen sollen zu einem späteren Zeitpunkt auch im Bereich „Laden zu Hause" auf Sylt umgesetzt werden. ||

LEUCHTTURMPROJEKT

Im Juni 2012 hat die Bundesregierung *econnect Germany* neben zwölf anderen Vorhaben als Leuchtturmprojekt für E-Mobilität ausgezeichnet. Seitens der Bundesministerien (BMWi, BMVBS, BMU, BMBF) hieß es, diese Wahl sei ein „Gütesiegel" für besonders wichtige Innovationen, die einen bedeutenden Beitrag zum technologischen Fortschritt leisten.

Autor:

Hauke Hinrichs
smartlab Innovationsgesellschaft mbH, Aachen
→ hinrichs@smartlab-gmbh.de

Foto: Fraunhofer IVI

Thema: Elektromobilität | **Autor:** Jan Schubert

HALB BUS, HALB STRASSENBAHN

Die AutoTram® Extra Grand fährt auch mit Brennstoffzellen

Ihre Berühmtheit verdankt sie in erster Linie ihrer Größe – vor allem dadurch macht der derzeit „längste Bus der Welt" Schlagzeilen. Allein von außen betrachtet sehen 30,73 Meter auch wirklich stattlich aus. Aber noch viel mehr Innovationen stecken im Inneren. Dort befindet sich das eigentliche Know-how, das dafür sorgt, dass dieser Fahrzeuggigant überhaupt auf öffentlichen Straßen manövriert werden kann. Im September 2012 erfolgte zum Abschluss des Forschungsprojekts, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Programms „Innovative Regionale Wachstumskerne" gefördert wurde, die Präsentation des Demonstratorfahrzeugs mit dem Namen *AutoTram® Extra Grand.*

Die *AutoTram® Extra Grand* stellt die konsequente Weiterentwicklung des seit Jahren am Fraunhofer-Institut Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI verfolgten *BusBahn*-Konzepts (s. AutoTram HZwei-Heft Nov. 2006) dar. Kombiniert mit der *Go4City*-Fahrzeugpalette der thüringischen Göppel Bus GmbH wurde somit aus der *AutoTram* die *AutoTram® Extra Grand*. Die ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen dafür erarbeiteten mittelständische Unternehmen sowie Forschungseinrichtungen aus der Region Sachsen-Ostthüringen-Südbrandenburg.

KONKRETE KONSTRUKTIONSVORGABEN Das Ziel der Projektpartner war, ein Verkehrssystem zu entwickeln, das die Lücke in der Beförderungskapazität zwischen Straßenbahn und Stadtbus schließt und gleichzeitig die nachweislich ökologischen Vorteile eines schienengebundenen Systems mit der Einsatzflexibilität und den besonders infrastrukturellen Kostenvorteilen eines Straßenfahrzeugs vereint. Hieraus ergaben sich konkrete technologischen Kernanforderungen an das Verkehrssystem: eine Fahrgastkapazität von mindestens 200 Passagieren, eine Manövrierfähigkeit ohne gesonderte Infrastrukturmaßnahmen gemäß BOKraft (Verordnung über den Betrieb von Kraftfahrunternehmen im Personenverkehr) sowie eine umweltfreundliche und energieeffiziente Antriebstechnik.

Fahrgastkapazität und Manövrierfähigkeit stehen hierbei in einem direkten Zusammenhang: Aufgrund der beschränkten Querschnittsgeometrie des Fahrzeugs konnte eine Steigerung des Fahrgastvolumens nur durch eine größere Fahrzeuglänge erreicht werden. Die *AutoTram® Extra Grand* basiert deswegen auf drei anstelle der bisher üblichen zwei Einzelsegmenten, deren Edelstahltragwerk in Monocoque-Bauweise mit Kunststoff beziehungsweise GFK (glasfaserverstärktem Kunststoff) verkleidet ist.

DIFFIZILE LENKUNG Konventionell gelenkte Busse stoßen ab einer Länge von etwa 25 Metern an ihre Grenzen hinsichtlich des Spurbreitenbedarfs bei Kurvenfahrt nach BOKraft. Die Ingenieure des Fraunhofer IVI widmeten sich daher der Aufgabe, eine spurtreue und genehmigungsfähige elektro-hydraulische Mehrachslenkung für die *AutoTram® Extra Grand* zu entwickeln. Ihr Ziel war, bei der Konzeptionierung dieser Lenkung ohne zusätzliche Leiteinrichtungen oder sonstige Fahrerassistenzsysteme auszukommen. Glücklicherweise konnten sie dabei auf die langjährigen Erfahrungen bei der regelungstechnischen Auslegung und Umsetzung von robusten und leistungsfähigen Lenkalgorithmen zurückgreifen.

Herausgekommen ist ein Übertragungssystem, bei dem der Fahrer den Kurs über die gewohnte servounterstützte mechanische Lenkung an der ersten Achse bestimmt. Die nachfolgenden gelenkten Achsen werden über ausfallsichere Sicherheitslenkcomputer der Firma Mobil Elektronik und redundant ausgelegte hydraulische Aktorik ohne Fahrereinfluss automatisch angesteuert. Dies ermöglicht gleichzeitig ein unkompliziertes Rückwärtsfahren des extralangen Fahr-

zeugs. Gemeinsam mit dem DEKRA Automobil Test Center konnte die Sicherheit des Lenksystems anhand von Sicherheitsanalysen, zahlreichen Fahrtests und Fehlersimulationen nachgewiesen werden.

HYBRIDES ANTRIEBSKONZEPT Das seriell-hybride Antriebssystem baut auf einem neuartigen Doppel-PowerPack-Konzept auf. Das Hauptaggregat, ein bestpunktbetriebener und robuster Dieselgenerator, befindet sich im Heck des Fahrzeugs und sorgt im Normalfall für günstige Verbrauchswerte. Für besonders hohe Leistungsanforderungen, zum Beispiel bei voll besetztem Fahrzeug oder Bergfahrten, wird zusätzlich das am Fraunhofer IVI entwickelte und auf leichterer Pkw-Technik basierende vordere Boosteraggregat zugeschaltet. Die im Rahmen dieses Projekts neu entstandenen, besonders effizienten 160-kW-Traktionsmaschinen (PSM) an Achse 2 und 5 treiben die AutoTram® an. Sie beziehen ihre elektrische Energie über wirkungsgradoptimierte Wandler der Firma Motion Control and Power Electronics aus einem 700-Volt-Hochspannungszwischenkreis. Die um bis zu 50 Prozent überlastfähigen Motoren werden nach einem von der Technischen Universität Dresden patentierten Prinzip mit Luft quergekühlt. Sie sind zentral über eine Gelenkwelle an Standardachsen angebunden und gewährleisten ohne Getriebe eine zugkraftunterbrechungsfreie Übertragung der Antriebsmomente vom Stand bis zur Höchstgeschwindigkeit.

Die Modularität des seriell-hybriden Antriebsstranges erlaubte es weiterhin, das Fahrzeug mit einem leistungsfähigen Dualspeicher auszustatten. Die gewählte Kombination einer 35-kWh-Lithium-Ionen-Batterie und eines 0,94-kWh-Hochleistungskondensators ermöglicht es, im realen Linienbetrieb Strecken bis zu acht Kilometern rein elektrisch zurückzulegen, da sich die beiden Speicherarten hinsichtlich ihrer Leistungs- und Energiedichte ergänzen.

Im Zuge der fortschreitenden Entwicklungen im Bereich der Speichertechnologien, die derzeit wegen unbefriedigender Eigenschaften und hoher Kosten konventionellen Energieträgern unterlegen sind, wäre zukünftig ein Verzicht auf die diesel-elektrischen Range Extender möglich, ohne die Topologie des Antriebssystems grundlegend ändern zu müssen. Als Brückentechnologie auf diesem Wege bieten sich induktive oder konduktive Hochleistungsladesysteme an. Diese könnten zum Beispiel im Halte- oder Endstellenbereich ein Nachladen der Energiespeicher während der Fahrgastwechsel- oder Wartezeit gewährleisten (s. S. 34).

INNOVATIONEN FÜR MEHR RAUM Eine weitere Innovation stellen die eingesetzten Gelenksysteme der Firma Hübner dar. Aufgrund der statischen Überbestimmtheit der ersten beiden Segmente ist das vordere Drehgelenk mit einer doppelten Nickachse ausgestattet, die auftretende vertikale Höhenunterschiede und Nickbewegungen ausgleicht. Das hintere Gelenk ist ein auf Tragarmen basierendes Kurzgelenk. Die deutlich geringere Einbaulänge ermöglichte somit den Einbau einer zusätzlichen Sitzreihe, ohne dass Kompromisse beim Knickwinkel eingegangen werden mussten.

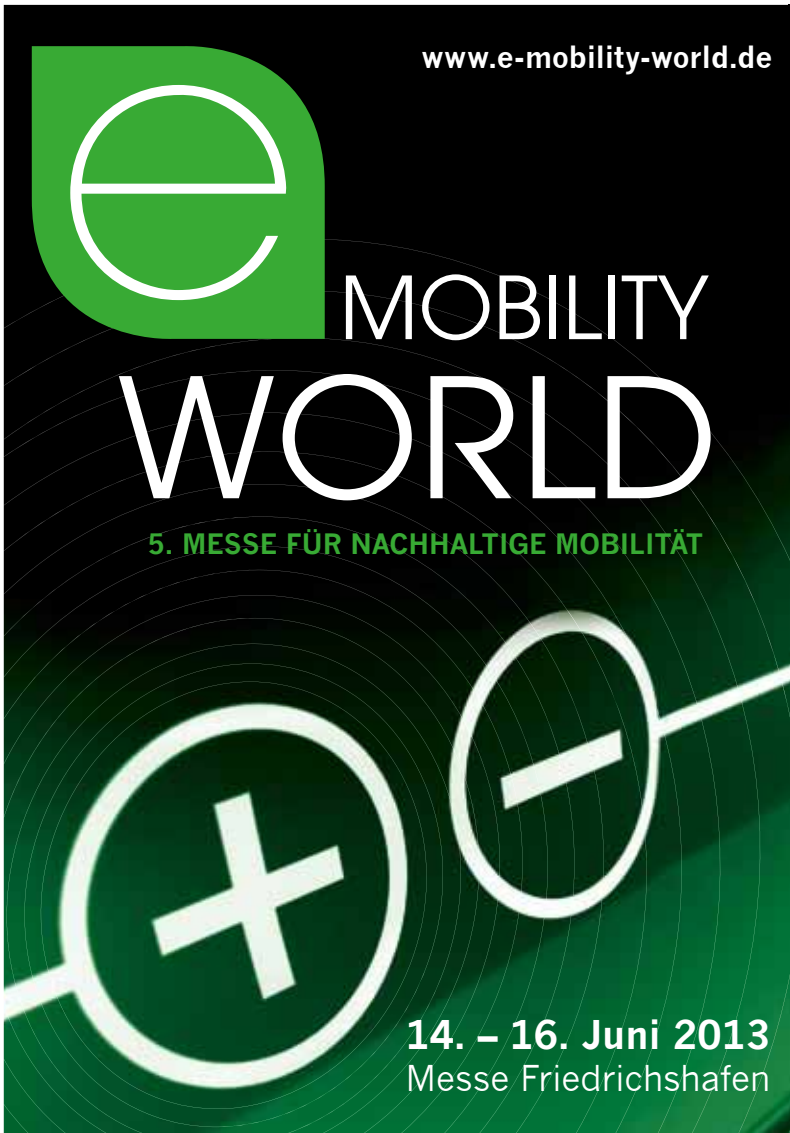
Für einen reibungslosen Fahrgastwechsel bei der immerhin 250 Personen fassenden *AutoTram® Extra Grand* sorgen fünf elektrisch angetriebene Doppel-Innenschwenktüren. Außerdem sind rund 90 Prozent des absenkbaren Fahrzeugs (kneelingfähig) niederflurig ausgeführt. Der Sitzbereich des letzten Segmentes verfügt über eine Kinobestuhlung, da hier eine lenkbare Antriebsachse vorgesehen wurde. Durch seine helle und optisch klare Gestaltung vermittelt der gesamte Innenraum den Eindruck von Größe und Hochwertigkeit.

OPTION BRENNSTOFFZELLENANTRIEB Auch wenn zunächst nur ein Prototyp der *AutoTram® Extra Grand* existiert, ist durch verkehrswissenschaftliche Begleituntersuchungen der Dresdner Verkehrsbetriebe gewährleistet, dass den grundlegenden Anforderungen der kommunalen Verkehrsunternehmen hinsichtlich der Einsatztauglichkeit im Projekt Rechnung getragen wurde. Erste Pilotversuche auf Dresdner Linien sollen dies noch bestätigen. Darüber hinaus erweisen sich vor allem die in Asien und Amerika sehr verbreiteten Bus-Rapid-Transit-Systeme (BRT) als ideale Plattformen für die *AutoTram® Extra Grand*. Das aus dem Versuchsträger für diese ÖPNV-Lösung abzuleitende Fahrzeug kann durch die im Gesamtkonzept vorgesehene modulare Bauweise, insbesondere aber auch hinsichtlich des jeweiligen Antriebsystems individuell an die jeweiligen Anforderungen der Betreiber angepasst werden. Auch der Einsatz von gas- oder brennstoffzellenbasierten Primäraggregaten ist nur eine Frage des Kundenwunsches.

Ungeachtet dessen, das die *AutoTram®* gigantische Dimensionen aufweist, machen sie smarte Detaillösungen trotzdem zu einem universell einsetzbaren ÖPNV-Fahrzeug – und zu einem echten „Hingucker“. ||

Autor:

Jan Schubert
Fraunhofer-Institut Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI, Dresden
→ Jan.Schubert@ivi.fraunhofer.de



EU EINIGT SICH AUF TYP-2

Volker Lazzaro präsentiert den „Mennekes-Stecker"

Es gab schon etliche Fehlmeldungen, aber dieses Mal soll es tatsächlich stimmen: Die Europäische Kommission hat sich im Februar 2013 auf einen einheitlichen Standard für Ladestecker geeinigt. Die Wahl fiel auf den in Deutschland entwickelten *Typ-2*, wie er hierzulande bereits in etlichen Fahrzeugen zur Anwendung kommt. Die von Mennekes entwickelte Steckerkonfiguration gemäß DIN IEC 62196 gilt als universell einsetzbar und robust und unterstützt sowohl das einphasige als auch das dreiphasige Laden (16 A bzw. 63 A). Stecker vom *Typ-1,* die in Japan entwickelt und mittlerweile auch in den USA eingeführt wurden, ermöglichen demgegenüber nur die einphasige Ladung. Die Italiener und Franzosen hatten den *Typ-3* favorisiert, der zwar ein- und dreiphasig laden kann, aber nur bis 32 A geeignet ist. Zudem verfügt diese Variante über eine Schutzvorrichtung, einen so genannten Shutter, der jedoch nach Meinung der Deutschen und der EU nicht unbedingt erforderlich sei. Dr. Jens Gayko vom VDE sagte gegenüber *Produktion,* diese zusätzliche Kindersicherung sei überflüssig, da dies „sowohl Gürtel als auch Hosenträger wäre". Trotzdem erarbeitete Mennekes eine Steckeralternative mit verschiedenen Deckeln, mit der die Bedenken Frankreichs und Italiens aus dem Weg geräumt werden konnten. „Diese Lösung war der Durchbruch", erklärte Volker Lazzaro, Geschäftsführer Innovation & Technik bei Mennekes Elektrotechnik, den „nicht ganz leichten Weg" bis zur Entscheidungsfindung.

Brüssel macht mit dieser Lösung den Weg dazu frei, dass im Herzen Europas ein großes Infrastrukturnetz mit bis zu 150.000 Ladestationen bis 2020 entstehen kann, das dann auch Schnellladung ermöglicht. Da die CCS-Technologie (Combined Charging System) auf dem *Typ-2*-Stecker basiere, wird die Wechselstromschnellladung (DC) in absehbarer Zeit realisierbar. Nach Worten von Lazzaro ist das „das gleiche Steckersystem". Momentan existieren in Deutschland über 2.000 Ladepunkte, an denen die europäischen Einheitsstecker bereits eingesetzt werden. Als nächster Schritt in der Standardisierung wird die Kommunikation zwischen den Fahrzeugen und den Ladestationen in Angriff genommen. Damit der Datentransfer zukünftig problemlos funktioniert, soll eine vereinheitliche, internationale Norm eingeführt werden. Ein entsprechendes zweijähriges Förderprojekt (Gesamtvolumen: 4,6 Mio. Euro) wurde bereits vom BMWi unter dem Namen *eNterop* initiiert. ||

GENF RE-ELEKTRISIERT

Nachdem sich die Elektroautos in den vergangenen Jahren von den Automobilmessen ein Stück weit distanziert hatten, hat es auf dem Autosalon in Genf vom 7. bis 17. März 2013 fast schon ein kleines Comeback der Elektromobilität gegeben. Einer der Höhepunkte dürfte dabei sicherlich die Präsentation des serienreifen Ein-Liter-Autos *VW XL1* (2-Zylinder-Dieselmotor mit 20-kW-E-Antrieb) gewesen sein, zusammen mit der Ansage, 250 Exemplaren bauen zu wollen. Außerdem stellte VW Nutzfahrzeuge das *e-Co-Motion*-Konzept vor, ein Konzeptfahrzeug auf Basis eines *T5* mit reinem Batterieantrieb (50 kW). Auch Toyota präsentierte eine interessante Studie, allerdings sehr viel kleiner: Der *i-Road* passt in eine Kategorie mit dem *Twizy* von Renault, besitzt allerdings drei versetzt angeordnete Räder. Er verfügt zwar über eine komplette Außenhülle, aber nur über zweimal 2-kW-Antriebsleistung und lediglich 50 km Reichweite. Mitsubishi zeigte die Weiterentwicklung des *i-MiEV,* den *CA-MiEV,* wobei *CA* für „Compact & Advanced" steht und auf die verbesserte Reichweite anspielt. Dank Leichtbau, Hochleistungsbatterien und verbesserter Aerodynamik soll er rund 300 km schaffen. Die Bayerischen Motorenwerke feierten in Genf die Europapremiere des *BMW i3 Concept Coupés.* Die Standardausführung, der *BMW i3,* soll noch Ende dieses Jahres in die Show-Rooms kommen. Ein Highlight für die Jugend war der ausgestellte *Belumbury,* der aus Italien kommt und dort mit seinen 11 kW bereits von 16-jährigen mit Motorradführerschein gefahren werden darf. Hyundai meldete währenddessen, dass die ersten Brennstoffzellenfahrzeuge in Südkorea vom Band laufen. ||

FIRMEN-EINTRAG

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

Firma

Adresse

Tel., Fax, Internet

Rubrik:

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

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

TERMINKALENDER

APRIL

08.-12.04. Gemeinschaftsstand Wasserstoff und Brennstoffzellen
Messe, Hannover, Tobias Renz Fair,
Tel. 089-7201-384-0, Fax -20,
www.h2fc-fair.com,
www.hannovermesse.de

11.-14.04. auto motor und sport i-Mobility
Messe, Stuttgart,
Landesmesse Stuttgart GmbH,
Tel. 0711-18560-2656, Fax -701,
www.i-mobility.mobi

16.-19.04. Fuel Cells and Hydrogen
Seminar, Ulm, WBZU,
Tel. 0731-17589-21, Fax -10,
www.wbzu.de

16.-18.04 Conference on Fundamentals & Development of Fuel Cells
Konferenz, Karlsruhe,
Fraunhofer ICT,
Tel. 0721-4640-301, Fax -800301,
http://fdfc2013.eifer.org

23.-25.04. Energy Storage World Forum
Messe & Konferenz, Berlin,
Dufresne,
Tel. +65-624-30050, Fax -57232,
www.energystorageforum.com

23.-25.04. Solar Energy
Messe, Berlin, ProFair,
Tel. 05121-20626-0, Fax -26,
www.messen-profair.de/Solarenergy

23.-25.04. Elektromobilität
Seminar, Ulm, WBZU,
Tel. 0731-17589-21, Fax -10,
www.wbzu.de

24.-25.04. DBI-Innovationsforum Power-to-Gas-to-Power
Konferenz, Leipzig, DBI,
Tel. 0341-24571-29, Fax -37,
www.dbi-gut.de

MAI

14.-15.05. Smart Energy Kongress
Kongress & Messe, Frankfurt,
MunichExpo,
Tel. 089-3229911-2, Fax -9,
www.sem-expo.de

15.-17.05. Berliner Energietage
Messe & Konferenz, Berlin,
Berliner ImpulsE,
Tel. 030-2014308-04, Fax -10,
www.berliner-energietage.de

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

27.-28.05. Elektromobilität bewegt weltweit
Kongress, Berlin,
GGEMO/Bundesregierung,
Tel. 030-32-55274, Fax -26442,
www.konferenz-elektromobilitaet.de

29.-31.05. Carbon Expo
Messe & Kongress,
Barcelona/Spanien, KoelnMesse,
Tel. 0221-821-0, Fax -2574,
www.carbonexpo.com

JUNI

03.-07.06. Conference on Polymer Batteries & Fuel Cells
Konferenz, Ulm, WBZU,
Tel. 0731-17589-21, Fax -10,
www.pbfc.eu

04.-06.06. Power-Gen Europe
Konferenz & Messe, Wien,
PennWell Corp.,
Tel. +44-1992-656-610, Fax -700,
www.powergeneurope.com

08.-09.06. E-Mobil Rallye
Wettfahrt, Vejle-Sylt-Flensburg,
Eco-Mobility,
Tel. 0431-24746372,
www.emobil-rallye.com

11.-13.06. BDEW Kongress
Kongress, Berlin,
EW Medien & Kongresse,
Tel. 030-2602412-1, Fax -2,
www.bdew.de/kongress

14.-16.06. e-mobility-world
Messe, Friedrichshafen,
Messe Friedrichshafen,
Tel. 07541-708-376, Fax -2376,
www.e-mobility-world.de

16.-19.06. Hydrogen + Fuel Cells
Konferenz, Vancouver/Kanada,
MCI Group,
Tel. +1-604-688-9655,
www.hfc2013.com

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

25.-26.06. Elektro-Mobil Kongress
Konferenz, Essen, Haus der Technik,
Tel. 0201-180326-2, Fax -3,
www.e-mobil-kongress.de

27.-28.06. eMobility Summit
Kongress, Berlin, Tagesspiegel,
Fax 030-29021-29224,
www.emobility-summit.de

JULI

01.07. Alkalische Brennstoffzellen
Workshop, Oldenburg, FEE e.V.,
Tel. 030-6576270-6, Fax -8,
www.fee-ev.de

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

02.-05.07. European PEFC & H2 Forum
Konferenz & Messe, Luzern/Schweiz,
European Fuel Cell Forum,
Tel. +41-4-45865644, Fax -135080622,
www.efcf.com

12.-15.07. Hydrogen and Fuel Cells Conference
Konferenz, Napa Valley/USA, Zing,
Tel. +1-604-688-9655-2,
www.zingconferences.com

AUGUST

26.08. Wasserstoffspeicher
Workshop, Berlin, FEE e.V.,
Tel. 030-6576270-6, Fax -8,
www.fee-ev.de

SEPTEMBER

09.-11.09. International Conference on Hydrogen Safety (ICHS)
Konferenz, Brüssel/Belgien, IPHE,
www.ichs2013.com

10.09. Forum Power to Gas
Messe, Regensburg, OTTI, Tel. 0941-29688-37, Fax -17, *www.otti.de*

12.-22.09. IAA Pkw
Messe, Hannover, Verband der Automobilindustrie, Tel. 069-97507-0, Fax -261,
www.iaa.de

17.-18.09. DBI-Fachforum Energiespeicherkonzepte
Konferenz, Berlin, DBI, Tel. 0341-24571-29, Fax -37, *www.dbi-gut.de*

19.-21.09. Klimamobility
Messe, Bozen/Italien, Messe Bozen,
Tel. +39-471-516-000, Fax -111,
www.klima-mobility.it

25.-27.09. International Conference on Sustainable Automotive Technologies
Konferenz, Ingolstadt, HAW Ingolstadt, Tel. 0841-9348-221,
www.icsat2013.com

FIRMENVERZEICHNIS

BERATUNG & PLANUNG

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

BETANKUNGSTECHNIK

WALTHER-PRÄZISION
Carl Kurt Walther
GmbH & Co. KG
Westfalenstraße 2, 42781 Haan
Tel. 02129-567-0, Fax -450
info@walther-praezision.de
www.walther-praezision.de

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

BRENNSTOFF- UND LUFTVERSORGUNG

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

BRENNSTOFFZELLEN

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

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

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

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

ELEKTROLYSEURE

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

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

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

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

FORSCHUNG & ENTWICKLUNG

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

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

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

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

IMM Institut für Mikrotechnik Mainz GmbH,
Carl-Zeiss-Str. 18-20, 55129 Mainz, Tel. 06131-9900,
www.imm-mainz.de, Reformer und Wärmetauscher

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

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

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

MEDIEN

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

MESSDATENMANAGEMENT UND MONITORING

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

ORGANISATION

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

PRÜFTECHNIK

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

TesTneT Engineering GmbH,
Riesenfeldstraße 85, 80809 München, Tel. 089-23710939, *info@h2-test.net, www.h2-test.net*

SPEICHERTECHNIK

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

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

SYSTEMINTEGRATION

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

TECHNOLOGIEZENTREN

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

h2herten Wasserstoff-Kompetenz-Zentrum

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

START HÜRTH

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*

19. Gemeinschaftsstand Wasserstoff + Brennstoffzellen
Hannover Messe 2013, 8.-12. April, Tobias Renz FAIR, Nadja Snegireva, *nadja@h2fc-fair.com, www.h2fc-fair.com*

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

VEREINE & VERBÄNDE

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

FEE – Fördergesellschaft Erneuerbare Energien e.V., Köpenicker Str. 325, 12555 Berlin, Tel. 030-65762706, Fax -8, *info@fee-ev.de, www.fee-ev.de*

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

Forum ElektroMobilität e.V.

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

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

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

WEITERBILDUNG

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

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

ZULIEFERER

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

bürkert FLUID CONTROL SYSTEMS

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

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

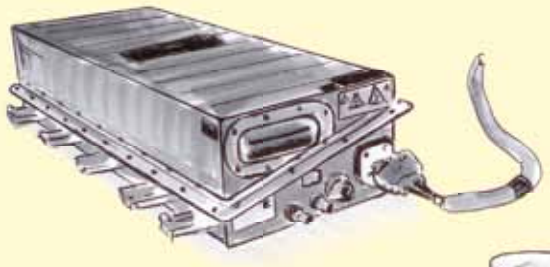
Eisenhuth GmbH & Co. KG, Friedrich-Ebert-Str. 203, 37520 Osterode am Harz, Tel. 05522-9067-14, Fax -44, *www.eisenhuth.de*

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

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

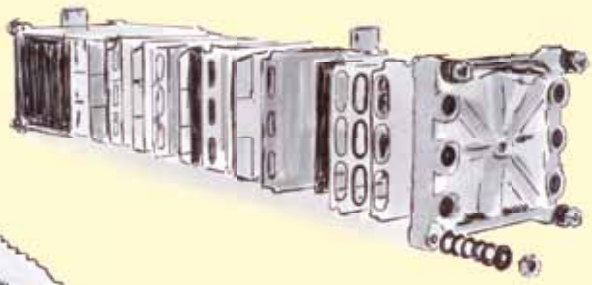
SMA Solar Technology AG, Sonnenallee 1, 34266 Niestetal, Tel. 0561-9522-3308, Fax -4896, *www.sma.de*

Die Energiequellen der Zukunft



Batterie

Maultasche



Brennstoffzellenstack

Die Mobilität der Zukunft braucht die richtige Energie und wird umweltfreundlich, intermodal, marktgerecht und für alle Bürgerinnen und Bürger zugänglich sein. Wir waren in Baden-Württemberg von jeher gut darin, für jede Form der Mobilität vom Zweirad über den PKW bis hin zu Nutzfahrzeug und Bus den richtigen Antrieb und die passende Energiequelle zu finden. Heute arbeiten wir mit vielen starken Partnern aus Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft daran, weltweit gefragte innovative Mobilitätstechnologien zu erforschen, zu entwickeln und herzustellen. Erfahren Sie die elektromobile Zukunft auf www.bw-invest.de und www.e-mobilbw.de

e-mobil BW

Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie Baden-Württemberg GmbH

Baden-Württemberg

Where ideas work.