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

H2wei

DAS MAGAZIN FÜR WASSERSTOFF UND BRENNSTOFFZELLEN

→ BRENNSTOFFZELLEN-HEIZGERÄTE WERDEN GEFÖRDERT – ZUMINDEST IN NRW

→ DIE REVOLUTION DER WASSERSTOFF-WIRTSCHAFT STARTET IN OSTDEUTSCHLAND

INHALTSVERZEICHNIS

2 Impressum

3 Editorial

4 Meldungen
DWV plant Professionalisierung
Brennstoffzellen als Alkoholmessgerät
Diwald verlässt Enertrag-Vorstand

7 Messe
f-cell bindet Solarbranche ein
Die 4. industrielle Revolution kommt
Energiespeicherung auf der Hannover Messe

12 Hausenergie
Erste BZ-Heizgeräte auf dem Markt
Die BZ-Initiative Heinsberg
Positive VDMA-Prognose

16 Energiespeicherung
Hamburg bekommt eine 1-MW-PtG-Anlage
HYPOS: Modellregion für grünen Wasserstoff
Interview mit Prof. Dr. Ralf Wehrspohn
Methanisierung wird wirtschaftlich
Lolland baut das Wasserstoff-Dorf 2.0
Grüner Wasserstoff aus Glycerin
Hy-NOW: H_2-Bereitstellung aus Biomasse
H_2-Speicherung in Salzkavernen

29 International
Meldung & Kommentar aus Übersee

30 Entwicklung
BZ-Gabelstapler in den USA immer beliebter

32 Elektromobilität
Comeback des H_2-Verbrennungsmotors
Baut Ballard Brennstoffzellen in Bochum?
ISE-Studie: Aufbau einer H_2-Infrastruktur
Probefahrt mit dem H_2-Postauto
BZ-Energieversorgung für Lkw
Internationale Konferenz Elektromobilität
Fahrbericht über den Renault Twizy
Schaufenster-Serie: Baden-Württemberg
Erfahrungsbericht über das Effizienzhaus Plus
Better Place ist insolvent

49 Terminkalender

50 Firmenverzeichnis

10 Rege Diskussion über Elektrolyseure in Hannover (v.l.: Walter, Fell, Pitschak,Käppner, Anderson, Cooley)

32 Wasserstoff-Hybridtechnik im Aston-Martin-Rennwagen

40 Merkel stellt sich vor die Automobilindustrie (v.l.: Wissmann, Zetsche, Kagermann, Neumann)

IMPRESSUM HZwei

ISSN: 1862-393X
Jahrgang: 13. (2013) / Heft 3, Juli 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:
Auf der Hannover Messe waren die ersten kommerziellen BZ-Heizgeräte zu sehen. [Foto: Sven Geitmann]

NACHHALTIG FÖRDERN

Liebe Leserinnen und Leser!

Der deutschen Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Szene geht es wahrlich nicht schlecht, zumindest finanziell betrachtet nicht. Insgesamt stehen ihr 700.000.000 Euro an Fördergeldern zur Verfügung. Das ist nicht wenig. Dies gilt umso mehr, da ja im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) die gleiche Geldmenge – also nochmals 700.000.000 Euro – auch seitens der Industrie in diese Technologie investiert wird. Damit sollte sich im Zeitraum von zehn Jahren so einiges bewerkstelligen lassen.

Trotzdem werden jetzt vor der im September 2013 anstehenden Bundestagswahl Rufe nach weiteren Fördermaßnahmen laut. Obwohl noch Finanzmittel im NIP vorhanden und die Programmlaufzeit noch gar nicht um ist, fordern Branchenvertreter ein Markt- beziehungsweise Technologieeinführungsprogramm, das weiteres Geld kostet. Da stellt sich die berechtigte Frage, ob das angemessen ist.

Schaut man sich dazu an, wo denn seit 2008 die im NIP bereitgestellten Gelder hingeflossen sind, muss konstatiert werden, dass hierbei nicht alles optimal gelaufen ist: Zunächst war der Programmstart etwas holprig. So dauerte beispielsweise die Gründung der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) aufgrund bürokratischer Hemmnisse zu lange. Zudem gab es und gibt es bis heute im laufenden Betrieb immer wieder Verzögerungen bei der Projektgenehmigung sowie der Finanzmittelfreigabe. Dazu muss man wissen, dass die NOW ursprünglich als unbürokratische Agentur zur Markteinführung von Brennstoffzellen gedacht gewesen ist. Nach zahlreichen Modifikationen ist daraus allerdings ein administrativ aufgeblähtes Förderkonstrukt mit nachgeschaltetem Projektträger geworden, was Zeit und Geld kostete – typisch deutsch eben. Außerdem wurde die Zielrichtung abgewandelt, indem die Fördergelder reinen Forschungs- und Demonstrationszwecken vorbehalten wurden.

Über die Hälfte dieses Geldes floss (und fließt immer noch) in den Mobilitätssektor (Leuchtturm: *CEP*). Die Hauptzuwendungsempfänger waren also die Automobilhersteller, die gleichzeitig seit Jahren Gewinne einfahren. Kritiker bemängeln daher, dass sich die Autokonzerne ihre Entwicklungsarbeiten vom Steuerzahler finanzieren lassen, dafür aber bisher keine angemessene Gegenleistung erbracht haben: So verschob beispielsweise Daimler die Pläne zur Kommerzialisierung seiner BZ-Modelle um weitere drei Jahre, Opel stellte hierzulande die Arbeiten an der Brennstoffzelle ein, BMW verbündete sich nach Jahren der Fehlinvestition in H_2-Verbrennungsmotoren mit einem asiatischen Konkurrenten, von Ford, Volkswagen oder Audi war kaum noch was zu hören.

13 Prozent der Gelder flossen zu den Hausenergieversorgern, die allerdings viel Häme wegen der mageren Ausbeute von bisher nur rund 300 Brennstoffzellenheizgeräten im *callux*-Feldtest über sich ergehen lassen mussten. Selbst Staatssekretär Rainer Bomba kritisierte wiederholt, dass er mehr Installationen erwartet hatte (s. HZwei-Hefte Jul. 2012 & Apr. 2013). Auch der dritte Leuchtturm (*e4ships*) hatte mit Problemen zu kämpfen. Nach der feierlichen Programmeröffnung auf dem Kreuzfahrtschiff *AIDA* in Rostock-Warnemünde war kaum noch etwas von diesem Vorhaben zu hören, nachdem sich Tognum „auf das Kerngeschäft konzentrierte“ und die Arbeiten am *HotModule* einstellte.

Dem gegenüber stehen die vielen erfolgreichen Vorhaben, die alle während der NIP-Vollversammlung am 17. und 18. Juni 2013 in Berlin vorgestellt wurden. Sie belegen, dass die Grundlagenforschung in den vergangenen Jahren gut vorangekommen ist und Deutschland seinen Ruf, eine Hochburg für Forschung und Entwicklung zu sein, wieder einmal bestätigt hat. Zahlreiche Demonstrationsvorhaben beweisen zudem die vielen Einsatzmöglichkeiten der Brennstoffzellentechnik.

Auch wenn also nicht alles optimal gelaufen ist, dürfte doch feststehen, dass das NIP insgesamt dazu beigetragen hat, Deutschland als potentiellen Leitmarkt für Brennstoffzellen zu positionieren. Kein anderes Land verfügt heute im H_2- und BZ-Bereich über vergleichbares Know-how. Jetzt kommt es darauf an, basierend auf diesem Wissen innovative Produkte zu kreieren. Dafür bedarf es geeigneter politischer Rahmenbedingungen, die dabei helfen, die bereits technisch marktreifen Systeme in den Markt einzuführen – sei es im Heizungssektor oder im Mobilitätsbereich.

Die anstehende Bundestagswahl mit den anschließenden Koalitionsverhandlungen ist die perfekte Gelegenheit, im gemeinsamen Dialog zwischen Politik, Industrie, Wissenschaft sowie Interessen- und Umweltverbänden über geeignete Markteinführungsmaßnahmen zu diskutieren. Hierbei muss insbesondere auf kurze Entscheidungsprozesse, also die Reduzierung des administrativen Aufwands bei gleichzeitig höchstmöglicher Transparenz geachtet werden. Besonders berücksichtigt werden sollten dabei die klein- und mittelständischen Unternehmen, weil diese einen Großteil der Wertschöpfung vornehmen, gleichzeitig aber am meisten unter der Bürokratie sowie etwaigen Verzögerungen leiden. Zudem sollte im Rahmen dieser Diskussion einmal herausgearbeitet werden, wie viele Gelder direkt zu den Großkonzernen fließen und wie viele weitergereicht werden an Subunternehmen und Zulieferer.

Auf diese Weise können die bisherigen Erfahrungen aus dem NIP und auch aus dem Erneuerbare-Energien-Gesetz mit seiner Solar-Überförderung dazu beitragen, ein effizientes Instrument zur Kommerzialisierung innovativer Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik – ein *NIP 2.0* – zu schaffen. ||

Herzlichst

Sven Geitmann
HZwei Herausgeber

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

DWV PLANT PROFESSIONALISIERUNG

Verjüngung des Vorstands schreitet voran

Abb. 1: Werner Diwald

Abb. 2: Manuel Schaloske

Der Deutsche Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband e.V. (DWV) hat Umstrukturierungsmaßnahmen zur weiteren Professionalisierung der Verbandsarbeit in die Wege geleitet. Am 24. Mai 2013 stimmten die Mitglieder in ihrer jährlichen Versammlung, die in diesem Jahr beim Fraunhofer Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (IFAM) in Dresden stattfand, für einen entsprechenden vom Vorstand vorgelegten Geschäftsplan. Zudem wählten die Mitglieder zwei zusätzliche Vertreter in den Vorstand, um damit den in den nächsten Jahren anstehenden Generationswechsel in die Wege zu leiten.

Werner Diwald und Dr. Manuel C. Schaloske werden ab sofort die Arbeit des DWV-Vorstands unterstützen. Ohne Gegenstimmen wählte die Mitgliederversammlung beide Neuzugänge in ihr Führungsgremium. Der 47 Jahre alte Werner Diwald, der noch bis September 2013 für Enertrag als Vorstandsmitglied aktiv ist, hat erst jüngst eine Beratungsfirma gegründet (s. S. 5), um sich zukünftig stärker der politischen Arbeit widmen zu können. Er erklärte: „Ich möchte mich strategisch mehr auf Power-to-Gas ausrichten." Weiter sagte er: „Wir können nicht erwarten, dass die Politik ohne die Unterstützung der Branchenexperten in der Lage ist, praktikable Rahmenbedingungen zu schaffen. Der DWV steht hier in der Pflicht, seiner gesellschaftlichen Verantwortung nachzukommen, und hier möchte ich insbesondere meinen Beitrag als Vorstandsmitglied des DWV leisten."

Manuel Schaloske kümmert sich bereits bei der e-mobil BW schwerpunktmäßig um stationäre sowie mobile Brennstoffzellen und hat jetzt zusätzlich ein Mandat für die Verbandsarbeit erhalten. Er gilt als gut vernetzt und wird sich daher um die weitere Verbesserung der Kontakte auf Landesebene konzentrieren. Schaloske sagte gegenüber *HZwei:* „Diese Vernetzung innerhalb der ‚Wasserstoff-Community' kann auch für die Verbandstätigkeit genutzt werden, um das Thema als solches voranzubringen und auf verschiedenen politischen Ebenen zu verankern." Der DWV-Vorsitzende Dr. Johannes Töpler erklärte dazu mit Blick auf die zahlreichen ergrauten Schläfen etlicher Vorstandsmitglieder, dass mit dem Beitritt von Diwald und Schaloske die für das nächste Jahr angepeilte Verjüngung der Führungsriege schon jetzt in Angriff genommen werde, um somit einen möglichst gleitenden Übergang zu ermöglichen.

Für Diskussionsstoff sorgte indes der von Vorstandsmitglied André Martin vorgelegte Geschäftsplan. Martin hatte auf Vorschlag des Vorstands und auf Wunsch der Mitglieder während der letztjährigen Versammlung den Auftrag erhalten, ein Konzept für die Neuausrichtung des Verbands auszuarbeiten. Aufgrund der Energiewende und der neu ins Gespräch gekommenen Rolle von Wasserstoff als Energiespeicher sei es erforderlich, die Verbandsaufgaben und auch das bisherige Geschäftskonzept zu überdenken, hieß es einhellig. Seit der Vereinsgründung basiert die Arbeit des DWV auf der ehrenamtlichen Tätigkeit aller Vorstandsmitglieder. Da das aktuelle Arbeitspensum deren Kapazitätsgrenzen aber bereits überschritten habe, soll jetzt über die Beschäftigung hauptamtlicher Mitarbeiter nachgedacht werden.

Im öffentlichen Teil der Versammlung wurde der *Innovationspreis Wasserstoff und Brennstoffzelle* verliehen. Iris Zwanziger erhielt von der stellvertretenden Vorsitzenden Prof. Dr. Birgit Scheppat die Auszeichnung für die beste Masterarbeit. Die Wirtschaftsingenieurin analysiert an der Technischen Universität Berlin, wie die H_2-Tankstelleninfrastruktur am sinnvollsten aufgebaut sein sollte, um eine zuverlässige und bezahlbare Versorgung sicherstellen zu können. Dr. Philipp Kuhn von der TU München bekam den Preis für die beste Doktorarbeit. Der Elektrotechnik-Ingenieur entwickelte eine mathematische Methode zur Bestimmung des zukünftigen Stromspeicherbedarfs, wofür er auch Wasserstoff als Speicheroption für erneuerbare Energien berücksichtigte. Anschließend präsentierte Hans-Joachim Thon, Geschäftsfeldmanager der Wehrtechnischen Dienststelle für Kraftfahrzeuge und Panzer in Trier (WTD 41) die Ergebnisse seiner bisherigen Tätigkeiten. Insbesondere die erstmalige öffentliche Präsentation seiner Aufnahmen mit Beschussversuchen von Wasserstoffdruckbehältern sorgte bei den DWV-Mitgliedern für Aufsehen. ||

Abb. 3: Die Träger des DWV-Innovationspreises 2013: P. Kuhn (v.l.) und I. Zwanziger mit B. Scheppat und J. Töpler

BRENNSTOFFZELLE ALS ALKOHOLMESSGERÄT

Quelle: E.ON Hanse

Die Geräte heißen neudeutsch *Gadgets*. Gemeint sind damit kleine Apparate oder Spielereien, die keiner wirklich braucht. In diesem Fall handelt es sich um einen so genannten „Breathalyzer", ein Messgerät, das an ein Smartphone oder Tablet-PC angeschlossen werden kann und den Alkoholgehalt in der Atemluft feststellt. Statt aber viele hundert Euro zu kosten, soll der *Alcohoot* für 75 US-$ zu haben sein. Nach Aussage des Herstellers ist er zudem robuster und präziser als handelsübliche Halbleiter-Sensoren. Für die Energieversorgung gibt es einen Lithium-Ionen-Akku, die Luftanalyse übernimmt eine integrierte Brennstoffzelle. Passend dazu gibt es eine App für iOS- und Android-Smartphones, die nicht nur den Alkoholgehalt anzeigt, sondern auch Restaurants und Taxi-Rufnummern. Die jungen Erfinder sind Ben Biron und Jonathan Ofir, die Inhaber eines israelischen Start-Up-Unternehmens, die bei der Entwicklung eng mit einem Hersteller von Breathalyzern zusammengearbeitet haben. Die erste Lieferung von Testgeräten auf Halbleiterbasis war in kurzer Zeit ausverkauft. Die zweite Charge mit Brennstoffzellen kann über das Internet vorbestellt werden und soll ab Herbst 2013 erhältlich sein. ||

→ www.getalcohoot.com

WERNER DIWALD VERLÄSST ENERTRAG-VORSTAND

Werner Diwald, Vorstand bei Enertrag (s. Foto), wird neue berufliche Wege beschreiten: Wie das Dauerthaler Unternehmen am 25. April 2013 bekannt gab, wird der gelernte Maschinenschlosser am 30. September auf eigenen Wunsch aus dem Vorstand ausscheiden. Diwald will dann in einem eigens gegründeten Beratungsunternehmen, der ENCON.Europe GmbH, tätig werden. Gegenüber *HZwei* erläuterte er: „ENCON.Europe hat es sich zur Aufgabe gemacht, Projekte im Bereich der Energiewende politisch beratend mit zu begleiten. Einen Schwerpunkt dabei legen wir auf Power-to-Gas-Projekte. ENCON.Europe wird Enertrag weiterhin beratend und vermittelnd im Bereich der Verbands- und politischen Arbeit zum großen Zukunftsthema Wasserstoff und bei der Umsetzung der Projekte in Osteuropa unterstützen. Ich persönlich werde *performing energy* als Sprecher erhalten bleiben und sogar meine Aktivitäten diesbezüglich intensivieren. [...] Die Energiewende ist nach meiner Überzeugung ein gewaltiges europäisches Projekt. Nach nunmehr sechs Jahren in Verantwortung als Vorstand der Enertrag AG will ich mit ENCON.Europe meinen Teil zum Gelingen dieser zentralen Herausforderung auf internationaler Ebene, insbesondere mit dem Schwerpunkt Osteuropa, beitragen."

Jörg Müller, Vorstandsvorsitzender des uckermärkischen Projektentwicklungsunternehmens, erklärte: „Wir freuen uns auf die weitere Zusammenarbeit mit ihm, nicht nur wenn es um Energieprojekte geht, sondern besonders auch zu dem wichtigen Zukunftsthema erneuerbarer Wasserstoff oder auch Power-to-Gas. Gemeinsam ist die Realisierung einer Reihe großer Projekte geplant." Diwald wird bei ENCON.Europe zusammen mit zwei politisch aktiven Kollegen agieren: Janusz Reiter, ehemaliger polnischer Botschafter, berät die Regierung Polens als Klimabotschafter und veranstaltet gemeinsam mit Friedbert Pflüger seit 2009 die monatlichen „Energiegespräche am Reichstag". Dr. phil. Gerd Harms war vier Jahre lang Kultusminister in Sachsen-Anhalt, bevor er für Brandenburg bis zu seiner Frühpensionierung 2009 als Bevollmächtigter für Europaangelegenheiten agierte. Seit 2010 ist Harms als politischer Berater für Enertrag tätig. ||

SOFC FÜR DIE KOCHSTELLE

Ein US-amerikanisches Start-up-Unternehmen kümmert sich um die Energieversorgung im afrikanischen Busch. Die Point Source Power Inc. hat ein SOFC-System namens *Voto* entwickelt, das während des Kochvorgangs an einer Feuerstelle Strom erzeugt und auch speichert, um damit eine Lampe zum Leuchten zu bringen oder ein Mobiltelefon aufladen zu können. Mike Tucker, Mitgründer und CTO von Point Source Power, erklärte: „Unsere Zellarchitektur ermöglicht es uns, ein robustes Produkt zu bauen, das die unkontrollierte Umgebung im Kocher toleriert und vom Anwender einfach zu nutzen ist." Zehn Jahre lang forschten Wissenschaftler des Lawrence Berkeley National Laboratory an dieser einfachen metallbasierten Festoxid-Technologie (M-SOFC), die das Unternehmen aus Alameda, Kalifornien, Ende 2013 in Kenia auf den Markt bringen will. Im *Voto* kommen kleine viereckige Edelstahlplatten mit einer dünnen Keramikschicht aktiven Materials zum Einsatz. Diese „Fuel Cards" mit Yttrium-stabilisiertem Zirkonoxid werden in eine feuerfeste Box eingefügt und halten etwa drei Monate, bevor sie ausgewechselt werden müssen. Die *Voto*-Zelle nutzt das Kohlenmonoxid des über 700 °C heißen Feuers und erzeugt damit Strom, der im Gerät gespeichert wird. Innerhalb von zwei Kochgängen ist das Gerät komplett aufgeladen, so dass über einen Standard-USB-Ausgang (5 V, ~500 mA_{max}) eine LED-Lampe über zwanzig Stunden versorgt oder ein mobiles Endgerät aufgeladen werden kann. Mittelfristig ist auch der Einsatz im Camping-Sektor anvisiert. ||

WEITERFÜHRUNG DES NIP

Während der diesjährigen Vollversammlung des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP), die am 17. und 18. Juni mit über 300 Teilnehmern in Berlin stattfand, haben sich alle Beiratsmitglieder für die Weiterführung der Unterstützung der H_2- und BZ-Technologie ausgesprochen. Die anwesenden Programmkoordinatoren und Projektleiter zogen allesamt eine positive Bilanz der bisherigen Aktivitäten, so dass NOW-Geschäftsführer Dr. Klaus Bonhoff feststellte: „Es ist gelungen, zentrale Produkte der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie technisch marktfähig zu machen. Die Branche steht deshalb jetzt vor der Aufgabe der Marktaktivierung, die gemeinsam von Politik und Industrie gestaltet werden muss. [...] Den Akteuren aus Industrie und Wissenschaft und insbesondere der mittelständischen Zulieferindustrie muss auch weiterhin ein verlässlicher Rahmen für Forschung und Entwicklung gegeben werden." Als nächsten Schritt forderten die Anwesenden geeignete Maßnahmen, um die H_2- und BZ-Technologie erfolgreich in den Markt bringen zu können, damit die Wertschöpfung gesteigert, neue Arbeitsplätze geschaffen und die Energieimporte reduziert werden. Dr. Veit Steinle vom BMVBS sagte deutlich: „Ich bin der Meinung, dass wir eine Weiterführung des NIP brauchen." Sein Kollege vom BMWi, Dr. Georg Menzen, ergänzte: „Wir brauchen eine ganz hohe Kontinuität." ||

JOBSUCHE IM INTERNET

Ab sofort können alle *HZwei*-Leser kostenlos online nach aktuellen Jobangeboten suchen. In unserer Internet-Jobbörse unter www.hzwei.info finden Sie jetzt eine komfortable Suchoption, mit der Sie ganz einfach nach einem passenden Stellenangebot forschen können. Geben Sie einfach ein Stichwort (z.B. Brennstoffzelle oder Wasserstoff) sowie gegebenenfalls einen Städtenamen ein und es wird eine lange Liste mit offenen Stellen, die Sie bequem online auswerten können, eingeblendet. Diese neue Suchfunktion ist ein Service von *jooble*, dem führenden Internetportal für Arbeitsvermittlung, mit dem der Hydrogeit Verlag seit Juni 2013 kooperiert. *jooble* ist eine Online-Suchmaschine, die – ähnlich wie Google oder Yahoo – keine Information speichert, sondern sucht. Dabei werden jedes Mal mehr als 15 Stellenbörsen (z. B. jobleads, monster, stepstone) in Deutschland durchforstet. ||

→ www.hzwei.info/jobs.phtml

NEUER GENEHMIGUNGSLEITFADEN

Die NOW hat einen Leitfaden für die Zulassung von Wasserstoffstationen erstellt. Da die Genehmigung von H_2-Tankstellen bis dato für die meisten Antragsteller und Behördenvertreter nicht zum Alltag zählt und somit ungewohnt ist, sammelte die NOW Erfahrungen der bisherigen Genehmigungsverfahren und erstellte daraus einen Leitfaden. Dieser ist ab sofort zu finden unter www.h2-genehmigung.de. Hier stehen Hinweise für den Zulassungsprozess, Informationen über Wasserstoff sowie Adressen von Ansprechpartnern in der Region. ||

→ www.h2-genehmigung.de

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

F-CELL BINDET SOLARBRANCHE EIN

Event-Dreigespann im Herbst in Stuttgart

Elektromobilität wurde in Stuttgart auch schon 2012 groß geschrieben

Die *World of Energy Solutions* wird in diesem Jahr mit ihren drei Segmenten *f-cell, Battery+Storage* und *e-mobil BW Technologietag* vom 30. September bis zum 2. Oktober 2013 in Stuttgart stattfinden. Der Veranstaltungsverbund kombiniert verschiedene Elemente aus Messe, Konferenz, Netzwerktreffen, Marktplatz, Industriemonitor und Think Tank miteinander. Neu hinzu kommt in diesem Jahr ein Konferenzteil mit zwei Sessions zum Thema Solarenergie und Speicherung.

Den Schwerpunkt dieser Veranstaltung bildet gewohnheitsgemäß die Konferenz. Hier finden stets am Vormittag des ersten Tags gemeinsame Plenarsessions von *f-cell* und *Battery+Storage* statt, bevor die Themen „Brennstoffzelle & Wasserstoff“ sowie „Batterie“ in vertiefenden Foren getrennt voneinander weiter bearbeitet werden. Etliche der knapp 100 eingeladenen Referenten kommen auch in diesem Jahr wieder aus dem europäischen Ausland (Belgien, Dänemark, England, Frankreich, Italien, Österreich) sowie aus China, Japan, Kanada, Korea, Südafrika und aus den USA. Neben dem Vortrag von Prof. Dr. Herbert Kohler, Leiter der Konzernforschung vom Hauptsponsor Daimler, sind auch Referate der Vertretern von BMW, General Motors, Hyundai, Nissan und Toyota eingeplant. Weitere Vorträge werden unter anderem von institutioneller Seite erwartet, so zum Beispiel von der NOW und vom DWV sowie von der US-amerikanischen Fuel Cell and Hydrogen Energy Association (FCHEA), der California Fuel Cell Partnership und der japanischen Gesellschaft HySUT.

f-cell und *Battery+Storage* erstrecken sich dieses Mal über zweieinhalb Tage, so dass es hier am dritten Konferenztag eine Überschneidung mit dem *e-mobil BW Technologietag* gibt. Auf dieser von der Agentur e-mobil BW initiierten Tagung präsentieren am Mittwoch-Nachmittag 38 Referenten, darunter auch Vertreter von Audi und Volkswagen, ihre Mobilitätslösungen der Zukunft.

Erstmalig bindet der Organisator der Konferenzen, die Peter Sauber Agentur Messen und Kongresse GmbH, das Thema Solarenergie mit zwei eigenständigen Seminaren ins Programm mit ein. Unter dem Titel *Solar Energy Solutions* veranstaltet das Solarcluster Baden-Württemberg e.V. am Nachmittag des 30. September zwei Seminare, eines über Solarenergie und Speicher sowie eines mit dem Schwerpunkt auf Energiemanagement und Smart Grids.

MIT IDEEN AUS JAPAN Der Veranstaltungsort ist wieder das Internationale Congresscenter Stuttgart (ICS) auf dem Messegelände direkt am Flughafen. Die räumliche Aufteilung bleibt in etwa gleich, allerdings wird in diesem Jahr der Zugang zum Konferenzbereich in die Mitte verlegt, so dass die Teilnehmer schneller in den Ausstellungsbereich gelangen können. Die Ausstellungsfläche wird nach Auskunft von Sengül Altuntas, Projektleiterin der Landesmesse Stuttgart, ausgeweitet. Anfang des Jahres war Altuntas im Rahmen der *Battery Japan* mit in einem German Pavillon vertreten, um die florierenden asiatischen Märkte in den Fokus zu nehmen, und brachte aus Tokio viele Ideen mit. Sie berichtete: „Die *Battery Japan* hat uns wertvolle Hinweise für die Weiterentwicklung unserer Messe gegeben.“ Ein Punkt wird sein, dass sich die Messe 2013 verstärkt auf die Anwendungsgebiete der Energiespeicherlösungen in der Praxis konzentrieren wird. Neu ist in diesem Jahr zudem, dass der *VDMA Industriekreis Batterieproduktion* die Trägerschaft der *Battery+Storage* übernommen hat. Das Forum *E-MOTIVE* des Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbau will auf diese Weise das Thema „Produktionstechnik für mobile und stationäre Energiespeicher“ auf der Messe Stuttgart verankern.

Auf dem Vorplatz gibt es wieder die Gelegenheit für Probefahrten, und natürlich hat die mitorganisierende Wirtschaftsförderung Region Stuttgart GmbH (WRS) wie auch schon in den zwölf Vorjahren den *f-cell* award ausgelobt, der vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft des Landes Baden-Württemberg gestiftet und während der Abendveranstaltung am Montag für drei Kategorien verliehen wird. ||

www.bürkert.de

Kompakter. Leichter. Effizienter.

Magnetventile aus Kunststoffmaterialien – die überzeugende Alternative ohne Kompromisse. Sie reduzieren Peripheriekosten in reformatgas- oder wasserstoffversorgten Brennstoffzellensystemen, steigern die Anlageneffizienz und sorgen für bessere Qualität. Neben Einzelventilen bietet Bürkert Ihnen auch applikationsspezifische Ventilbaugruppen, die nach Ihren Wünschen konzipiert werden.
Das Ergebnis: Eine kompaktere, montagefreundlichere und kosteneffizientere Anlage.

We make ideas flow.

Magnetventile | Prozess- & Regelventile | Pneumatik & Prozess-Schnittstellen | Sensoren | Transmitter & Controller | MicroFluidics | Mass Flow Controller | Proportionalventile

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

DIE 4. INDUSTRIELLE REVOLUTION KOMMT

In Hannover zeigt sich die Industrie fit für die Zukunft

Abb. 1: Bundeskanzlerin Angela Merkel setzte ihren Messerundgang mit Wladimir Putin trotz Störaktion fort.

Vom 8. bis 12. April 2013 sind 6.550 Aussteller aus 62 Ländern auf der Hannover Messe erschienen sowie rund 225.000 Besucher. Für den Veranstalter, die Deutsche Messe AG, war das damit „die stärkste Messe seit zehn Jahren". Dr. Jochen Köckler, Mitglied des Vorstandes der Deutschen Messe, freute sich: „Die weltweit wichtigste Industriemesse hat sich in den vergangenen Tagen als Treiber für die vierte industrielle Revolution gezeigt." Für Aufsehen in Hannover sorgte indessen der Besuch des Präsidenten der Russischen Föderation, Wladimir Putin.

Für die ersten Schlagzeilen sorgte bei der Industrieschau nicht die Industrie, sondern Putin. Am Sonntag, dem offiziellen Eröffnungstag der Messe, demonstrierten mehrere Dutzend Personen vor der mit mehr als 3.000 Gästen ausverkauften Hannoveraner Stadthalle gegen die ihrer Meinung nach eklatanten Missstände in Russland. Während des Presserundgangs von Putin und Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel am Montagmorgen gab es weitere Störaktionen: Aktivistinnen der Frauengruppe *Femen* stürmten barbusig und laut schreiend die Veranstaltung und protestierten gegen den russischen Präsidenten und die Menschenrechtslage in seiner Heimat. Wer weiß, ob Jochen Köckler dieses Bild vor Augen hatte, als er zum Abschluss der Messe erklärte: „Bei zahlreichen Begegnungen auf den Ständen der Unternehmen und im Rahmenprogramm der Messe konnten neue Kontakte geknüpft und konkrete Geschäfte angeschoben werden."

Das Hauptthema unter den Ausstellern war in diesem Jahr die *Industrie 4.0*. Auf zahlreichen Ständen und bei etlichen Vorträgen wurde darüber geredet, obwohl vielen Diskutanten derzeit noch unklar sein dürfte, was dieser Begriff überhaupt bedeutet: Die so genannte „vierte industrielle Revolution", die auch gern mit Schlagworten wie *Smart Factory* oder *Integrated Industry* umschrieben wird, soll dazu beitragen, die Produktionsabläufe je nach Kundenwunsch noch flexibler zu gestalten, indem die Automatisierungstechnik sich selbst überwacht, sich selbst konfiguriert und sich auch selbst optimiert. Das Bundesforschungsministerium hat im Januar 2012 zu diesem Thema einen entsprechenden Arbeitskreis ins Leben gerufen, der strategische Umsetzungsempfehlungen ausarbeiten sollte, um Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort zu sichern. Diese Ergebnisse wurden jetzt in Hannover von Dr. Siegfried Dais, dem stellvertretenden Vorsitzenden der Geschäftsführung der Robert-Bosch GmbH, sowie vom acatech-Präsidenten Prof. Dr. Henning Kagermann vorgestellt.

ELEKTROMOBILITÄT „LÄUFT BESSER, ALS ERWARTET"

Neben der *Industrie 4.0* kümmert sich Henning Kagermann als Vorsitzender des Lenkungskreises zudem um die Nationale Plattform Elektromobilität (NPE). In dieser Funktion eröffnete er in Hannover auch das *MobilyTec*-Forum und zeigte sich dabei hinsichtlich der Entwicklung im Elektromobilitätssektor äußerst zuversichtlich. Er erklärte: „Es läuft erheblich besser, als ich ursprünglich erwartet habe." Ein Beleg dafür sei auch der Zuwachs der Leitmesse *MobiliTec:* „65 Prozent mehr Aussteller als noch vor drei Jahren zeigt das

Abb. 2: Henning Kagermann – viel beschäftigt mit den Zukunftsthemen Industrie 4.0 und Elektromobilität

große Interesse am Thema Elektromobilität." Kagermann räumte allerdings ein, „dass wir da das ein oder andere noch an Förderung brauchen", um die für 2020 anvisierten Ziele erreichen zu können, so könnte er sich unter anderem Sondertarife für Ökostrom vorstellen. Speziell hierzu sagte er: „Es soll natürlich nur grüner Strom getankt werden, und wir hoffen, dass wir dafür besondere Tarife bekommen."

Erfreut zeigte sich der NPE-Vorsitzende über die gute Zusammenarbeit der verschiedenen Regionen: „Die vier Schaufenster sind ein Team, keine vier Konkurrenten." Angesprochen auf die wirtschaftliche Lage dieser Vorhaben ergänzte er: „Die finanzielle Fahrbereitschaft der Schaufenster ist gesichert. Wenn alle zu ihren Zusagen stehen, bin ich mehr als zuversichtlich."

NEUE DATENBANK FÜR E-MOBILITÄT Um angesichts der Flut an neuen Projekten einen Überblick bewahren zu können, hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) Mitte 2011 die *Wissensplattform Elektromobilität* ins Leben gerufen und die Beta-Version jetzt auf seinem Messestand erstmals der Öffentlichkeit vorgestellt. Die *WISSMER*-Datenbank beinhaltet Fachinformationen, die nicht so einfach „ergoogelt" werden können. Unter www.wissen-elektromobilitaet.com ist das Fachwissen aus 1.800 internationalen Fachmagazinen, Konferenzen, Studien, Dissertationen, Normen, Patenten, Gesetzen (auch aus der HZwei) vereint, so dass eine einfache Suche ermöglicht wird. Winfried Rauscheder, Geschäftsführer des Fachverlags ecomotive media, freute sich über die „erstaunlich hohe Nachfrage" in Hannover. Ab November 2013 sollen alle Quelldatenbanken online verfügbar sein. ||

Abb. 3: Manches Fahrzeug (hier der 1-Sitzer *Colibri*) erntete eher skeptische Blicke.

AM RANDE NOTIERT

Nach 2012 beförderte der Brennstoffzellenbus *Phileas* auch in diesem Jahr wieder zahlreiche Messegäste auf dem Gelände. Allerdings hakte es dieses Mal bei der Betankung. **ITM Power** musste dreimal Dichtungen auswechseln, ohne jedoch anschließend eine eindeutige Fehlerdiagnose abgeben zu können.

Entgegen einigen Mutmaßungen hat sich **Heliocentris** nicht von der Hannoveraner H_2- und BZ-Branche abgewandt. Wie ein Berliner Mitarbeiter gegenüber *HZwei* versicherte, war es lediglich ein Missverständnis im firmeninternen Abstimmungsprozess, weshalb die Standanmeldung dieses Mal nicht rechtzeitig abgeschickt wurde, so dass dann keine ausreichend große Fläche mehr frei war. Auch **SFC Energy** bekam dieses Jahr keinen Platz auf dem H_2- & BZ-Gemeinschaftsstand und hatte sich deswegen selbst ein Plätzchen in Halle 27 gesucht.

Aus dem Hause **Rittal** wurde während der Messe bekannt, dass sich das Herborner Familienunternehmen aus dem Brennstoffzellensegment zurückgezogen hat. Gegenüber *HZwei* erklärte dazu Dr. Thomas Steffen, Geschäftsführer Forschung und Entwicklung: „Die Nachfrage in diesem Bereich ist deutlich hinter den Erwartungen zurückgeblieben. Daher haben wir unsere Aktivitäten eingestellt und konzentrieren unsere Anstrengungen jetzt auf andere zukunftsträchtige Technologien."

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

ZWISCHEN HOFFEN UND BANGEN

Energiespeicher standen in Hannover hoch im Kurs

10

Abb. 1: Elektrolyseur-Stacks sehen von außen eher unscheinbar aus.

Das zentrale Thema in Hannover auf dem Gemeinschaftsstand Wasserstoff und Brennstoffzellen war – wie zu erwarten – Energiespeicherung. Ein untrügliches Zeichen dafür war die nochmals gegenüber dem Vorjahr angestiegene Anzahl an ausstellenden Elektrolyseurfirmen: Rund 30 der insgesamt 140 anwesenden Institutionen präsentierten Lösungsansätze und Komponenten für die Wasserstofferzeugung mit Hilfe von Strom aus erneuerbarer Energie. Das Angebot reichte von alkalischen über PEM- bis hin zu SOEC-Elektrolyseuren und von reinen Stack-Herstellern bis hin zu kompletten Energiespeichereinheiten.

Dr. Klaus Bonhoff, Geschäftsführer der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW), stellte gleich zu Beginn der fünftägigen Messe klar: „Erneuerbar produzierten Strom sollte man bitte direkt nutzen, so es denn geht. Leider geht es nicht immer." Für diese Fälle, in denen es nicht geht, so Bonhoff weiter, ist Wasserstoff als Energiespeicher eine gute Alternative.

VOM ELEKTROLYSEUR BIS ZUM METALLHYDRIDSPEICHER Wie eine derartige Energiespeicherung konkret aussehen kann, zeigte beispielsweise BeBa Energie. Die aus dem Einzelhandelsunternehmen Elektro-Bartels hervorgegangene Gesellschaft arbeitet mit dem schweizerischen Elektrolyseurhersteller Diamond Lite zusammen und will mit Hilfe von Wasserstoff langfristig Ökostrom speichern. Das Unternehmen aus Hemmingstedt kann dabei auf Know-how aus der Photovoltaik sowie der Kraft-Wärme-Kopplung zurückgreifen, da es Ende 2012 rund die Hälfte der Mitarbeiter von Balticsolar sowie von Constirling aus der Insolvenz geholt hat. Hans J. Vock von Diamond Lite, der jetzt auch als Geschäftsführer von BeBa H_2 Speichersysteme GmbH tätig ist, zeigte sich in Hannover überzeugt, dass schon bald ein funktionierendes Konzept zur On-site-Wasserstofferzeugung und -speicherung vorgestellt werden kann.

Bereits im Vorfeld der Hannover Messe hatte McPhy sein Tätigkeitsfeld ausgeweitet, indem das französische Unternehmen Anfang des Jahres den italienischen Elektrolyseurhersteller Piel übernahm. Piel hat rund 3.000 alkalische Elektrolyseursysteme bei weltweit über 1.000 Kunden im Einsatz. Das Konzept für eine 60-Nm^3/h-Anlage war am Stand ausgestellt. Roland Käppner, Geschäftsführer von McPhy Energy Deutschland, erklärte, er beabsichtigte noch in diesem Jahr eine eigene Wertschöpfungskette für Speicher- und Elektrolysesysteme in Deutschland aufzubauen.

Auch Mossau Energy präsentierte eine eigene Energiespeicherlösung. Die „Ideenwerkstatt für regenerative Energien", wie sich das Auricher Unternehmen selber nennt, kommt eigentlich aus der Photovoltaikbranche und konzipierte den *Blue Hamster*. Dieses Aggregat besteht aus zwei eigenständigen Speichersystemen, die über einen Akku aneinander gekoppelt sind. Die Kurzzeitspeichereinheit lädt Photovoltaikstrom in den Akkumulator, der tageszeitliche Schwankungen ausgleicht und auch eine Stromversorgung bei Nacht gewährleistet. Auf der zweiten Seite, in der Wasserstoffspeichereinheit, wird überschüssiger Solarstrom zur alkalischen Elektrolyse verwendet. Der dabei entstehende Wasserstoff wird dauerhaft in Metallhydridbehältern (Energieinhalt jeweils 7 kWh für 1 bis 2 Tage) gespeichert und bei Bedarf rückverstromt. Für diese Hausenergieversorgungsanlage, die rund 50.000 Euro kosten soll, erhielt Mossau Energy im März 2013 vom Bundeswirtschaftsministerium den „Bundespreis für hervorragende innovatorische Leistungen für das Handwerk".

Das dänische Unternehmen Topsoe Fuel Cell, seit sechs Jahren regelmäßiger Gast in Hannover, geht mit seinen planaren Festoxidbrennstoffzellen (SOFC) ebenfalls in Richtung Energiespeicherung. Die Tochterfirma des weltweit agierenden Katalysatorherstellers Haldor Topsøe A/S, deren Gründer Haldor Topsøe in diesem Jahr seinen 100. Geburtstag feiert, verfügt derzeit über ein 1-kW_{el}-Modul, visiert aber für die dezentrale Energieversorgung ein Leistungsspektrum von zehn bis 50 kW an. Als langfristiges Ziel hat das Unternehmen die großskalige H_2-Speicherung von Windenergie ausgegeben. Dafür arbeitet es auch an entsprechenden Hochtemperatur-Elektrolyseursystemen (SOEC).

Einen großen Schritt weiter ist Truma Gerätetechnik mit seinem *VeGA*-System. Das flüssiggasbetriebene Brennstoffzellengerät liefert eine Leistung von 250 W beziehungsweise eine Energie von 6.000 Wattstunden pro Tag und kann als Backup-Anlage eingesetzt werden. Diese Eigenschaften macht sich mittlerweile Hoppecke zu Nutze, mit denen das Putzbrunner Familien-

unternehmen wenige Tage vor der Messe eine Partnerschaft zur Realisierung einer dezentralen Stromversorgung einging. Gemeinsam stellten beide Firmen in Hannover einen *grid. systemizer* vor: ein Backup-System mit Brennstoffzelle und Akkumulatoren. Der Batteriehersteller Hoppecke, der mit diesem autarken Aggregat seine Angebotspalette ausweiten will, lieferte die ersten Geräte wenige Tage nach der Industrieschau an einen Kunden aus.

SUCHE NACH INVESTOREN Die Stimmung unter den Gästen war geteilt. Während sich einige zuversichtlich und voller Tatendrang auf das neue Anwendungsfeld der Energiespeicherung stürzten, trugen andere regelrecht demotiviert ihre Ungeduld offen zur Schau. Gleich mehrere Aussteller berichteten gegenüber *HZwei,* sie seien nach den vielen Jahren der Entwicklungsarbeit an einem Punkt angekommen, an dem sie allein nicht mehr weiterkämen, weil nun andere Qualifikationen benötigt würden. So waren einige auf der Suche nach Systemintegratoren, während andere nach finanzkräftigen Investoren oder nach ersten Kunden Ausschau hielten. Gemein hatten sie, dass ihnen allen nicht mehr viel Zeit bleibt. Gelingt es nicht, bald die aktuellen Entwicklungen in marktreife Produkte zu überführen, können für etliche Unternehmen die Investitionen der vergangenen Jahre umsonst gewesen sein.

Konkret teilten mindestens zwei Aussteller des Gemeinschaftsstandes das gleiche Problem: Sowohl Schunk als auch Hydrogenics präsentierten in Hannover fertig entwickelte Brennstoffzellensysteme. Beide Firmen erarbeiteten in den vergangenen Jahren ausgefeilte Lösungen zur effizienten Stromerzeugung in unterschiedlichen Leistungsklassen. Damit die Handhabung für potentielle Anwender möglichst einfach ist, konstruierten sie Plug-&-Play-Systeme, die problemlos in bestehende Systeme integriert werden können. Hydrogenics baute sogar komplette Brennstoffzellenbusse, obwohl das Unternehmen eigentlich kein Bushersteller ist. Auch Schunk entschied sich, seinen 300 W leistenden Standard-Stack um alle notwendigen Peripheriegeräte zu ergänzen, weil es seitens der Kunden wiederholt zu Nachfragen bezüglich der Integration gekommen war. So ist die *HY Power Unit 300* mitsamt Kathodengebläse, Ventiltechnik, Leistungselektronik, Batteriemanagement, Flüssigkeitskühlung sowie selbstlernendem Regelalgorithmus inklusive Fehlererkennung sowie einer eigens programmierten Bedien-Software entstanden. Trotz all dieser Zusatzleistungen ist nach den anfänglichen Interessensbekundungen seitens der Anwender nichts passiert, genau wie bei Hydrogenics. Ähnlich ist es bei etlichen Zulieferunternehmen, die ebenfalls derzeit auf dem Trockenen sitzen: Sie haben ihre Brennstoffzellenkomponenten teils fertig entwickelt, haben entsprechende Fertigungskapazitäten aufgebaut und warten nun auf das Startsignal, aber ihre Komponenten werden von den OEMs nicht abverlangt, weil diese immer noch den Markteintritt verzögern.

2014 MIT BATTERIETECHNIK Mangelndes Interesse auf Besucherseite konnte auf dem Gemeinschaftsstand von Organisator Tobias Renz nicht festgestellt werden, ganz im Gegenteil. Die Gänge zwischen den Ständen waren in diesem Jahr relativ voll. Auch das *Public* sowie das *Technical Forum* waren meist gut besucht. Für das nächste Jahr hofft Renz daher auf einen Zuwachs der Ausstellerzahlen. Dafür gibt er nach 20 Jahren Gemeinschaftsstand die Konzentration aufs reine Wasserstoff- und Brennstoffzellengeschäft auf und nimmt ab sofort auch die Batterietechnologie mit ins Boot. Er erklärte: „Wir haben erkannt, dass bei Speichertechnologien die Bereiche immer mehr zusammenwachsen, daher war die Erweiterung des Gemeinschaftsstands ein logischer Schritt.“ 2014 wird die Hannover Messe vom 7. bis 11. April stattfinden. ||

KOMMENTAR: MEHR MARKETING

Ein großes Manko, das während der Hannover Messe deutlich zu Tage trat, ist nach wie vor das Fehlen von Marketing- und Vertriebskompetenz in der H_2- und BZ-Branche. Ein Großteil der Aussteller des Gemeinschaftsstandes Wasserstoff und Brennstoffzellen verfügte weder über eine eigene PR-Agentur noch über einen angemessen geschulten Mitarbeiter, der sich professionell um die Unternehmenskommunikation sowie die Außendarstellung kümmert. Dementsprechend waren die meisten Stände relativ einfach gestaltet. Attraktive Blickfänge, die die Messebesucher neugierig machen könnten, waren Mangelware. Stattdessen standen vielerorts einfach silberne Kästen oder graue Schränke, bei denen lediglich ein längeres Gespräch mit gezielten Fragen Aufschluss über ihren Inhalt und Verwendungszweck liefern konnte. Teilweise war bei einigen Ständen sogar der Firmenname trotz längeren Suchens kaum zu finden.

Abb. 2: Großer grauer Geräteschrank mit Brennstoffzelle (o.l.), Batterien (u.l.) und separater Kammer für LPG-Flaschen

Gut designte Messestände waren an nur einer Hand abzuzählen. Geprägt wurde das Gesamterscheinungsbild des H_2- & BZ-Gemeinschaftsstandes von vier Gemeinschaftsständen, die mit insgesamt 37 Ausstellern überladen und dementsprechend unübersichtlich waren. Was nicht nur diesen Firmen fehlt, sind die Marketing- und Vertriebsprofis, die es verstehen, aus der vorliegenden Hardware ein attraktives Produkt zu kreieren und das dann auch entsprechend zu präsentieren.

Die wirklich innovative Arbeit steckt nicht allein in der Entwicklung eines einwandfrei funktionierenden BZ-Stacks oder einer BZ-Komponente, sondern in der Schaffung eines neuartigen Produkts, das dem Anwender einen Mehrwert gegenüber der bisherigen Technik verspricht. Es geht um mehr, als einfach nur sauberen Strom zu erzeugen. Es geht darum, gemeinsam mit den jeweiligen Entwicklungspartnern etwas Neues zu kreieren und das angemessen zu präsentieren.

Ein Firmenführer, der diese Herangehensweise verstanden hat und als einer der wenigen seit Jahren erfolgreich praktiziert, sagte in Hannover: „Es besteht der Bedarf nach Energie, von der Speicherung über die Wandlung bis zum Verbrauch. Eine Brennstoffzelle allein ist nicht genug.“

Abb. 1: Der Gemeinschaftsstand der Initiative Brennstoffzelle während der Hannover Messe

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

JETZT KANN'S (BALD) LOSGEHEN

Erste Brennstoffzellenheizgeräte sind auf dem Markt

Eigentlich hat sich immer noch nichts Konkretes im Bereich der Brennstoffzellenheizgeräte geändert, aber trotzdem war in Hannover auf dem Gemeinschaftsstand der *Initiative Brennstoffzelle* (IBZ) andeutungsweise eine Art Aufbruchstimmung spürbar. Ein klares und einhelliges Statement war zwar von der IBZ noch nicht zu hören, aber dafür wagten sich die einzelnen Heizgerätehersteller vergleichsweise weit aus ihrer Deckung und verkündeten jeder für sich ein Kommerzialisierungsdatum für ihre Geräte. Der Anlass für diesen Stimmungsschwenk war auf der diesjährigen *ISH 2013* zu finden, wo die Bosch Thermotechnik GmbH ihr Comeback im BZ-Segment feierte und ein neues Heizgerät vorstellte.

Vom 10. bis 14. März 2013 zeigten mehrere Heiztechnikfirmen auf der *ISH 2013* in Frankfurt am Main das Resultat ihrer Entwicklungsarbeiten. So stellte Baxi Innotech die fünfte Generation seines Brennstoffzellenheizgerätes, das *Gamma Premio,* vor (s. HZwei-Heft Apr. 2013). Besonderes Interesse rief aber die Präsentation von Bosch Thermotechnik hervor, die jahrelang weitestgehend im Stillen an der BZ-Technik gearbeitet hatten. Herausgekommen ist bei dem Wetzlarer Unternehmen die *CeraPower FC,* die unter der Marke *Junkers* präsentiert wurde, aber zukünftig auch als *Logapower FC10* von *Buderus* vertrieben wird. Das Brennstoffzellengerät für Ein- und Zweifamilienhäuser basiert einerseits auf der bereits bestehenden Solar-Brennwerttherme von Junkers, der *CerapurSolar* (22 kWtherm), und andererseits auf der Festoxidtechnologie (Solid Oxid Fuel Cell), die einen elektrischen Wirkungsgrad von 45 Prozent gewährleistet. Laut Herstellerangaben „arbeitet das Heimkraftwerk effizienter als herkömmliche Lösungen mit Kraft-Wärme-Kopplung" (Gesamtwirkungsgrad: 90 %). Weiter heißt es, dass die Stromkosten und auch der CO_2-Ausstoß merklich sinken. Demgegenüber steigt jedoch der Gasverbrauch.

Buderus koppelt die Hochtemperaturbrennstoffzelle (0,7 kW_{el} + 0,7 kW_{therm}) zur Abdeckung von Spitzenlasten an sein Gasbrennwert-Hybridgerät *Logamax plus GBH172* (24 kWtherm). Durch die Kombination der modernen Brennstoffzellentechnologie mit der altbekannten Gasbrennwerttechnik aus dem Heizungssegment müssen die Fachhandwerker nicht komplett umlernen. Indem die meisten Bauteile und Anschlüsse bereits bekannt sind, werden

Das *ene.field*-Projekt ist ein von der Europäischen Union gefördertes Vorhaben, bei dem innerhalb von fünf Jahren 53 Mio. Euro investiert werden, um rund 1.000 Brennstoffzellen-Mikro-KWK-Geräte in zwölf EU-Ländern in den Markt zu bringen. Insgesamt beteiligen sich 26 Partner an diesem im September 2012 gestarteten Projekt.

Abb. 2: Bosch Thermotechnik stellte dieses BZ-System bereits auf der ISH vor.

Installation und Wartung vereinfacht. Zusammen mit einem 150-l-Pufferspeicher für Wärme sowie einem 75-l-Warmwasserspeicher benötigt das gesamte Aggregat 0,7 m² Stellfläche. Die Erprobung dieser Technologie soll mit etwa 70 Geräten ab Sommer 2014 bei einem Feldtest im Rahmen des europäischen Demonstrationsprogramms *ene.field* beginnen, bevor voraussichtlich 2016 die Markteinführung folgt. Für Bosch ist dies der zweite Anlauf in Sachen Brennstoffzellen. Zur Jahrtausendwende hatte Buderus an einem eigenen Brennstoffzellensystem gearbeitet. Nachdem aber die Robert Bosch GmbH im Jahr 2003 mehr als 95 Prozent der Buderus-Aktien übernommen hatte, waren die Buderus Heiztechnik GmbH und die Bosch Thermotechnik GmbH zusammengegangen und hatten die BBT Thermotechnik GmbH gebildet. Vier Jahre später erfolgte dann die neuerliche Umfirmierung in die Bosch Thermotechnik GmbH. Die Brennstoffzellenaktivitäten blieben bei diesen Umbenennungen allerdings auf der Strecke (s. HZwei-Heft April 2008). Bosch konzentrierte sich damals mit den Marken *Buderus* und *Junkers* auf kurzfristiger zu realisierende Möglichkeiten der CO_2-Reduzierung durch Mikro-KWK-Geräte, wozu insbesondere der Stirling-Generator gehörte. Bosch Thermotechnik blieb in dieser Zeit in der *Initiative Brennstoffzelle* lediglich als beobachtendes Mitglied. Die Eigenentwicklung eines BZ-Systems wurde auf Eis gelegt und erst in den letzten Jahren gemeinsam mit entsprechenden Partnern allmählich wieder aufgenommen.

ZWEI TECHNOLOGIEN ZUR WAHL Viessmann ist derzeit mit der Adaption seines PEM-Heizgeräts für den europäischen Markt beschäftigt. Bis Anfang 2014 sollen davon etwa 50 Einheiten im Feld getestet werden, bevor dann in der zweiten Jahreshälfte der Vertrieb startet. Das Panasonic-Gerät, das in Japan bereits rund 20.000 Mal installiert wurde, ist für einen Wärmebedarf von weniger als 9.000 kWh konzipiert. Demgegenüber ist das SOFC-Modul, das Hexis als zweiter Brennnstoffzellenpartner von Viessmann entwickelt, ab 50.000 kWh einsetzbar (ab 2016 marktreif). Dazwischen bietet das Allendorfer Unternehmen Stirlingmotoren an, die zwar über einen geringeren elektrischen Wirkungsgrad, aber dafür über einen vergleichsweise hohen Gesamtwirkungsgrad verfügen.

THÜGA SETZT AUF ELCORE Elcore räumte während der Hannover Messe ein, dass sie ihre bisherigen Zielvorgaben bei den Installationszahlen um ein Jahr nach hinten verschieben mussten. Anstelle von 2012 gingen die ersten Brennstoffzellen des Typs *Elcore 2400* erst in diesem Frühjahr in Wiesbaden und Freiburg in Betrieb. Ende April 2013 kam allerdings die Meldung, dass insgesamt sieben Stadtwerke der Thüga-Gruppe diese Geräte, die jährlich einen Grundlaststrombedarf von 2.400 Kilowattstunden abdecken, testen werden. Für sie rechnet sich der Einsatz dieser Technologie bereits heute, da es für Stadtwerke wirtschaftlicher ist, Strom mit Gas zu erzeugen, als ihn direkt einzukaufen. Darüber hinaus fördert der Bund selbstproduzierten Strom mit fünf Cent pro Kilowattstunde.

NRW STARTET FÖRDERPROGRAMM Bei Ceramic Fuel Cells war Anfang des Jahres noch unklar, wie es weitergehen sollte. Seit dessen Vertriebspartner sanevo im Februar 2013 in Konkurs ging (s. HZwei-Heft Apr. 2013), läuft der Verkauf bei dem deutsch-australischen Unternehmen nach Auskunft von CFC-Geschäftsführer Frank Obernitz im Direktvertrieb, wobei „jedes Gerät ein eigenes Projekt darstellt". Dabei stellte jedoch die Umsetzung des Förderprogramms für Brennstoffzellenheizgeräte in Nordrhein-Westfalen (NRW) zunächst ein Problem dar: Da die Festlegung der Förderkonditionen auf sich warten ließ, brachen anfänglich die ohnehin moderaten Verkaufszahlen ein. Seit März 2013 liegen aber nun >>

Abb. 3: Die wandhängende Variante: das BZ-Heizgerät von Elcore

Abb. 4: Guido Gummert (mi., im gemeinsamen Interview mit Adrian Richardson re.) will das Qualitätssiegel „Made in Europa" etablieren (Foto: Ralf Hansen)

konkrete Zahlen vom Programm für Rationelle Energieverwendung, Regenerative Energien und Energiesparen *progres.nrw* vor, so dass CFC von einer Geschäftsbelebung ausgeht.

Derzeit verfügt Nordrhein-Westfalen als einziges Bundesland über ein Förderprogramm für BZ-Heizgeräte. Die ersten Förderbescheide, mit denen ein Investitionszuschuss in Höhe von 13.000 Euro für den Erwerb eines Mikro-BHKW auf Brennstoffzellenbasis bezogen werden kann (45 bis 65 Prozent der förderfähigen Investition), wurden ausgestellt. Diese Zuwendung ist für hocheffiziente dezentrale KWK-Anlagen bis einschließlich 50 kW_{el} insbesondere für Unternehmen konzipiert, um deren Anteil an der gesamten Stromerzeugung in NRW bis 2020 auf 25 % zu steigern. Die Antragstellung erfolgt über die Hausbank. Andreas Ballhausen, Mitglied der CFC-Geschäftsleitung, erklärte gegenüber *HZwei:* „Es ist deutlich einfacher, einen Kunden von einem *BlueGen* zu überzeugen, wenn die Förderbedingungen transparent kalkulierbar sind. Auf dieser Basis können wir mit vertrieblichen Erfolgen in NRW rechnen." (s. dazu S. 15)

Der Energieversorger EWE ist zwar nicht in NRW ansässig und erhält somit auch keine Landesförderung, orderte im April 2013 aber trotzdem 60 so genannte „integrierte Geräte" von CFC. EWE arbeitet seit 2010 mit dem in Heinsberg ansässigen Unternehmen im Rahmen eines Entwicklungs- und Demonstrationsprojekts zusammen und hat über 70 Mikro-BHKW-Anlagen vom Typ *BlueGen* (600 W_{therm}) in Betrieb. Insgesamt will der Energieversorger 200 Aggregate von CFC im Rahmen des NIP in Feldtests erproben. Anders als das kommerziell erhältliche *BlueGen* hat das integrierte Gerät, das intern den Arbeitstitel *Beta2* trägt, einen Zusatzbrenner mit 22 kW Leistung im Gehäuse integriert. Ballhausen erläuterte: „Das integrierte Gerät zielt damit auf den Einfamilienhausmarkt ab, bei dem eine kompakte Bauform aufgrund des geringen Raumangebotes im Keller wichtig ist."

DAS STÜCKZAHL-VERSUS-PREIS-PROBLEM Ein weiterer Anbieter, der in Deutschland ein BZ-Heizgerät (NT-PEM) kommerziell anbietet, ist die Riesaer Brennstoffzellentechnik GmbH. Das sächsische Unternehmen stellte auf dem Gemeinschaftsstand *Energy Saxony* mit seinen Partnern die *inhouse5000+* vor, die mit 5 kW_{el} insbesondere für Gewerbekunden konzipiert wurde. Der Geschäftsführer von inhouse engineering, Christoph Hildebrandt, erklärte gegenüber *HZwei:* „Wir stehen vor dem Stückzahl-versus-Preis-Problem, dass heißt bei den aktuell noch geringen Stückzahlen sind die Gerätepreise noch recht hoch. Daher sind die Geräte zum Beispiel über das *ene.field*-Projekt gefördert erhältlich. Nach Ablauf der offiziellen Projektlaufzeit (3 Jahre) kann die Anlage vom Kunden in Eigenverantwortung zum Beispiel im Rahmen eines Vollwartungsvertrages weitere zwei oder sieben Jahre betrieben werden."

Guido Gummert, Geschäftsführer Baxi Innotech und Vorsitzender der VDMA AG Brennstoffzellen, forderte in diesem Zusammenhang mehr Planungssicherheit zum Aufbau der Serienfertigung, um die Kosten zu drücken. Außerdem sei jetzt eine bessere Öffentlichkeitsarbeit und Produktaufklärung bei Verbrauchern, Fachhandwerkern sowie beim Handel von Nöten, um dadurch eine Nachfrage zu stimulieren. Technisch sind die Brennstoffzellenheizgeräte so gut wie ausgereift, sie sind somit bereit für den Markt, so Gummert, der weiterhin kritisierte: „Was allerdings fehlt, ist ein Technologieeinführungsprogramm, eine begrenzte finanzielle Förderung, um die Serienfertigung anzukurbeln. [...] Anders als bei der Photovoltaik-Förderung sehen wir allerdings ein klar begrenztes Budget, dessen Vergabe auch stufenweise an Kontrollen und Erfolgsmeldungen geknüpft sein kann. Es wird kein Fass ohne Boden geben, aber anders werden die notwendigen Stückzahlen mit sinkenden Gerätekosten nicht erreicht." Dem stimmte auch Joachim Berg, Leiter der Brennstoffzellenentwicklung bei Vaillant, zu: „Ich hoffe, dass die Idee eines Technologieeinführungsprogramms Einzug nimmt in die Wahlkampfprogramme bei den Parteien." Uwe Glock, Bereichsvorstand bei Bosch Thermotechnik, nannte konkrete Zahlen, indem er sagte, eine Brennstoffzellenheizung für ein Einfamilienhaus liege derzeit bei rund 20.000 Euro, während herkömmliche Heizungen etwa 8.000 Euro billiger seien. ||

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

BEZAHLBARE BZ-HEIZGERÄTE

Brennstoffzellen-Initiative Heinsberg gegründet

Jetzt gibt es sie: Stationäre Brennstoffzellengeräte, die Strom und Wärme erzeugen und zudem für den Endkunden bezahlbar sind. Das Angebot der neu gegründeten *Brennstoffzellen-Initiative Heinsberg* ist zwar räumlich begrenzt, so dass nur wenige potentielle Kunden in den Genuss der speziellen Fördermaßnahmen kommen, aber zumindest regional gibt es jetzt einen Markt. Damit erhöht sich weiter der Druck auf den Bund, auch überregional angemessene Fördermaßnahmen zur Einführung von BZ-Heizgeräten umzusetzen.

Zunächst hatte Ceramic Fuel Cells (CFC) im März 2013 vermeldet, dass man mit der Alliander AG eine Absichtserklärung unterzeichnet habe, bis zum Jahr 2015 bis zu 600 *BlueGen*-Geräte installieren zu wollen. Alliander ist ein Tochterunternehmen des größten Gas- und Stromnetzbetreibers der Niederlande und verfügt in Deutschland über regionale Stromnetze (z.B. in unmittelbarer Nähe des CFC-Produktionsstandorts Heinsberg). Das Unternehmen mit Sitzen in Berlin und Heinsberg testete zuvor drei Mikro-KWK-Geräte von CFC, weshalb Ton Doesburg, der Alliander-Vorstandsvorsitzende, erklärte: „Nach drei Jahren positiver Erfahrung werden wir nun den nächsten Schritt gehen und die Verbreitung dieser innovativen und umweltfreundlichen Technologie in unseren Netzen aktiv unterstützen. *BlueGen* hat uns mit einer nahezu 100-prozentigen Verfügbarkeit beeindruckt.“ Vorstandsmitglied Jakob Wöllenweber ergänzte: „Wir sind überzeugt, dass diese Form der dezentralen Energieerzeugung vor ihrem Marktdurchbruch steht und wollen frühzeitig unser Know-how für den Volumenmarkt ausbauen.“

Um der Brennstoffzellentechnik zum Durchbruch zu verhelfen, schlossen sich die lokal ansässigen Unternehmen Alliander, CFC sowie die Jürgen Hohnen GmbH mit der Stadt Heinsberg sowie der Heinsberger Volksbank zusammen und riefen am 26. April 2013 die *Brennstoffzellen-Initiative Heinsberg* ins Leben. Ihr Ziel ist nach eigener Aussage, „die Markteinführung der Brennstoffzellentechnologie zu fördern und damit Heinsberg auf dem Weg der Energiewende aktiv zu unterstützen“. Dafür erlässt Alliander seinen Kunden beim Erwerb einer CFC-Brennstoffzelle im Rahmen einer einmaligen Sofortförderung einen Betrag in Höhe von 4.000 Euro. Ein *BlueGen*-Gerät ist somit fortan im Bestfall ab 11.000 Euro (netto) erwerbbar, da diese Anlagen in den Genuss der Fördermaßnahmen des Landes Nordrhein-Westfalen (*progres.nrw*-Programm, s. S. 14) kommen. Hinzu kommt eine zehnjährige variable Förderung von zehn Cent pro Kilowattstunde (max. 5.000 Euro) für den Strom, den die Kunden ins Alliander-Netz einspeisen. ||

RECHNUNGSBEISPIEL

Ein Unternehmen mit einem Stromverbrauch von jährlich rund 10.000 kWh zahlt zunächst 28.000 Euro Anschaffungs- und Installationskosten für ein *BlueGen*-Gerät. Davon lassen sich 13.000 Euro über die Landesförderung und 1.000 Euro über die Alliander-Förderung abziehen, so dass ein Restbetrag von 14.000 Euro bleibt, der über die Heinsberger Volksbank finanziert werden kann. Durch Strom- und Wärmeeinsparungseffekte sowie die gesetzlich geregelten und die von Alliander gezahlten Vergütungen für eingespeisten Strom amortisieren sich diese Kosten nach etwa sieben Jahren. Anschließend liegen die jährlichen Ersparnisse bei rund 2.000 Euro, so dass sich auch der Abschluss eines zehnjährigen Full-Service-Vertrags mit der Sanitär-Heizung-Klima-Firma von Jürgen Hohnen (jährlich 600 Euro) rechnet.

→ www.brennstoffzelle-heinsberg.de

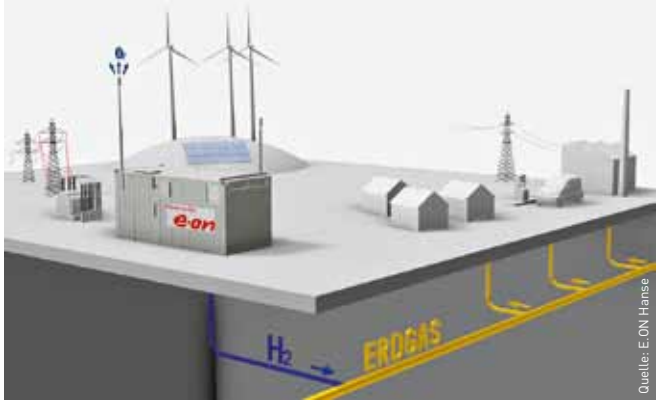
POSITIVE VDMA-PROGNOSE

Die Installationszahlen von Heizkesseln sind rückläufig. Die Anzahl der jährlich neu eingebauten Heizungen ist seit 2002 von 750.000 auf 670.000 gesunken. Der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA) sieht trotzdem gute Marktchancen für BZ-Aggregate und beruft sich dabei auf eine aktuelle Industriebefragung, deren Ergebnisse von der *Arbeitsgemeinschaft Brennstoffzellen* während der Hannover Messe vorgestellt wurden. Gemäß diesem Konjunkturspiegel zur Zukunft der BZ-Industrie in Deutschland erwarten die befragten Unternehmen im Jahr 2020 in den Bereichen Hausenergieversorgung, Industrieanwendung, Bord- oder Notstromversorgung in Deutschland einen Umsatz von knapp2 Mrd. Euro. Im Jahr 2012 lag er bei etwa 80 Mio. Euro. Johannes Schiel, Geschäftsführer VDMA Brennstoffzellen, räumte allerdings ein, dass bei der kurz- bis mittelfristigen Technologieeinführung leichte Verzögerungen sichtbar sind. So sind die Erwartungen für das Jahr 2015 gegenüber den Ergebnissen von der Umfrage 2011 leicht gedämpft. Doch der Trend ist weiter positiv, versicherte Schiel. Er sagte: „Bereits heute arbeiten über 1.500 Menschen in den befragten Unternehmen. Bis zum Jahr 2020 können allein mit Brennstoffzellen für stationäre Anwendungen und spezielle Märkte in Deutschland über 6.000 Menschen beschäftigt werden.“ Guido Gummert, Vorsitzender der VDMA Brennstoffzellen, ergänzte im Hinblick auf den Heizungssektor: „Wir rechnen mit mindestens 70.000 BZ-Heizgeräten in 2020 für die Installation in Deutschland und einem ähnlichen Volumen für den Export. Gemeinsam mit zahlreichen größeren Anlagen in Gewerbegebäuden und Industrieanwendungen werden in Deutschland demnach in 2020 Brennstoffzellen mit zusammen über 200 MW Leistung neu installiert. Damit werden Brennstoffzellenanlagen auch energiewirtschaftlich bedeutend.“ ||

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

PARK-&-RIDE-SYSTEM FÜR ENERGIE

Hamburg bekommt eine 1-MW-PtG-Anlage



Quelle: E.ON Hanse

Zeitgleich zum Beginn der Hannover Messe fand in Hamburg der Start eines neuen Power-to-Gas-Projekts, bei dem grüner Strom im Erdgasnetz der Hansestadt gespeichert werden soll, statt. Den Startschuss zu diesem Vorhaben gaben die Hamburger Umweltsenatorin Jutta Blankau und Matthias Boxberger, Vorstandsvorsitzender von E.ON Hanse. Boxberger umschrieb die PtG-Technologie als „Park-&-Ride-System für Energie: Wenn es im Stromnetz nicht weitergeht, kann man ins Gasnetz umsteigen".

Bei dem hanseatischen Demonstrationsvorhaben geht es konkret um zwei Fragen, die im Rahmen der Energiewende weiter an Bedeutung gewinnen werden: Wie kann das Erdgasnetz als Energiespeicher verwendet werden, um die fluktuierende Stromeinspeisung von Seiten der Solar- und Windkraftanlagen auszugleichen? Und wie kann es gleichzeitig mit seinen Transportkapazitäten zur Entlastung der Stromautobahnen genutzt werden?

Um Antworten auf diese Punkte zu finden, soll im Hamburger Stadtteil Reitbrook der bisher größte PEM-Elektrolyseuse-Stack, der eine Leistung von 1 Megawatt aufnehmen kann, gebaut werden. Grüner Strom für seinen Betrieb ist nördlich der Elbe ausreichend vorhanden. Der Energieversorger E.ON Hanse, der die PtG-Anlage betreiben wird, kann auf eine Leistung von rund 15.000 Megawatt zugreifen, wovon „in dieser Region aber nur ein Drittel auch verbraucht werden kann", sagte Matthias Boxberger. Für den PEM-Elektrolyseur erarbeiten die Ingenieure von Hydrogenics speziell für dieses Projekt ein neues Konzept, da bisher in diesem Leistungsspektrum kein Modell auf dem Markt vorhanden ist. Wissenschaftlich begleitet werden diese Arbeiten vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), das die Start-Stopp-Eignung, die Überlastempfindlichkeit sowie die Effizienz des Systems untersuchen wird. Um gleichzeitig die Öffentlichkeit über diese neue Technologie informieren zu können, richten die Partner auf dem E.ON-Gelände in direkter Nachbarschaft zum Forschungsgelände für Mikroalgen sowie dem dortigen Erdgasspeicher ein PtG-Besucherzentrum ein.

Die neue Anlage soll über einen Wirkungsgrad von 70 Prozent verfügen und in einem 20-Fuß-Container Platz finden. Bei der Fertigstellung wird zudem das Know-how von der gerade im Bau befindlichen PtG-Anlage in Falkenhagen mit einfließen. Darüber hinaus arbeiten die Ingenieure daran, die Herstellungskosten weiter zu senken, indem sie bislang verwendete teure Metalle (z.B. Titan) durch beschichteten Edelstahl ersetzen. Insgesamt kostet dieses über das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) geförderte dreijährige Vorhaben rund 13,5 Mio. Euro. ||

DAS LADEGERÄT DER ZUKUNFT

Insgesamt 13 Unternehmen der Thüga-Gruppe planen für diesen Sommer den Start eines Bauvorhabens in Frankfurt am Main, um dort eine Power-to-Gas-Demonstrationsanlage (360 kW) zu errichten, die Strom in Wasserstoff umwandelt und diesen dann in das kommunale Gasverteilnetz einspeist. Dr. Günter Walther von Thüga Technik begründete diese Initiative mit den Worten: „Die Experten aus Wissenschaft und Energiewirtschaft sind sich einig, dass die Umwandlung von überschüssigen erneuerbaren Energien in Wasserstoff und Methan momentan kurzfristig die einzige Möglichkeit ist, um diesen Energieüberschuss tatsächlich auch wegzuspeichern."

Zur H_2-Erzeugung dient hierbei kein alkalischer Elektrolyseur, sondern ein PEM-Gerät von ITM Power. Vorstandsmitglied Michael Riechel erklärte: „Wir sehen darin erstens die umweltfreundlichere Technologie, und zweitens macht sie unsere Anlage lastflexibler. [...] Insgesamt ist diese Technologie für uns die zukunftsfähigere." Die Demonstrationsanlage, die pro Stunde etwa 60 Kubikmeter Wasserstoff (= 130 kg_{H2}/Tag) erzeugt, soll Anfang 2014 eingeweiht werden. Für die Thüga startet damit die Erprobung zur Nutzung des Gasnetzes als Energiespeicher. Riechel formulierte das so: „Das Erdgasverteilnetz kann die Batterie der Zukunft sein, jetzt bauen wir das Ladegerät dazu."

ITM Power zeigte sich erfreut, dass sein Angebot hinsichtlich Preis- und Leistungsaspekten überzeugen konnte, da dies für das britische Unternehmen der erste größere Verkauf eines Elektrolysegeräts nach Deutschland ist. Dr Graham Cooley, Chef von ITM Power plc, erklärte: „Das Ernten der größtmöglichen Energiemenge, die aus intermittierenden und unterschiedlichen erneuerbaren Energiequellen generiert wird, ist nach wie vor der heilige Gral in der Stromerzeugungs- und Versorgungsindustrie." Phil Doran, Geschäftsführer von ITM Power GmbH, ergänzte: „Deutschland ist der führende Markt für Energiespeichertechnik, insbesondere nach der Entscheidung der Bundesregierung, aus der Atomenergie auszusteigen."

Bis die PtG-Technologie allerdings wirtschaftlich wird, ist noch einiges zu tun. Gemäß einer Kalkulation von Thüga und Linde liegen die Kosten für den Bau einer 6-MW-Anlage derzeit bei 1.800 €/kW_{el}. Wirtschaftlich wird es erst, wenn die Investitionskosten auf ein Drittel sinken. „Dies schaffen wir nur", so Dr. Günter Walther, „wenn wir die Technologie entsprechend fördern und von einer momentanen handwerklichen Manufaktur der Elektrolyseure in eine Serienproduktion kommen. Was wir auch noch brauchen, ist eine staatliche Förderung in Form von Investitionszuschüssen." ||

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

REVOLUTION IN DER H_2-WIRTSCHAFT

HYPOS: Modellregion für grünen Wasserstoff

„Von Ostdeutschland soll eine Revolution in der Wasserstoffwirtschaft ausgehen." Diese These hört sich gewagt, wenn nicht sogar etwas provokativ an. Bei näherer Betrachtung der neuen *HYPOS*-Initiative, die sich erst jüngst in Mitteldeutschland rund um die bereits bestehende H_2-Pipeline versammelt hat, ist es aber gar nicht unwahrscheinlich, dass diese Zielvorgabe durchaus realistisch und vielleicht sogar eher noch untertrieben ist.

Zunächst hört es sich an wie eines von diesen vielen Projekten mit der Vorsilbe *hy,* in denen es mal wieder um die Demonstration einer Wasserstoffanwendung geht. Bei näherem Hinschauen stellt man aber schnell fest: Bei *HYPOS* geht es um mehr. Nach Aussage der Initiatoren geht es konkret um „eine Revolution der Wasserstoffwirtschaft", und wenn man sich die Liste der beteiligten Partner anschaut, ist schnell klar, dass hier tatsächlich etwas Großes im Entstehen ist.

REGER ZULAUF Scheinbar aus dem Nichts heraus haben sich bis Anfang Mai 2013 rund 100 Institutionen zusammengefunden, die alle verbindlich ihre Mitarbeit im Konsortium *HYPOS* erklärt haben. *HYPOS* steht für „Hydrogen Power Storage & Solutions East Germany" (Wasserstoff-Stromspeicher und -lösungen Ostdeutschland). Die Anfänge dazu fanden Ende 2012 mit 25 Konsortialvertretern in Dresden statt. Beim dritten Treffen Ende März 2013 in Halle waren es bereits 60. Zusammen wollen sie Überschuss verwalten. Gemeint ist damit der überschüssige Strom aus erneuerbaren Energien. Durch eine intelligente Verknüpfung von Stromnetz, H_2-Erzeugung und -Pipeline sowie Gasnetz, Gasspeicher sowie der chemischen Industrie soll in Mitteldeutschland eine wirtschaftliche Nutzung und Langzeitspeicherung dieses Stroms erreicht werden.

Dafür reichten die Initiatoren am 3. April 2013 das Initialkonzept „HYPOS – Von Ostdeutschland soll eine Revolution in der Wasserstoffwirtschaft ausgehen" beim Bundesministerium für Forschung und Bildung ein und beantragten die Teilnahme am Programm „*Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation*". Dieses Förderprogramm zielt insbesondere auf die Verknüpfung von spezifischem Know-how ausgewählter Partner aus Ost- und Westdeutschland, um die jeweiligen wissenschaftlichen, technologischen und unternehmerischen Kompetenzen zusammenzuführen und so zu erweitern. Im Falle einer positiven Rückmeldung seitens der Jury wird zunächst eine Potentialstudie mit dem Fokus „Pipelineinfrastruktur und Speichermöglichkeiten" anvisiert, um dann als weiteres Projektziel die Umsetzung konkreter H_2-Industrieprojekte im großtechnischen Maßstab in der mitteldeutschen Wirtschaftsregion in Angriff zu nehmen.

Was die Region rund ums mitteldeutsche Chemiedreieck zu bieten hat, sind reichlich Ökostrom und die zweitlängste H_2-Pipeline Deutschlands (s. S. 19, Abb. 4). Außerdem, so erklärte Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn, der Leiter des Fraunhofer Instituts für Werkstoffmechanik (IWM, s. auch Interview auf Seite 18), gegenüber dem MDR, „haben wir hier Salzkavernen, zum Beispiel in Bad Lauchstädt, die man aktuell nutzt als Erdgasspeicher – die man aber innovativ in diesem Projekt umrüsten will in Richtung Wasserstoffspeicher". Das erste Gas könnte ab 2017 in die Pipelines strömen. ||

HYPOS
Zu den Initiatoren zählt die Wirtschaftsinitiative für Mitteldeutschland GmbH, in der sich Unternehmen und Gemeinden aus Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen mit dem gemeinsamen Ziel einer nachhaltigen Entwicklung zusammengeschlossen haben. Zudem wirken das Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik aus Halle sowie das im Jahr 2003 von der Wirtschaft ins Leben gerufene Cluster Chemie/Kunststoffe Mitteldeutschland federführend mit.

Literatur:

Ganster, J., Bohnenschäfer, W., HYPOS Hydrogen Storage & Solution East Germany – Machbarkeitsstudie zur Gewinnung von Wasserstoff aus Erneuerbaren Energien, Studie des Leipziger Institut für Energie, (2013)

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

DAS HERZ EINER ZUKÜNFTIGEN H_2-WIRTSCHAFT

Interview mit Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn vom Fraunhofer IWM, Halle

Abb. 1: Prof. Dr. Ralf Wehrspohn [Foto: Fraunhofer IWM]

Die erste öffentliche Vorstellung von *HYPOS* erfolgte am 24. April 2013 in Leipzig beim *Innovationsforum Power to Gas to Power* des DBI – Gastechnologisches Institut. Im Rahmen dieser Veranstaltung erklärte DBI-Geschäftsführer Dr. Hartmut Krause, der Organisator dieses Forums: „Als Tätigkeitsschwerpunkte von *HYPOS* sehe ich Power-to-Gas, also die H_2-Speicherung in einem hiesigen Erdgas-Kavernenfeld mit der Einspeisung von Wasserstoff in das mitteldeutsche H_2-Pipelinenetz sowie die Versorgung kleiner Ortschaften mit Wasserstoff für Mobilität und KWK." Angeregt durch seine Ausführungen wandte sich *HZwei* an den Sprecher des Projektlenkungskreises Prof. Ralf B. Wehrspohn, um mehr über *HYPOS* zu erfahren.

HZwei: Sehr geehrter Prof. Wehrspohn, können Sie zunächst bitte kurz mit Ihren Worten erklären, worum es bei HYPOS geht?
Wehrspohn: Von Ostdeutschland soll eine Revolution in der Wasserstoffwirtschaft ausgehen. Sie kann die Energiewende entscheidend beflügeln und nachhaltige Chemie im mitteldeutschen Chemiedreieck ermöglichen. Das Projekt *HYPOS Hydrogen Power Storage & Solutions East Germany* weist den Weg, wie der in Abhängigkeit vom Wetter unterschiedlich stark anfallende Strom aus Wind- und Solarkraftanlagen in den speicherfähigen chemischen Energieträger Wasserstoff gewandelt wird.

HZwei: Wann kam denn das erste Mal die Idee zu einem derartigen Vorhaben auf – und von wem?
Wehrspohn: Vor zwei Jahren gaben das Fraunhofer Institut für Werkstoffmechanik (IWM) sowie verschiedene Branchenvertreter der ostdeutschen Industrie die ersten Impulse für den Start eines gemeinsamen Projektes. Wir hatten fruchtbare Arbeitstreffen, mit dem Ziel, uns thematisch zu fokussieren und zu positionieren.

HZwei: Scheinbar mit Erfolg. Die Teilnehmerzahl ist innerhalb weniger Wochen rasant angestiegen. Wie erklären Sie sich diesen regen Zulauf?
Wehrspohn: Zum einen ist das Thema brandaktuell – mit einer hohen gesellschaftlichen wie wirtschaftlichen Relevanz. Zum anderen bestehen gerade in Ostdeutschland vielfältige Kompetenzen und Synergien, die sich sofort binden und vernetzen ließen. Darüber hinaus haben wir das Thema positiv forciert, in dem wir innerhalb von drei Monaten zwei Initialkonsortien-Treffen mit teilweise über 120 Teilnehmern durchgeführt haben.

HZwei: Gab es denn eine Art Gründungsteam, das anfangs umhergereist ist und nach Partnern gesucht hat?
Wehrspohn: Das Gründungsteam besteht aus Dr. Christoph Mühlhaus, Sprecher des Clusters Chemie/Kunststoffe Mitteldeutschland und Jörn-Heinrich Tobaben, Geschäftsführer der Wirtschaftsinitiative für Mitteldeutschland GmbH, sowie aus meiner Person. Wir nutzten dabei die konzertierte Kompetenz von ostdeutschen Industrieunternehmen aus den Bereichen Energiewirtschaft, Chemie, Anlagenbau (u.a. Linde, VNG, Air Liquide) im Verbund mit kleinen und mittleren Unternehmen, Hochschulen und Großforschungseinrichtungen.

HZwei: Und wer fällt die Entscheidungen bei HYPOS?
Wehrspohn: Entschieden wird in Lenkungskreisen. Die Initiatoren gehören zum engeren Lenkungskreis. Sie strukturieren die Themen, realisieren Projektanträge und geben – wenn Sie so wollen – den strategischen Weg vor. Darüber hinaus gibt es einen erweiterten Kreis, in dem für die jeweiligen Themenfelder Regionalverantwortliche aktiv sind. Insgesamt gehören über 30 Personen den Lenkungskreisen an.

HZwei: HYPOS ist ja keine rein ostdeutsche Initiative. Es nehmen auch westdeutsche Institutionen teil, sogar zwei österreichische. Was erhoffen Sie sich von deren Mitwirken?
Wehrspohn: An dem Projekt sind rund 90 Partner aus verschiedenen Branchen, aus Ost- und Westdeutschland, aus großen wie aus kleinen und mittleren Unternehmen, aus Hochschulen und Forschungseinrichtungen beteiligt. Wir erhoffen uns durch die entstehenden Synergien einen qualitativ hochwertigen Wissenstransfer sowie die übergreifende Vermarktung der Technologien.

HZwei: Ist es nicht ein bisschen übertrieben, in diesem Zusammenhang von einer „Revolution" zu sprechen? Werden dadurch nicht vielleicht übertriebene Hoffnungen geweckt?
Wehrspohn: Nein. Das HYPOS-Konsortium ist überzeugt, dass die vom Osten ausgehende Revolution der Wasserstoffwirtschaft letztlich zu einem selbsttragenden Aufbau eines Wasserstoff-Pipelinenetzes in Deutschland und Europa führen wird. „Grüner" Wasserstoff wird so zu einem erneuerbaren Rohstoff der Chemieindustrie, zum Energieträger der Elektromobilität und vieler anderer Anwendungen.

HZwei: Knüpfen Sie dabei bewusst an die ostdeutsche Vergangenheit an? Immerhin ist in Ihrem Konzept die Rede von „weit-

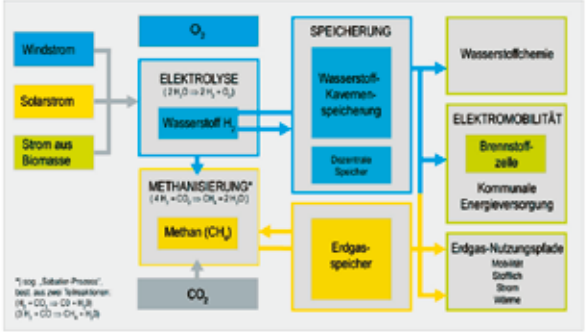


Abb. 2: Bio-, Solar- und Windenergie soll besser speicherbar gemacht werden.

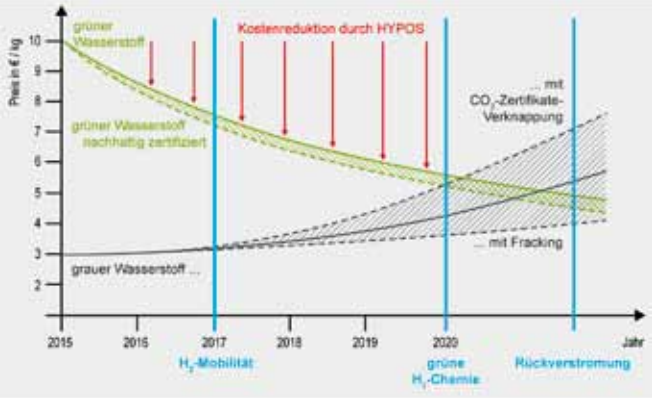


Abb. 3: Roadmap für eine „grüne" Wasserstoffwirtschaft

reichenden großen gesellschaftlichen und volkswirtschaftlichen Wirkungen". Gibt es in Ihrer Initiative also auch gesellschaftspolitische Aspekte?

Wehrspohn: Ja, natürlich. Die Energiewende ist ein gesellschaftspolitischer Aspekt. HYPOS verfolgt eine Vision. Sie lautet: „Erneuerbarer überschüssiger Strom soll in das Energiesystem durch innovative Verknüpfung der Technologie der Wasserstofferzeugung mit der vorhandenen Infrastruktur von Gaspipelines und Gasspeichern integriert werden. Der ‚grüne' Wasserstoff soll für die Stoffwandlung der Chemie, für den Bedarf der Elektromobilität und als Energiequelle genutzt werden. Damit wird nicht nur ein Durchbruch für das Gelingen der Energiewende erzielt, sondern es werden weitreichende große gesellschaftliche und volkswirtschaftliche Wirkungen ausgelöst."

HZwei: Aha, der Durchbruch bei der Energiewende. Wieso – denken Sie – könnte Ihnen etwas gelingen, was die großen Energieversorger und die Politik scheinbar nicht hinbekommen?

Wehrspohn: Die gesellschaftlichen und volkswirtschaftlichen Auswirkungen von HYPOS werden weit über die Grenzen Deutschlands hinaus spürbar sein. Der offene Ansatz des Programms *Zwanzig20* wird weiterführende Ideen hervorbringen. Sie bieten die Chance, über das europäische Programm *HORIZON 2020* einen deutschen Beitrag zum Erreichen der europäischen energiepolitischen Ziele zu leisten.

HZwei: Ab wann wird HYPOS denn einen nennenswerten Beitrag zur Entlastung der Stromnetze beisteuern können?

Wehrspohn: Wir haben uns eine Roadmap für die „grüne" Wasserstoffwirtschaft gegeben, die symbolisch die Schritte zur Erreichung der Wirtschaftlichkeit bis zum Jahr 2020 beinhaltet. Bis 2017 wird Wasserstoffmobilität durch HYPOS rentabel sein. Wir rechnen damit, dass der Einsatz grünen Wasserstoffs für Mobilität einen wesentlichen Beitrag zum Flottenverbrauch liefern muss – laut Daimler ab 2017. Ab 2020 wird eine Kostenreduktion bei der „grünen" H_2-Chemie erwartet. Ab 2020 wird das Thema Rückverstromung eine der größten Herausforderungen.

HZwei: Eine wesentliche Rolle in Ihren Überlegungen nimmt das Pipelinenetz in der Region ein. Gibt es Bestrebungen, dieses H_2-Verteilnetz zu erweitern?

Wehrspohn: Ja, es gibt erste Überlegungen. Diese werden zurzeit geprüft.

HZwei: Wenn Sie von heute aus mal zehn oder fünfzehn Jahre in die Zukunft schauen: Wie wird dann im Idealfall die Region rund ums mitteldeutsche Chemiedreieck aussehen?

Wehrspohn: Der „grüne" Wasserstoff kann symbolisch gesehen die Blutader künftiger Wirtschaft sein. Mit HYPOS soll ihr Herz in Ostdeutschland schlagen.

HZwei: Prof. Wehrspohn, herzlichen Dank für Ihre Antworten.

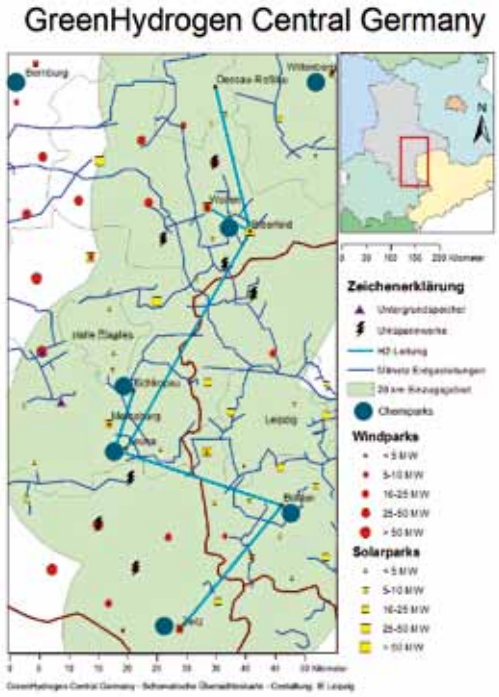


Abb. 4: Rund um die H_2-Pipeline tummeln sich Solar- und Windparks [Quellen: HYPOS-Konsortium]

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

METHANISIERUNG WIRD WIRTSCHAFTLICH

Urzeitbakterie soll heute Energie speichern

Archäa – das Urzeitbakterium [Quelle: Krajete]

Die Energiespeicherung über den Weg der Methanisierung ist auf dem besten Weg, wirtschaftlich zu werden. Dies hat Ende April 2013 die Krajete GmbH, die Mikroorganismen für die CO_2-Umwandlung verwendet, gemeldet. Das oberösterreichische Unternehmen hatte zuvor sein viertes Patent auf ein selbst entwickeltes Verfahren zur Methanerzeugung angemeldet, so dass dieses nun „fertig für den Markt" sei, wie es hieß.

In der Fachwelt sind die Meinungen beim Thema „Methanisierung" gespalten: Die einen Wissenschaftler favorisieren Wasserstoff in seiner reinen Form, die anderen bevorzugen die Erzeugung von synthetisch aus Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff erzeugtem Erdgas, weil somit die bestehende Gasinfrastruktur ohne kostenintensive Umstellung für die Energieverteilung genutzt werden kann. Mit der Entwicklung von Krajete erhalten nun die Methanisierungsbefürworter Rückenwind.

Bei dem in Linz entwickelten Verfahren geht es um die Umwandlung von CO_2 und H_2 zu CH_4 in einem Bioreaktor. Dieser Reaktor beinhaltet Mikroorganismen, genauer gesagt spezielle Stämme der *Archäa* (Urbakterie), mit denen die Methanherstellung unter kontrollierten Bedingungen ablaufen kann. Dieser Stoffwechselprozess kommt auf der Erde nur an Standorten mit extremen Umweltbedingungen vor und zudem nur unter Ausschluss von Sauerstoff. Dr. Alexander Krajete, Geschäftsführer der Krajete GmbH erläuterte dazu: „So attraktiv dieser Prozess auch für die Energiebranche ist, so schwierig war er zu ‚zähmen'."

Die biochemische Reaktion verfügt nach Firmenangaben über eine hohe Ressourceneffizienz, eine hohe Umsatzgeschwindigkeit und eine gute Robustheit sowie die Fähigkeit, mit rasch wechselnden Bedingungen fertig zu werden. Zudem besitze dieser Prozess jetzt auch „industrielle Einsatzreife". Krajete sagte weiter: „Dank unseres exklusiven Know-hows in der Prozessführung können wir für jede Anwendung einen ökonomisch optimierten Umsatz erzielen." ||

GEMEINSAME PLATTFORMEN

Kohler (l.) und Diwald (r.) unterzeichnen die Kooperationsvereinbarung, in der Mitte Altmaier [Quelle: dena]

Im Jahr 2011 entstanden zwei Plattformen, die sich beide dem damals neu aufkommenden Thema der Energiespeicherung widmeten: Am 7. Dezember 2011 fiel der Startschuss für *performing energy – Bündnis für Windwasserstoff,* nachdem wenige Monate zuvor die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) die *dena-Strategieplattform Power to Gas* initiiert hatte. Nach fast zwei Jahren haben nun beide Akteure zueinander gefunden: Auf der diesjährigen Hannover Messe unterzeichneten Stephan Kohler, Vorsitzender der dena-Geschäftsführung, und Werner Diwald, Sprecher von *performing energy,* in Gegenwart von Bundesumweltminister Peter Altmaier eine Kooperationsvereinbarung. Damit unterstrichen beide Initiativen, dass sie eine „enge Vernetzung und einen intensiven fachlichen Austausch" anstreben. Kohler erklärte: „Gemeinsam mit *performing energy* wollen wir unsere Kräfte bündeln, damit aus der Option eine marktreife Technologie wird." Zusammen kommen beide Plattformen auf über 40 Mitglieder aus Wirtschaft und Wissenschaft sowie Verbänden.

Fast im Gegenzug dazu entstand ein neues, eigenständiges Bündnis für Power-to-Gas (PtG oder auch P2G): die *North Sea Power to Gas Plattform.* Elf Unternehmen aus Dänemark, Deutschland, Belgien, Großbritannien und den Niederlanden schlossen sich bereits Ende 2012 zusammen, um gemeinsam die Energiespeicherung über Wasserstoff in der Nordseeregion voranzutreiben. Rolf van Stenus von dem Prüfunternehmen DNV KEMA, auf dessen Initiative die Gründung zurückgeht, erklärte gegenüber *HZwei:* „P2G ist nicht auf ein Land beschränkt. Dies ist vielmehr ein Konzept, das über Grenzen hinweggeht." Den Fokus ihrer Aktivitäten wollen die Unternehmen Alliander, Gasunie, Hydrogenics, ITM Power, TenneT und Co. auf die Stromerzeugungskapazitäten der Offshore-Windparks sowie der PV-Kraftwerke in den Anrainerländern legen. Van Stenus sagte weiter: „Die Nordseeregion hat bereits eine gut entwickelte Erdgasinfrastruktur, sowohl on- als auch offshore. Es ist daher nur logisch, alle Länder in dieser Region mit einzubeziehen." Die *North Sea Power to Gas Plattform* will zudem mit der derzeit in Gründung befindlichen *Mediterranean Power2Gas Plattform* zusammenarbeiten. ||

→ www.powertogas.info, www.performing-energy.de, www.northseapowertogas.com

LOLLAND BAUT DAS WASSERSTOFF-DORF 2.0

Vestenskov ist zufrieden mit seiner H_2-Versorgung

Vestenskov ist eine kleine Gemeinde auf Lolland, Dänemarks viertgrößter Insel. Auf dem äußerst ebenen Eiland, der so genannten „Pfannkuchen-Insel" (pancake island), gibt es reichlich Wind. Da ist es nur logisch, dass nahe dem Küstenstreifen ein großer Offshore-Windpark steht, der so viel elektrische Energie ins Stromnetz speist, dass die rund 70.000 Insulaner damit 50 Prozent ihres Strombedarfs decken können. Zur Abdeckung der restlichen 50 Prozent, und weil der Windstrom nicht gespeichert wird, sind die Inselanwohner auf fossile Energien angewiesen. So war es jedenfalls bis 2006. Damals startete ein sechsjähriges Projekt zur Speicherung der Windenergie in Wasserstoff. Vestenskov wurde zum Wasserstoff-Dorf. Und weil es so gut lief, folgt jetzt *Vestenskov 2.0.*

In der Bucht von Nakskov ist das bereits Realität, wovon hierzulande die meisten Projektplaner noch nicht einmal zu träumen wagen: In Vestenskov wird Wasserstoff per Elektrolyse aus überschüssiger Windenergie erzeugt. Dieser gespeicherte Windstrom wird schon seit Jahren in Form von H_2-Gas gespeichert und über unterirdische Rohre zu Privathäusern geleitet, wo die chemisch gebundene Energie mit Hilfe von Brennstoffzellen in Wärme und Strom umgewandelt wird, so dass die Haushalte komplett autark sind. Überschüssiger Strom fließt ins öffentliche Netz. Der bei der Elektrolyse entstehende Sauerstoff kommt der nahe gelegenen Wasseraufbereitungsanlage zugute.

Begonnen hat alles mit der für zwei Jahre ausgelegten Evaluierungsphase (2006 bis 2008), während der zunächst auf einem Feld am Dorfrand eine Test- und Demonstrationsanlage inklusive der Verrohrung errichtet wurde. Ende 2008 wurden die ersten fünf Haushalte an die Infrastruktur angeschlossen und ihre Ölbrenner gegen Mikro-Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen ausgetauscht. Außerdem galt es, Fragen zur Sicherheit, zur Versorgungsstabilität und zum Betrieb zu klären sowie behördliche Genehmigungen einzuholen. In der dritten Projektphase ging es dann darum, weitere 30 Haushalte an die Wasserstoffversorgung anzuschließen.

UMWELT IST VON GROSSER BEDEUTUNG Ebbe Petersen, einer der ersten Tester des Dorfes, erklärte: „Wir dachten, das Projekt ist neu und aufregend, weil es uns komplett unabhängig vom teuren Öl machen kann. Außerdem berücksichtigen wir, wann immer es geht, die Umweltaspekte. Die sind für uns von großer Bedeutung. Deswegen hoffe und glaube ich, dass diese Lösung in Zukunft noch in vielen anderen Ortschaften implementiert wird." Maßgebliche Veränderungen in ihrem Alltagsleben konnten Ruth und Ebbe Petersen bisher nicht feststellen, außer, dass jetzt eine Mikro-KWK-Anlage in ihrem Haus steht, die die gleiche Größe hat wie der vorherige Ölbrenner. Ebbe Petersen sagte dazu: „Der Unterschied ist, ich muss nicht mehr Öl oder sonst irgendetwas nachtanken."

Unterstützt wird die Gemeinde von dem dänischen Konsortium *Dansk Mikrovarme* sowie von der Firma IRD. Der dänische Brennstoffzellenhersteller startete 2005 mit der kommerziellen Produktion seiner BZ-Stacks und investierte drei Jahre später in Fertigungskapazitäten für Bipolarplatten. Im September desselben Jahres besichtigte auch die dänische Königin Margrethe Vestenskov.

Nach Abschluss des sechsjährigen Projekts zogen die beteiligten Partner nun ein Resümee und beschlossen, das Konzept auch anderen Gemeinden anzubieten. ||

RÜCKZIEHER VON GREENPEACE

Während anderswo neue PtG-Projekte starten, hat Greenpeace Energy eG die Arbeiten an ihrem Vorhaben in Niedersachsen eingestellt. Gegenüber *HZwei* erklärte ein Sprecher: „Es stimmt, wir haben Ende 2012 entschieden, uns aus dem konkreten Bauprojekt in Suderburg zurückzuziehen, haben jedoch weiterhin die Absicht, eine eigene Anlage zur Produktion von Windgas zu bauen. Grundlage der Entscheidung des Aufsichtsrates war eine umfangreiche Analyse und Neubewertung der finanziellen Investitionen und unternehmerischen Risiken, die für Greenpeace Energy aus diesem Projekt resultieren würden." Der Hamburger Energiedienstleister hatte geplant, den Bau der Anlage über einen Förderbeitrag seines Gasprodukts *proWindgas* sowie über Fremdkapital zu finanzieren. Aufgrund mangelnden Interesses von Kundenseite beschloss Greenpeace Energy jedoch den Ausstieg aus diesem Projekt. ||

Thema: Energiespeicherung | **Autor:** Frank Grotelüschen

GRÜNER WASSERSTOFF AUS GLYCERIN

Zu Besuch in der H_2-Pilotanlage in Leuna

Der erste Blick beim Betreten des Betriebsgeländes der Linde AG fällt auf einen gigantischen Ofen, groß wie ein Bürohaus, umrankt von unzähligen Röhren und Ventilen. „Unser Dampfreformer", erklärt René Müller. „Die Anlage macht 35.000 Kubikmeter Wasserstoff – pro Stunde." Ihr Nachteil: Der Rohstoff für das System ist Erdgas, also ein fossiler Energieträger. Dann zeigt der Betriebsleiter auf drei unscheinbare Container neben dem Koloss. „Unsere Pilotanlage schafft zwar nur 50 Kubikmeter Wasserstoff. Aber dieser Wasserstoff ist grün." Als Ausgangsstoff dieser Anlage dient pflanzliches Glycerin.

Die Technik gilt als Alternative zur fossilen H_2-Produktion aus Erdgas und wird von Linde in Leuna seit Herbst 2011 getestet. Mit der Pilotanlage erzeugt das Gaseunternehmen den Wasserstoff nicht elektrisch, sondern chemisch. Die Basis dafür sind 250.000 Tonnen Rohglycerin, die jährlich bei der Biodieselproduktion anfallen. Nur ein kleiner Teil davon findet in der Pharmaindustrie Verwendung. Der Rest landet bisher in Biogasanlagen oder wird anderweitig entsorgt.

René Müller öffnet die Tür zu dem größten der drei Container – dem Herz der Pilotanlage. Zwei übermannshohe, blau lackierte Tonnen beherrschen den Raum und heizen ihn auf eine mollige Temperatur. „Das sind Öfen, in denen es bis zu 840 °C heiß ist", erklärt er. Durch ein Guckloch sind rot glühende Rohrschlangen sichtbar. In diese Glut pressen Pumpen ein Gemisch aus Wasserdampf und vorgereinigtem Rohglycerin. Sekundenschnell durchläuft das Gas die heißen Rohre. Heraus kommt ein Cocktail zum Teil komplexer Kohlenwasserstoffverbindungen.

Diese Mixtur wird in den zweiten Ofen geleitet. Hier spaltet ein Katalysator die Moleküle in einfachere Verbindungen: Methan, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid – und 66 Prozent Wasserstoff. Das Methan lässt sich nach der Abtrennung des Wasserstoffs verwerten, etwa um die Öfen der Anlage zu befeuern. „Da stecken viele Entwicklungsstunden drin", sagt Müller. „Die Gase dürfen nicht zu lang in den Öfen bleiben, sonst bildet sich Ruß, der die Anlage verstopft." Am Ende wird der Wasserstoff gereinigt und zu Wasserstofftankstellen in Berlin und Hamburg transportiert. „Die Erfahrungen sind gut, die technische Machbarkeit ist nachgewiesen."

Laut einer TÜV-Analyse könnte dieses Verfahren im kommerziellen Großmaßstab bis zu 80 % CO_2-Emissionen gegenüber fossil erzeugtem Wasserstoff einsparen. Pro Stunde fließen 50 kg Glycerin durch den Prototyp. Heraus kommen vier Kilogramm Wasserstoff – genüg für eine Tankfüllung für ein Brennstoffzellenauto mit 400 km Reichweite. Theoretisch ließen sich mit den 250.000 t Glycerin 200.000 BZ-Autos antreiben. „Wir könnten auch andere Glycerinarten verwerten, die in der Industrie als Abfallprodukt anfallen", sagt René Müller. „So denken wir über eine Versuchsreihe mit Fischöl nach."

Als nächster Schritt ist aber zunächst eine zehnmal größere Demonstrationsanlage geplant. In großtechnischem Maßstab einsatzreif dürfte das Verfahren jedoch erst in einigen Jahren sein. Klar ist: Je größer die Anlage wäre, desto effizienter würde sie arbeiten. „Zu welchen Kosten der Wasserstoff dann herstellbar ist, lässt sich derzeit aber noch nicht sagen", meint Müller.

Der große Nachteil des Verfahrens: Sein Potenzial ist begrenzt. Es gibt schlicht nicht genug Glycerin, um Millionen von Autos damit fahren zu lassen. ||

Autor: Frank Grotelüschen

AUS SOLARFUEL WIRD ETOGAS

Der Power-to-Gas-Anlagenbauer *SolarFuel GmbH* hat umfirmiert und heißt seit April 2013 *Etogas GmbH*. „Der neue Name bringt unser Kerngeschäft besser auf den Punkt", erklärte Gregor Waldstein, Gründer und Geschäftsführer des Stuttgarter Unternehmens. Der Name setzt sich zusammen aus „E", das für erneuerbare Elektrizität aus Wind und Sonne steht, sowie aus „to gas" für die Umwandlung in Wasserstoff- und Methangas. Weiter heißt es, dieser Schritt sei Teil der Professionalisierung, wozu auch eine personelle Verstärkung gehöre. 20 Mitarbeiter beschäftigt momentan die Gesellschaft, die mit dem ZSW sowie mit dem Fraunhofer IWES zusammenarbeitet und in diesem Jahr eine 6-MW-Anlage für Audi fertig stellen will. Ab 2015 sollen kommerzielle Anlagen mit bis zu 20 MW angeboten werden. ||

- **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

VDMA: gute Aussichten für stationäre Brennstoffzellen ... IKEA nimmt Wasserstofftankstelle für Gabelstapler in Frankreich in Betrieb ... DWV-Mitgliederversammlung: Mitglieder billigen Pläne für Neugestaltung der Verbandsarbeit ...

Thema: Energiespeicherung | **Autoren:** Julia Michaelis, Konstantin Zech

BIO-WASSERSTOFF FÜR DEN VERKEHRSSEKTOR

Hy-NOW: Bereitstellung von Wasserstoff aus Biomasse

Die Verwendung von Wasserstoff als Kraftstoff im Verkehrssektor kann zukünftig zur Reduktion beziehungsweise zur Vermeidung von globalen und lokalen Emissionen beitragen. Wasserstoffbetriebene Brennstoffzellenfahrzeuge können vor allem dann an der Senkung der Treibhausgasemissionen mitwirken, wenn die Kraftstoffproduktion CO_2-frei oder zumindest -arm erfolgt. Dementsprechend eignen sich für die Bereitstellung von Wasserstoff für den Verkehrs-sektor insbesondere Herstellungsverfahren auf Basis erneuerbarer Energien. Neben ökologischen Aspekten spielen bei der Herstellung allerdings auch technische und ökonomische Faktoren eine Rolle. Derzeit wird der Großteil des Wasserstoffs weltweit mittels Erdgasreformierung gewonnen. Dieses Verfahren weist sehr niedrige Gestehungskosten auf[1]. Es werden allerdings CO_2-Emissionen freigesetzt, die bei der H_2-Erzeugung unter Einsatz erneuerbarer Energien vermieden werden könnten. Bis diese allerdings konkurrenzfähig ist, müssen sich klimafreundlichere Produktionsmethoden mit den Kosten der konventionellen Verfahren messen können.

In der Studie „Integration von Wind-Wasserstoff-Systemen in das Energiesystem", die bereits in der vorherigen *HZwei*-Ausgabe (s. April-Heft, S. 13) vorgestellt wurde, wurde gezeigt, dass bei der H_2-Produktion per Elektrolyse je nach Szenario ab 2030 ein Kraftstoffpreis von etwa zwei bis zehn Euro pro Kilogramm H_2 erzielt werden kann (ohne Steuern oder Distributionskosten). In Ergänzung hierzu wurden in der Studie „Hy-NOW – Evaluierung der Verfahren und Technologien für die Bereitstellung von Wasserstoff auf Basis von Biomasse" (s. April-Heft, S. 22) zudem die Bereitstellungspfade für Bio-Wasserstoff identifiziert. Im Auftrag der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW GmbH) wurden darin vom Deutschen Biomasseforschungszentrum in Zusammenarbeit mit der Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH und dem Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) technologische, ökologische und ökonomische Faktoren analysiert und bewertet. Der Fokus lag hierbei auf Verfahren, welche kurz- bis mittelfristig in Demonstrationsanlagen in Deutschland realisiert werden und einen Beitrag zur nachhaltigen Kraftstoffbereitstellung für Brennstoffzellenfahrzeuge leisten können. Um den Verwendungszweck als Kraftstoff in der ökonomischen Bewertung zu berücksichtigen, wurden neben den Kosten für die Wasserstoffherstellung auch mögliche Distributionskonzepte analysiert und deren Kosten berücksichtigt.

WASSERSTOFFERZEUGUNG In dieser Studie wurden drei dezentrale Konzepte zur Erzeugung von Wasserstoff auf Basis von Biomasse detailliert untersucht. Zwei dieser Herstellungskonzepte basieren auf der Vergasung fester Biomasse und eines auf der Dampfreformierung von Biogas. Bei den vergasungsbasierten Anlagenkonzepten wurde eine Vergasung holzartiger Biomasse in allothermen Wirbelschichtvergasern unterstellt, in denen der Rohstoff unter Luftabschluss und in Gegenwart von Dampf in ein heizwertreiches Gas überführt wird. Dieses wird anschließend gereinigt und zu Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid weiterverarbeitet. Beide Konzepte basieren zwar weitgehend auf dem gleichen Prinzip, sind aber mit einer Wasserstofferzeugung von 1.000 und 3.000 Normkubikmetern pro Stunde unterschiedlich ska-liert, um Größeneffekte auf die Wirtschaftlichkeit der Anlagen aufzuzeigen. Das dritte Anlagenkonzept liegt mit einer Kapazität von 2.000 Normkubikmetern Wasserstoff pro Stunde zwischen den beiden anderen Konzepten. Bei ihm wird auf Basis eines Substratmixes aus Maissilage, Bioabfall und Rindergülle zunächst Biogas erzeugt und dessen Methananteil nachfolgend zu Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid umgewandelt. Bei allen Anlagenkonzepten wird mittels Druckwechseladsorbtion hochreiner Wasserstoff abgetrennt.

Die vergasungsbasierten Konzepte weisen im Vergleich eine deutlich höhere Anlagenkomplexität als das vergärungsbasierte Konzept auf. Allerdings werden bei diesen auch deutlich höhere Wasserstoffausbeuten erreicht, so dass die eingesetzte Biomasse effizienter genutzt wird. Die höhere Anlagenkomplexität der vergleichsweise innovativen vergasungsbasierten Konzepte spiegelt sich auch in einem höheren Investitionsbedarf wider. So ist das kompakteste Anlagenkonzept mit 14 Mio. € zwar in absoluten Zahlen auch das günstigste. Gemessen an der Erzeugungskapazität ist es allerdings relativ kapitalintensiv. Die Investitionssumme für das leistungsstärkste Konzept beträgt 32 Mio. €, für das mittlere, vergärungsbasierte Konzept 21 Mio. Euro.

Bei den Wasserstoffgestehungskosten zeigt sich, dass das vergärungsbasierte Konzept mit 3,84 €/kg am günstigsten ist. Es befindet sich aber mit 4,45 €/kg auf einem ähnlichen Preisniveau wie das größer skalierte vergasungsbasierte Anlagenkonzept. Hierbei hat das vergasungsbasierte Konzept aufgrund der höheren Komplexität einen etwas höheren Kapitalkostenanteil, während das vergärungsbasierte Konzept aufgrund der niedrigeren Konversionseffizienz einen leicht erhöhten Anteil an Betriebskosten hat. Jeweils werden aber etwa rund die Hälfte der Kosten durch die Kapitalkosten und ein Viertel durch die Rohstoffbeschaffung verursacht. Das kleinere vergasungsbasierte Konzept hat skalierungsbedingt größere spezifische Kapitalkosten und durch die etwas niedrigere Konversionseffizienz im Vergleich mit dem größer ausgelegten Vergasungskonzept einen leicht erhöhten spezifischen Rohstoffbedarf. Es hat dadurch die höchsten Wasserstoffgestehungskosten von 6,31 €/kg.

WASSERSTOFFDISTRIBUTION Um den Wasserstoff für den Verkehr zur Verfügung zu stellen, muss er von der Produktionsstätte zu einer Tankstelle transportiert werden. Der Transport kann prinzipiell per Lastwagen oder Pipeline erfolgen, wobei sich die letztere Variante aufgrund hoher Kapitalkosten erst ab einer großen Transportmenge rechnet. Für die Analyse wurde ein Transport per Lkw angenommen, da die Transportmengen für Wasserstoff aus Biomasse vergleichsweise gering sind. Dabei wurde davon ausgegangen, dass die Lkw zum Transport innerhalb der drei Anlagenkonzepte je nach Bedarf angefordert werden >>

	Einheit	Konzept 1	Konzept 2	Konzept 3
Prinzip der Rohgaserzeugung		Vergasung	Vergasung	Vergärung
Leistung	Nm³/h	3.000	1.000	2.000
Konversionseffizienz	%	50,1	44,2	39,7
Investitionsbedarf	Mio. €	32,0	14,4	21,3
H_2-Gestehungskosten	€/kg	4,45	6,31	3,84

Abb. 1: Techno-ökonomische Kenndaten der drei Verfahren zur Herstellung von Wasserstoff aus Biomasse
Der angegebene Wirkungsgrad stellt das Verhältnis aus dem Energiegehalt des produzierten Wasserstoffs zum Energiegehalt der dafür eingesetzten Rohstoffmenge dar – basierend auf dem unteren Heizwert.

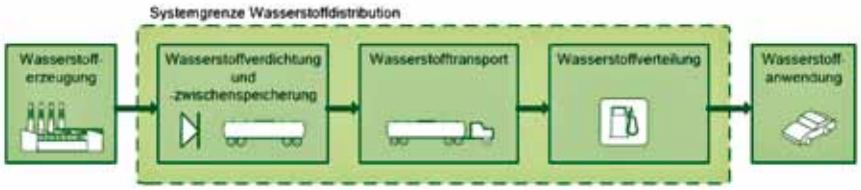


Abb. 2: Distributionskonzept für Wasserstoff aus Biomasse

	Einheit						
Einfache Transportdistanz	km	50	100	150	200	300	400
Distributionskosten Konzept 1	€/kg_{H2}	2,12	2,37	2,62	2,88	3,38	3,75
Distributionskosten Konzept 2	€/kg_{H2}	2,31	2,56	2,82	3,07	3,58	3,94
Distributionskosten Konzept 3	€/kg_{H2}	2,16	2,42	2,67	2,92	3,43	3,80

Abb. 3: Spezifische Distributionskosten in Abhängigkeit von der Transportdistanz

können und immer voll ausgelastet werden. Das Distributionskonzept setzt sich aus drei Schritten zusammen: Verdichtung und Zwischenspeicherung am Ort der Wasserstofferzeugung, Transport sowie Verteilung an einer Wasserstofftankstelle (s. Abb. 2).

Am Ort der Erzeugung wird der Wasserstoff mit Kompressoren verdichtet und zwischengespeichert. Letzteres geschieht direkt in Speichertanks, die als Druckflaschentrailer ausgelegt sind. Dadurch wird keine Umladung des Wasserstoffs von einem Zwischenspeicher in einen Tanklastzug nötig. Der Stromverbrauch für die Komprimierung des Wasserstoffs hängt vom Ein- und Ausgangsdruck des Wasserstoffs sowie der Notwendigkeit einer Vorkühlung ab. Der Eingangsdruck des Kompressors entspricht dem Ausgangsdruck der Produktionsanlagen (8 bar). Analog entspricht der Ausgangsdruck des Kompressors dem Druckniveau des Druckflaschentrailers (500 bar). Der Wasserstoff wird an-schließend zu der Tankstelle befördert. Diese wird nach dem so genannten „Booster-Konzept" betrieben. Hierbei wird der gasförmige Wasserstoff zunächst in einen stationären Speicher bei maximal 300 bar eingespeist. Das Druckniveau, das für die Betankung der Fahrzeuge notwendig ist, wird anschließend durch einen Booster-Kompressor erreicht. Für die Speicherung des Wasserstoffs im Fahrzeug wurden 700-bar-Drucktanks angenommen.

Die Kosten der Wasserstoffdistribution ergeben sich aus der Summe der drei genannten Schritte. Da die Auslastung von Verdichtern, Druckflaschentrailern und Tankstellen für die drei Anlagenkonzepte gleich ist, unterscheiden sie sich in den Distributionskosten nur aufgrund des Zwischenspeichers, der für alle Konzepte die gleiche Kapazität aber unterschiedliche Auslastungen aufweist. Dieser wurde als redundanter Druckflaschentrailer ausgelegt und wirkt sich daher spezifisch umso stärker aus, je kleiner das Anlagenkonzept ist. Der Unterschied zwischen den Konzepten ist aber gering. Alles in allem setzen sich die Kosten zusammen aus Verdichtungskosten in Höhe von 0,50 €/kg_{H2}, Zwischenspeicherung (Konzept 1: 0,09 €/kg_{H2}; Konzept 2: 0,29 €/kg_{H2}; Konzept 3: 0,14 €/kg_{H2}), Transportkosten (0,86 €/kg_{H2} bei 150 km Transportdistanz) und Verteilungskosten (1,17 €/kg_{H2}).

Um die Effekte unterschiedlicher Transportdistanzen abzubilden, wurden Sensitivitätsbetrachtungen für verschiedene Distanzen durchgeführt. In Abhängigkeit von der zu fahrenden Strecke ergeben sich dann je nach Konzept Distributionskosten von etwas über 2 €/kg_{H2} für eine einfache Distanz von 50 km und bis zu knapp 4 €/kg_{H2} für eine einfache Distanz von 400 km (s. Abb. 3).

WASSERSTOFFBEREITSTELLUNG

Unter der Annahme einer durchschnittlichen Transportdistanz von 150 km ergeben sich die in Abbildung 4 dargestellten Bereitstellungskosten je Anlagenkonzept. Einerseits zeigt sich, dass die Kosten der Konzepte 1 und 3 auf einem ähnlichen Niveau liegen, während sie bei dem kompakteren Konzept 2 rund ein Drittel höher sind. Andererseits hat das kompaktere Anlagenkonzept den offenkundigen Vorteil eines geringeren absoluten Rohstoffbedarfs und kann somit unter Umständen leichter mit lokaler Biomasse versorgt werden. Des Weiteren wird deutlich, dass das vergasungsbasierte Konzept 1 mit 3.000 Normkubikmetern Wasserstoff pro Stunde zwar die größte Produktionskapazität aufweist, die Bereitstellungskosten allerdings die des kleiner skalierten vergärungsbasierten Verfahrens übersteigen. Letzteres ist die günstigste der drei Optionen. Im Vergleich zu der fossilen Referenz sind jedoch auch hier die Bereitstellungskosten höher, was sich bereits in den Gestehungskosten zeigt, die bei Konzept 3 fast doppelt so hoch sind wie bei der Erdgasreformierung. Hinsichtlich der Distributionskosten sind keine großen Unterschiede zwischen den Biowasserstoffkonzepten festzustellen, was die relativen Unterschiede der Bereitstellungskosten zwischen den Konzepten vermindert. Die Distributionskosten machen jeweils etwa 30 bis 40 % der Bereitstellungskosten aus und stellen somit einen beträchtlichen Kostenanteil dar.

SCHLUSSFOLGERUNGEN Im Rahmen der Studie konnte gezeigt werden, dass

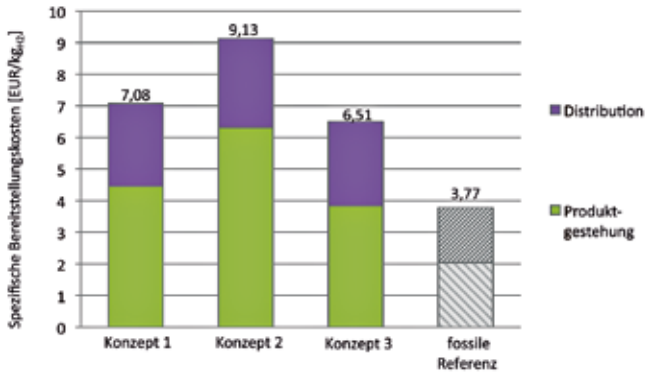


Abb. 4: Bereitstellungskosten für Wasserstoff im Vergleich zu Wasserstoff aus Erdgas [Quellen: Fraunhofer ISI]

aufgrund der fortgeschrittenen technologischen Entwicklung die drei untersuchten Verfahren kurz- bis mittelfristig realisierbar sind. Dabei konnten für das vergärungsbasierte Verfahren trotz niedrigerem Wirkungsgrad die geringsten spezifischen Wasserstoffgestehungskosten unter den drei betrachteten Konzepten ermittelt werden. Da die Distributionskosten für die verschiedenen Konzepte nur wenig variieren und mit steigender Transportdistanz ähnlich ansteigen, ergeben sich die Kostenunterschiede hauptsächlich aus den Gestehungskosten.

Für die Bereitstellung im Verkehrssektor muss außerdem berücksichtigt werden, dass auf die ermittelten Bereitstellungskosten von etwa 7 bis 9 €/kg$_{H2}$ anfallende Steuern aufgeschlagen werden könnten. Der Kraftstoffpreis an der Tankstelle könnte somit über den ermittelten Werten liegen. Wird auf Basis der Preisparität zwischen dem derzeitigen Benzinpreisniveau (inkl. Kraftstoffsteuer) und Wasserstoff der Preis für Wasserstoffkraftstoff abgeleitet, ergäbe sich daraus ein Preis von etwa 10 €/kg$_{H2}$[2]. Dieser Vergleichswert könnte für Wasserstoff aus Biomasse bei einer anfänglichen Befreiung von der Kraftstoffsteuer erreicht werden. Während die Anschaffungspreise für Brennstoffzellenfahrzeuge aber voraussichtlich deutlich über denen für konventionelle Fahrzeuge liegen werden, würden geringere Kosten für den Betrieb die wirtschaftliche Attraktivität von Brennstoffzellenfahrzeugen deutlich erhöhen. Die Senkung der Bereitstellungskosten für Wasserstoff wäre hier eine Option.

Festzuhalten bleibt, dass Wasserstoff auf Basis von Biomasse potenziell als Kraftstoff darstellbar ist, aber im Vergleich zur Erdgasreformierung höhere Bereitstellungskosten aufweist. Über die betrachteten Fragestellungen hinausgehend gilt jedoch zu beachten, dass die heimischen Rohstoffpotenziale für Bioenergie beschränkt sind, wie im Endbericht dieser Studie dargelegt wird. Der Beitrag der Biomasse zur Kraftstoffversorgung ist daher bereits aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit mittelfristig wahrscheinlich relativ gering. Im Vergleich hierzu bietet die Windenergie deutlich größere Potenziale für die Wasserstoffproduktion, siehe[2]. Dennoch ist denkbar, dass die Gestehungskosten für Wasserstoff auf Basis von Biomasse beispielsweise in Demonstrationsanlagen durch eine optimierte Anlagenauslegung gesenkt werden können. Hinsichtlich der Distributionskosten ist es zudem möglich, dass zukünftig die Nutzung von Pipelines zu geringeren Kosten führt, wenn eine gestiegene Wasserstoffnachfrage und die damit verbundene größere Produktion zu einer höheren Auslastung der Infrastruktur führen und sich der Transport mit Pipelines anstelle von Trailern lohnt. ||

Literatur:

[1] M. Wietschel, M. Arens, C. Dötsch, S. Herkel, W. Krewitt, P. Markewitz, D. Möst und M. Scheufen (Hrsg.): Energietechnologien 2050. Karlsruhe, Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2010.

[2] NOW GmbH: Integration von Wind-Wasserstoff-Systemen in das Energiesystem. Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW GmbH), Berlin, 2013.

DANKSAGUNG

Die Autoren danken allen Bearbeitern der Studie für die sehr gute Zusammenarbeit und die lebhaften Diskussionen.

Autoren:

Julia Michaelis
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe
→ julia.michaelis@isi.fraunhofer.de

Konstantin Zech
DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig
→ konstantin.zech@dbfz.de

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

H$_2$YDROGEIT Verlag
Gartenweg 5
16727 Oberkrämer
Tel.: 033055 – 213-22
Fax: 033055 – 213-20
kontakt@hydrogeit.de
www.hydrogeit-verlag.de

Thema: Energiespeicherung | **Autoren:** Sabine Donadei, Andreas Acht

SPEICHERUNG VON WIND-WASSERSTOFF IN SALZKAVERNEN

Modellierung eines Kavernenspeichers

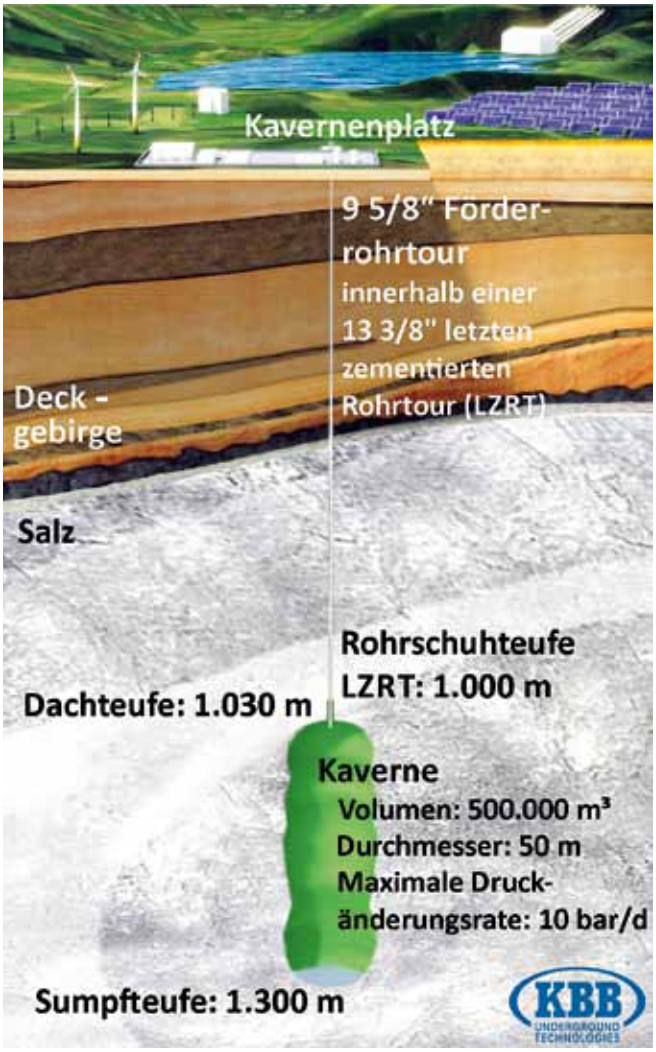


Abb. 1: Modellkaverne innerhalb des Wind-Wasserstoff-Systems [Quellen: NOW-Studie]

Die Nutzbarmachung „überschüssiger" Strommengen aus erneuerbaren Energiequellen durch Umwandlung und Speicherung wird derzeit deutschlandweit breit diskutiert. Das Bundesverkehrsministerium hat daher die Anfertigung einer Studie in Auftrag gegeben, die an dieser Stelle bereits in der vorherigen *HZwei*-Ausgabe (s. April 2013) unter dem Titel „Perspektiven für Wind-Wasserstoff" vorgestellt wurde. Ein Teilaspekt aus dieser Studie wird hier detaillierter behandelt, da dieser ein zentrales Element darstellt: der Salzkavernenspeicher.

Künstlich geschaffene Salzkavernen im geologischen Untergrund sind bereits seit mehreren Jahrzehnten als Reserve- und Handelsspeicher für fossile Energieträger im Einsatz und haben sich durch ihre Sicherheit, Langlebigkeit und Flexibilität bewährt. Aufgrund ihrer enormen Kapazität stellen sie mit Poren- und Aquiferspeichern die einzige Option dar, auch langfristig Stromüberschüsse und -defizite über den Wind-Wasserstoff-Pfad auszugleichen. Derzeit erfolgt in Deutschland noch keine Untertagespeicherung von reinem Wasserstoff, jedoch liegen Erfahrungen bezüglich der Wasserstoffspeicherung in Salzkavernen in den USA und Großbritannien vor. Obwohl aufgrund von höheren Sicherheitsanforderungen in Deutschland Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht, zeichnet sich die Möglichkeit der Übertragung auf die Anwendung in Deutschland ab. Da bei Poren- und Aquiferspeichern aufgrund möglicher Reaktionen des Wasserstoffs mit dem Speichergestein von deutlichem Forschungsbedarf auszugehen ist, wurde die Salzkaverne als favorisierte Speicheroption der Studie für den Zielhorizont 2030 gewählt. Die Ergebnisse werden im Folgenden näher dargestellt.

KAPAZITÄT UND LEISTUNGSFÄHIGKEIT Abbildung 1 zeigt die Kavernenauslegung für die Integration in das Gesamtsystem. Die Auslegung orientiert sich stark an den Leistungskenndaten und der Fahrweise der weiteren Komponenten. Wesentlich sind dabei der Eingangsmassenstrom und -druck nach der Elektrolyse sowie die Sicherstellung hoher Wasserstoffreinheit nach der Ausspeicherung entsprechend den Anforderungen der anspruchsvollsten Nutzer – also der Brennstoffzellenfahrzeuge im untersuchten Fall.

Die Speicherkapazität einer Kaverne ist durch die Arbeitsgasmenge definiert, das heißt durch die Menge Gas, die in eine Kaverne maximal ein- beziehungsweise ausgespeichert werden kann. Die Arbeitsgasmenge ist abhängig vom geometrischen Volumen, der Teufenlage der Kaverne und dem daraus resultierenden Betriebsdruckbereich (s. Abb. 3) sowie der Temperatur während des Betriebes. Für die in der Studie gewählte Rohrschuhteufe der letzten zementierten Rohrtour von 1.000 m ergibt sich ein Betriebsdruckbereich von etwa 58 bis 175 bar, wobei die tägliche Druckänderung im Kavernenspeicher 10 bar nicht überschreiten darf. Unter Einbeziehung typischer Temperaturen im Speicherbetrieb bedingt dies eine Speicherdichte von etwa 8 kg/m³. Insgesamt können so in der Modellkaverne etwa 4.000 t Wasserstoff als Arbeitsgas entsprechend 133 GWh (bezogen auf den Heizwert von Wasserstoff von 33 kWh/kg) gespeichert werden.

Der maximale ein- beziehungsweise ausspeicherbare Massenstrom einer Kaverne wird durch den Innendurchmesser der Förderrohrtour beschränkt. Die Auslegung der Förderrohrtour der Modellkaverne orientiert sich dabei an den Standardgrößen aus dem Bereich der Erdgasspeicherung, um den Entwicklungsbedarf für den Untertagespeicher möglichst gering zu halten. Unter diesen Annahmen ergibt sich ein maximaler Massenstrom von gut 13,5 t_{H2}/h beziehungsweise eine auf den Heizwert von Wasserstoff bezogene maximal ein- beziehungsweise ausspeicherbare Leistung von 450 MW. Der mittlere Wirkungsgrad des Kavernenspeichers – ohne Elektrolyse und Wiederverstromung, mit Verdichtung eingangsseitig und Trocknung ausgangsseitig – ist mit knapp 98 % sehr hoch.

FINANZIELLER AUFWAND Die lokationsunspezifischen Kosten sind nur sehr grob zu bestimmen. Sie sind von vielen standortspezifischen Faktoren, wie beispielsweise der

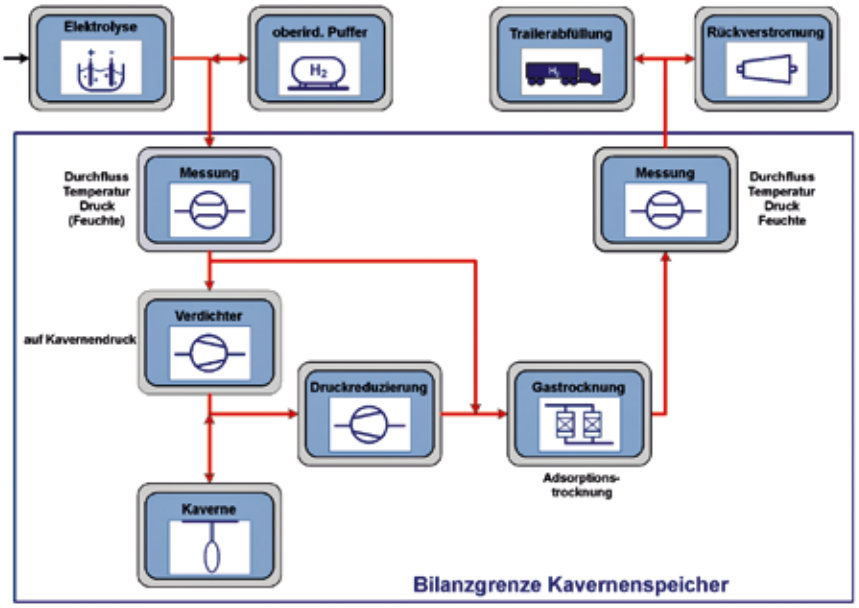


Abb. 2: Schema des untersuchten Wind-Wasserstoff-Systems mit Bilanzgrenze (Kasten)

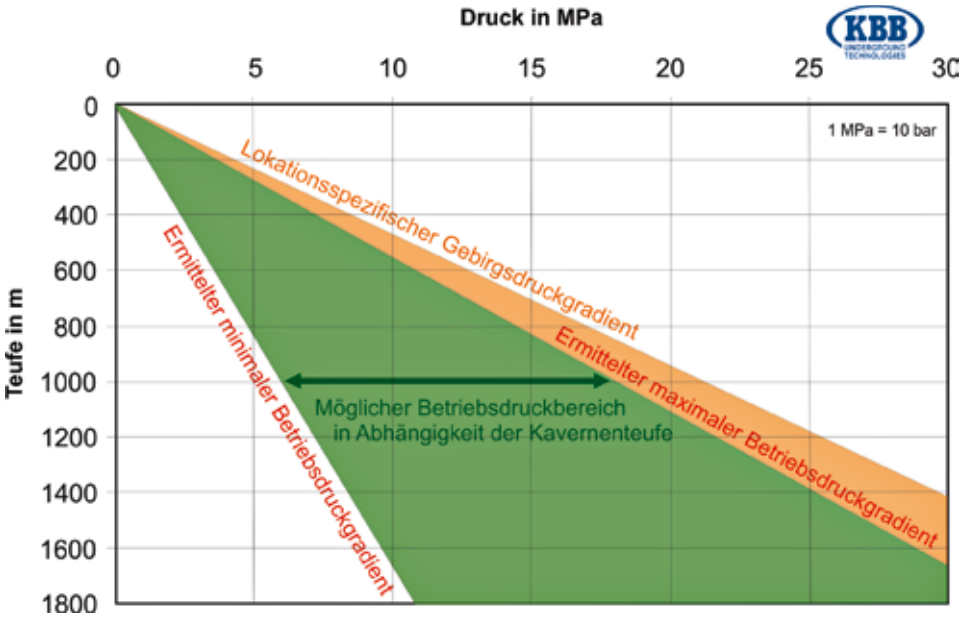


Abb. 3: Vereinfachte, beispielhafte Betriebsdruckbestimmung einer Salzkaverne

örtlichen geologischen Struktur des Salzes, der lokalen Wasserbeschaffungs- und der Soleentsorgungssituation, abhängig. Die Investitionen für die Erstellung einer Kaverne basierend auf den Parametern der Modellkaverne werden auf insgesamt etwa 30 Mio. € geschätzt. Darin enthalten sind die geologische Erkundung, Planung und Genehmigung, Bohrung, die Solung des Hohlraumvolumens, die Komplettierung der Zugangsbohrung, Dichtheitstests und die Errichtung der erforderlichen Infrastruktur.

Die für den obertägigen Teil der Kavernenanlage wie Verdichter, Trocknungsanlage, Messstation, Druckreduzierung, Gebäude und Straßen erforderlichen Investitionen betragen einschließlich des Engineerings insgesamt rund 57 Mio. €. Die fixen Betriebskosten der Kaverne betreffen im Wesentlichen die Instandhaltung der Anlagenaggregate und erforderliche regelmäßige Vermessungen der Kaverne. In der Summe belaufen sie sich etwa auf 1,5 Mio. €/Jahr. Als variabler Kostenfaktor kommt Strom für Verdichtung und Trocknung hinzu.

ZEITBEDARF Wie die Kosten für die Erstellung einer Kaverne hängt auch der Zeitbedarf für die Vorbereitung einer Kavernennutzung von mehreren lokationsspezifischen Bedingungen ab (s. Abb. 4). Im Rahmen der Planungsphase erfolgt der Nachweis der Machbarkeit inklusive geologischer Erkundung, Umweltverträglichkeitsprüfung, Raumordnungsverfahren, Planfeststellungsverfahren und die Auslegung der Kavernen. Je nach geologischem Kenntnisstand, erforderlichen Genehmigungsverfahren und daraus gegebenenfalls resultierenden Verträglichkeitsprüfungen kann die Planungsphase einen Zeitraum von bis zu fünf Jahren beanspruchen („grüne Wiese“). Kann der Wasserstoffspeicher innerhalb eines bestehendes Kavernenfeldes errichtet werden („braune Wiese“) verkürzt sich die Planungsphase.

Die Dauer der Bauphase der Kaverne wird im Wesentlichen durch Bohrung, Solung, Komplettierung, Dichtheitstests und Gaserstbefüllung bestimmt. Bei einem normalen Ablauf der Erstellung der Kaverne ergibt sich für die Bauphase der Modellkaverne ein Zeitbedarf von drei bis vier Jahren, wobei die Solung, also die Schaffung des Hohlraums im Salz, mit zwei bis zweieinhalb Jahren die meiste Zeit in Anspruch nimmt.

Im Gesamtsystem stellt der Kavernenspeicher hinsichtlich Planung und Umsetzung die zeitaufwendigste Komponente dar. Vor diesem Hintergrund ist die frühzeitige Planung und Projektierung von Energiespeichern für das zukünftige Energiesystem besonders bedeutsam. Um den Speicherbedarf im Jahr 2030 decken zu können, muss bereits etwa zehn Jahre vorher mit der Realisierung von Speicherprojekten begonnen werden.

ENTWICKLUNGSBEDARF Grundsätzlich kann das im Rahmen der Erdgasspeicherung über die Jahrzehnte entwickelte Komplettierungsschema auch für die Wasserstoffspeicherung beibehalten werden, da die Anforderungen an die Sicherheit und Beherrschbarkeit unabhängig vom Speichermedium gelten. Intensivere Entwicklungsleistungen sind jedoch bezüglich der zu verwendenden Stahlwerkstoffe sowie der Sicherstellung der Dichtheit und der Beständigkeit der gesamten untertägigen Komplettierung und zementierten Bohrung zu leisten. Die Durchführung entsprechender Tests und Untersuchungen könnte Gegenstand zukünftiger Studien und Pilotprojekte sein.

AUSBLICK Diese Speichertechnologie ist grundsätzlich überall dort anwendbar, wo für den Kavernenbau geeignete Salzstrukturen vorliegen. Im Rahmen der Studie wurden vor allem die Gebiete im Raum der deutschen Nord- und Ostseeküste auf ihr Potential untersucht. Nahe den Einspeisepunkten des Offshore-Windstroms aus der Nordsee befinden sich einige potentiell gut geeignete Salzstrukturen. Im Küstenbereich von Mecklenburg-Vorpommern gibt es nur >>

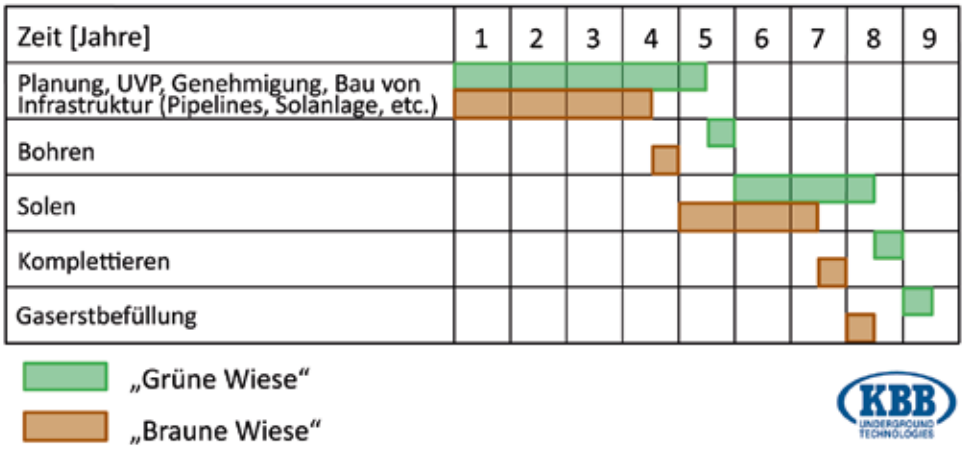


Abb. 4: Beispielhafter Zeitplan für die Erstellung eines Kavernenspeichers

wenige geeignete Strukturen, die allerdings im Hinblick auf Einspeisepunkte sehr günstig gelegen sind. Blickt man über den in der Studie betrachteten Bereich hinaus, lassen sich noch weitere potentiell geeignete Strukturen in Sachsen-Anhalt, Hessen und Nordrhein-Westfalen finden. Weiter südlich gibt es fast keine für den Kavernenbau geeigneten Salzformationen. Auch europaweit ist eine ungleiche Verteilung von geeigneten Salzformationen zu erkennen, wobei hier ein besonders hohes Potential in den Niederlanden, Dänemark und eben Norddeutschland vorliegt.

Soll die Energiewende im europäischen Verbund erfolgen, so kann Norddeutschland einen wichtigen Beitrag zur Energiespeicherung für ganz Europa leisten. Dies setzt jedoch voraus, dass der technische Entwicklungsbedarf abgearbeitet wird und dass wirtschaftliche Anreize für die Errichtung von Speicheranlagen geschaffen werden, die für die nötige Planungssicherheit sorgen. ||

Die Studie „Integration von Wind-Wasserstoff-Systemen in das Energiesystem“ wurde vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMBVS), fachlich vertreten durch die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW GmbH), beauftragt und durch die Konsortialpartner PLANET GbR (Projektkoordination), Fachhochschule Lübeck Projekt-GmbH, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Institut für Energie und Umwelt e.V. an der Fachhochschule Stralsund und KBB Underground Technologies GmbH bearbeitet. Kernthemen sind die Quantifizierung des erwarteten und nicht in bestehende Energiesysteme integrierbaren Windstroms in 2030, die Auslegung eines Wind-Wasserstoff-Systems im Netzmaßstab sowie die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit des Systems.

Autoren:

Sabine Donadei
KBB Underground Technologies GmbH, Hannover
→ donadei@kbbnet.de

Andreas Acht
DEEP. Underground Engineering GmbH, Bad Zwischenahn
→ a.acht@deep.de

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: International | **Autor:** Peter Hoffmann

MELDUNGEN AUS ÜBERSEE

H_2USA: INFRASTRUKTUR-PARTNERSCHFT GEGRÜNDET

Nachdem es lange Zeit ruhig war um dieses Thema, haben Pläne für ein US-Wasserstoff-Infrastruktur-Konsortium konkretere Formen angenommen. Beim jährlichen Lagebericht des Energieministeriums *DoE* Mitte Mai 2013 wurde bekannt, dass die *H_2USA* als Public-Privat-Partnership gegründet wurde. Das Ziel ist, die Wasserstoffinfrastruktur voranzubringen, um dadurch dem Verbraucher mehr Optionen zu geben. David Danielson vom DoE erklärte: „Brennstoffzellentechnik ist ein wichtiger Teil unseres Vorhabens, Amerikas Transportsektor zu diversifizieren, unsere Abhängigkeit vom ausländischen Öl zu verringern und unsere Wettbewerbsfähigkeit auf dem Weltmarkt zu steigern. Indem wir wichtige Akteure aus der Brennstoffzellen- und Wasserstoffindustrie des ganzen Landes zusammenbringen, wird die *H_2USA*-Partnerschaft dazu beitragen, bezahlbare Brennstoffzellenfahrzeuge hervorzubringen." Auch Morry Markowitz, Präsident der Fuel Cell and Hydrogen Energy Association (FCHEA), bewertete dieses Vorhaben als „sehr positives Zeichen". In dem Konsortium werden Autohersteller, Regierungsbehörden, Gaseunternehmen sowie die H_2- und BZ-Industrie zusammenarbeiten. Sie sollen die Entwicklungsarbeiten koordinieren und kostengünstige Lösungen identifizieren, um den bezahlbaren Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur in den USA zu ermöglichen. Anders als in Europa (z.B. CEP) sind große Mineralölfirmen nicht mit dabei. Und anders als das deutsche NOW, das für seine Vorhaben über Fördergelder verfügen kann, „ist *H_2USA* eher ein ‚Think Tank', der Vorschläge unterbreitet, welche Maßnahmen zur Beschleunigung des H_2-Infrastrukturaufbaus notwendig sind", hieß es von den Initiatoren. ||

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

THE HYDROGEN SOLUTION – DIE WASSERSTOFF-LÖSUNG
Kommentar von Peter Hoffmann

Rhinecliff, New York – Auf der ganzen Welt werden Regierungen und Unternehmen unaufhörlich angehalten, in Solar-, Wind- und Bioenergie sowie Geothermie zu investieren. Nur in den Vereinigten Staaten sucht man – anders als in Europa oder Asien – eine Diskussion über Wasserstoff und Brennstoffzellen als bahnbrechend neue Technologie weitestgehend vergebens. Das muss sich ändern: Diese sauberen und erneuerbaren Energiequellen stellen nicht nur eine Null-Emissionen-Energieversorgung, sondern auch einen Null-Emissionen-Kraftstoff für Autos und Nutzfahrzeuge, die größten Umweltverschmutzer von allen, in Aussicht.

Viele haben sicherlich schon von den Plänen großer Autohersteller – inklusive Honda, Toyota und Hyundai – gehört, dass Brennstoffzellenautos 2015 kommerzialisiert werden sollen. Daimler, Ford und Nissan planen solche Fahrzeuge bis 2017. Deutschland plant bis 2015 den Bau von mindestens 50 Wasserstofftankstellen als Start für ein landesweites Netzwerk. Japan und Korea haben Ähnliches verkündet. Aber eine noch wichtigere, fast untergegangene Nachricht ist, dass einige europäische Länder – insbesondere Deutschland – Projekte gestartet haben, die erneuerbare Energien wie Sonne und Wind mit Wasserstoff als Energiespeicher kombinieren. Dies ermöglicht saubere, emissionsfreie und stabile Versorgungsnetze, die keine Kohle, kein Öl und keine Kernenergie benötigen.

Eine neue Studie zweier amerikanischer Wissenschaftler, Willett Kempton und Cory Budischak, hat ergeben, dass die Kombination aus erneuerbaren Energien und Wasserstoffspeichern ein großes Stromnetz bis 2030 komplett versorgen kann, und zwar zu Kosten, die vergleichbar sind mit den heutigen. Kempton und Budischak entwarfen dafür ein Computermodell mit Wind, Sonne und Speichern für den Bedarf eines Fünftels des US-Stromnetzes. Kempton sagte: „Die Ergebnisse stehen im Gegensatz zur landläufigen Meinung, dass erneuerbare Energien zu unzuverlässig und zu teuer seien." Budischak ergänzte: „Zum Beispiel die Nutzung von Wasserstoff zur Speicherung: Wir können ein elektrisches System, das heute 72 Gigawatt benötigt, zu 99,9 % ersetzen, indem wir 17 GW Solar-, 68 GW Offshore- und 115 GW Onshore-Windenergie verwenden." Die Studie lieferte mehreren aktuellen Projekten in Europa wissenschaftlichen Rückhalt.

Das jüngste Beispiel ist das *Don-Quichote*-Projekt (Demonstration of New Qualitative Innovative Concept of Hydrogen Out of wind Turbine Electricity) nahe Brüssel, wo Energie in industriellem Maßstab für Brennstoffzellengabelstapler gespeichert wird. Dieses Vorhaben und zahlreiche weitere Projekte sind Beispiele für die viel beachtete „Energiewende" (energy turnaround), die die deutsche Kanzlerin Angela Merkel 2010 ausrief, eines der bisher kühnsten Vorhaben umweltpolitischer Staatskunst. Nach Bill McKibben, Autor und Umweltaktivist, steht Deutschland damit international an der vordersten Front bei der Bekämpfung des Klimawandels: „Die klare Alternative und die besten Nachrichten von 2012 kamen aus Deutschland, diesem einzigen großen Land, das Klimawandel ernst nimmt. [...] Da gab es Tage im vergangenen Jahr, in denen die Deutschen mehr als die Hälfte des benötigten Stroms von Solarpanelen bezogen." Die Wasserstofftechnik wird ein integrativer Bestandteil dieses sich entwickelnden, auf erneuerbaren und alternativen Energien basierenden Systems Deutschlands sein.

Das Berichtsblatt der Atomwissenschaftler (Bulletin of the Atomic) berichtet in der sechsteiligen Serie „The German Nuclear Exit", dass Wissenschaftler argumentieren, diese Bewegung weg von der Kernenergie „bringe bereits messbare Wirtschafts- und Umweltvorteile". Lutz Mez von der FU Berlin erklärte dazu, die Energiewende impliziere politische Reformen in sozialen, wirtschaftlichen, technologischen und kulturellen Bereichen in Deutschland.

Worauf, fragt man sich, warten denn da die zurückliegenden Nationen noch?

Gekürzte Version des im April 2013 bei www.project-syndicate.org auf Englisch erschienenen Kommentars

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

EUROPA ALS TIEFSTAPLER

BZ-Gabelstapler werden in den USA immer beliebter

Abb. 1: Die H2BZ-Initiative Hessen präsentierte auf der Hannover Messe einen BZ-Stapler von Still

In Nordamerika sind brennstoffzellenbetriebene Niederflurfahrzeuge seit Jahren weit verbreitet. In etlichen Lagerhallen großer US-Unternehmen übernehmen Gabelstapler mit BZ-Antrieb einen Großteil der Arbeit, die bisher von Elektrostaplern erledigt wurde. Nicht so in Europa. Auf dieser Seite des Atlantiks steht der Schwenk von Diesel- oder Elektro- zu BZ-Modellen noch aus, obwohl die Technologie auch hier bereits seit über zehn Jahren weiterentwickelt und erprobt wird. Dies soll sich nun ändern. Auch in Deutschland sollen bald Brennstoffzellenstapler für einen sauberen Warentransport sorgen.

In den USA ist alles ein bisschen größer als in Europa, das gilt auch für Lagerhallen. BMW verfügt beispielsweise in Spartanburg, South Carolina, über eine 350.000 m² große Produktionsanlage. Im Jahr 2010 installierte der bayerische Autobauer dort ein Wasserstoffspeicher- und -versorgungssystem, um rund 100 Brennstoffzellenstapler mit Kraftstoff betanken zu können. Mittlerweile dürfte die Fahrzeuganzahl auf 400 Stück gestiegen sein – plus 14 Betankungseinheiten.

Laut einem Bericht von *Fuel Cells 2000* wurden allein im vergangenen Jahr insgesamt über 1.100 BZ-Stapler in Nordamerika gekauft, alle aus US-Produktion. Zu den Kunden gehören Konzerne wie Sysco, die allein mehr als insgesamt 700 Exemplare nutzen, sowie Walmart (500 Stück). Insgesamt dürften in den USA 2012 rund 5.000 Stapler im Betrieb gewesen sein. Sie alle kommen in den Genuss spezieller Fördermaßnahmen, die einen wirtschaftlichen Betrieb ermöglichen.

GROSSES POTENTIAL IN EUROPA Demgegenüber erscheinen die europäischen Aktivitäten als verschwindend gering. Dennoch gibt es mittlerweile Anzeichen dafür, dass es jetzt auch hierzulande losgehen könnte. Ein Beispiel dafür sind die Pläne des französischen Gaseunternehmens Air Liquide. Nur wenige Wochen vor der weltweit größten Industriemesse in Hannover wurde bekannt, dass Plug Power und Axane, ein Tochterunternehmen von Air Liquide, das gemeinsame Unternehmen *Hypulsion JV* gegründet. Das neue Joint Venture soll sich um die Entwicklung und den europaweiten Vertrieb von wasserstoffbetriebenen Brennstoffzellensystemen für Niederflurfahrzeuge kümmern.

Während der Hannover Messe erklärte Warren Brower, der Vertriebsleiter von HyPulsion, gegenüber *HZwei,* dass BZ-Niederflurfahrzeuge auch in Europa eine Chance hätten. So bestätigte er, dass in den USA zunächst eine Förderung notwendig war, „um Skaleneffekte zu erreichen". Inzwischen sei die Technik aber „konkurrenzfähig", so dass im Vergleich zu anderen Antriebstechniken nur „ein Bruchteil der Kosten" anfällt. Für die mit Ballard-Stacks ausgestatteten *GenDrive*-Systeme von Plug Power bietet der Markt in Europa mehr Potential als der US-Markt. Um dies zu belegen, ist nach Meinung von Brower „Deutschland der perfekte Fall". Als erstes rüstet HyPulsion zunächst allerdings ein IKEA-Warenlager in Frankreich auf BZ-Betrieb um.

HESSEN INITIIERT INFORMATIONSKAMPAGNE Momentan befindet sich Deutschland allerdings noch im Demonstrationsstadium. Potentielle Kunden müssen erst noch über die Vorteile dieser Technologie informiert werden. Wie Dr. Joachim Wolf, Vorstandsvorsitzender der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Initiative Hessen, erläuterte, müssten zunächst „die Barrieren für einen bevorstehenden Markteintritt gesenkt werden". Aus diesem Grund initiierte Wolf im März 2013 eine Informationskampagne, bei der hessische Firmen die umweltfreundlichen Flurförderzeuge für einige Wochen testen können. Die dafür benötigten Fahrzeuge werden von der Firma Still bereitgestellt, die nach eigenen Angaben „in der europäischen Intralogistik verstärkt auf nachhaltige Antriebstechnologien wie zum Beispiel Lithium-Ionen-Batterien, Hybridtechnologie und neue Brennstoffzellenprojekte setzt". Die für die Erprobung erforderliche Betankungstechnik kommt in Form einer mobilen Tankstelle von GHR. Das BZ-System kommt von Proton Motor. Erste Einsatzgebiete für dieses vom hessischen Umweltministerium unterstützte Projekt waren beim Frankfurter Flughafen sowie bei den Viessmann Werken.

Ziel dieses Testlaufs ist, den Firmen deutlich zu machen, dass Brennstoffzellenstapler besonders energiesparend und klimafreundlich sind und dass die bei Elektrostaplern anfallenden langen Ladezeiten oder das erforderliche Wechseln der Akkus entfallen. Die hessische Umweltministerin Lucia Puttrich erklärte beim Projektstart: „Wasserstoff- und Brennstoffzellenanwendungen sind insbesondere beim Warenumschlag mit Staplern eine saubere und langfristig eine kostengünstige Alternative zu konventionellen Antriebstechnologien und fossilen Treibstoffen. Zahlreiche große Logistikunternehmen haben ihr Interesse angemeldet."

HOHE STÜCKZAHLEN DRÜCKEN DEN PREIS Weitere Einsatzgebiete hierzulande lassen sich allerdings an einer Hand

Abb. 2: Dass auch Direktmethanol-Brennstoffzellen für Niederflurfahrzeuge geeignet sind, stellte im Juni 2013 dieser Horizontalkommissionierer mit 20.000 Betriebsstunden seit 2010 unter Beweis. [Foto: FZ Jülich]

abzählen. So wurden bisher einige Flurförderzeuge am Münchener und Hamburger Flughafen sowie im Hamburger Hafen und bei dem Chemiekonzern BASF erprobt. Weitere europäische Tests laufen seit September 2012 mit zwei Fahrzeugen beim belgischen Einzelhandelsunternehmen Colruyt und seit Oktober mit vier Staplern bei der dänischen Baumarktkette Stark. Am Frankfurter Flughafen befindet sich seit Anfang März ein BZ-Modell in der insgesamt 74 Elektrostapler umfassenden Flotte von LUG aircargo handling. Patrik Tschirch, operativer Geschäftsführer bei LUG, bestätigte: „Im Gegensatz zu Europa werden in Nordamerika Brennstoffzellenstapler bereits umfangreich eingesetzt. In Deutschland waren sie bisher zu teuer, um sich am Markt durchzusetzen, da wegen geringer Nachfrage nur kleine Stückzahlen produziert werden. Doch dieser Prototyp ist attraktiv und entspricht unseren hohen Betriebsanforderungen."

Am 7. Juni 2013 gingen zudem zehn Logistikfahrzeuge mit Brennstoffzellen-Hybridantrieb in Hörsching, Österreich, in Betrieb. Dort startete ein Firmenkonsortium, unter anderem bestehend aus Linde Material Handling, Fronius, DB Schenker, OMV, HyCentA Research und Johanneum Research Forschungsgesellschaft, den Feldtest zu ihrem Forschungsprojekt *E-LOG-Biofleet*. Gleichzeitig startete dort Doris Bures, die österreichische Bundesministerin für Verkehr, Innovation und Technologie, den Einsatz der ersten H_2-Indoor-Betankungsanlage in Europa.

Einer der wesentlichen Gründe für die größere Nachfrage in den USA ist die höhere Auslastung der Stapler. Bedingt durch die kleineren Lager in Europa sowie die kürzeren Arbeitszeiten machen sich kürzere Betankungszeiten und ein reduzierter Platzbedarf stärker bemerkbar. Da in Amerika zum Teil 24 Stunden am Tag und sieben Tage die Woche gearbeitet wird, armortiseren sich BZ-Stapler dort schneller. Hinzu kommt, dass in den USA durchschnittlich mehr Batterien in Elektrostaplern verbaut sind als in Europa, so dass sich bereits geringe Einsparungen bei den Stückkosten insgesamt betrachtet wesentlich stärker finanziell bemerkbar machen. ||

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

COMEBACK DES H_2-VERBRENNUNGSMOTORS

Erfolgreicher Renntest von Alset Global und Aston Martin

Vielleicht hat der Wasserstoffverbrennungsmotor ja doch noch eine Chance. Diese Hoffnung hegt jedenfalls Alset Global. Allerdings verfolgt das österreichische Unternehmen einen anderen Ansatz als damals BMW, die ihre Aktivitäten in diesem Bereich eingestellt haben. Alset Global baut auf ein Wasserstoff-Hybridsystem, das zukünftig als Alternative für konventionelle Verbrennungskraftmotoren angeboten werden kann. Den ersten Praxistest in einem umgebauten *Aston Martin Rapide S* hat dieses System am 19. Mai 2013 beim 24-Stunden-Rennen auf dem Nürburgring erfolgreich gemeistert.

Insgesamt acht Jahre lang hat Alset Global an dieser Technologie gearbeitet. 2011 warb das Grazer Unternehmen bereits gemeinsam mit seinem Industriepartner Magna Steyr auf der Hannover Messe für sein Konzept. Anschließend war es jedoch wieder ruhig um den Ansatz geworden, bevor sich die Alset GmbH im April 2013 mit der Ankündigung eines ersten Tests bei der internationalen Wettfahrt zurückmeldete. Das erklärte Ziel beim *41. ADAC Zurich 24h-Rennen* war, eine Runde mit null CO_2-Emissionen auf der Nordschleife (25 km) zu absolvieren. Dies gelang. Der Sportwagen erreichte eine Spitzengeschwindigkeit von 255 km/h auf Wasserstoff.

MODIFIZIERTER BENZINMOTOR Der *Aston Martin Rapide S* verfügt über einen 6-l-Twin-Turbo-Motor mit einer Leistung von 410 kW. Der 12-Zylinder-Motor verträgt sowohl reines Benzin als auch reinen Wasserstoff sowie jegliches Mischungsverhältnis aus beiden Treibstoffen. Das Wasserstoff-Hybridsystem besteht aus einem H_2- Kraftstofftank, einem Versorgungssystem und einem speziellen Motormanagementsystem. Als Kraftstoffspeicher stehen vier vom Projektpartner Magna Steyr entwickelte Kohlefasertanks mit insgesamt 3,2 kg Wasserstoff zur Verfügung – zwei neben dem Fahrer und zwei im Kofferraum, alles sicherheitstechnisch abgenommen vom TÜV Süd. Die Druckbehälter verfügen über Aluminium-Liner (Wandstärke: 15 mm), die mit bis zu 350 bar befüllt werden. Aus diesen Tanks gelangt das H_2-Gas durch Edelstahlleitungen zum Versorgungssystem des Motors.

Für die Gemischaufbereitung gestaltete Alset Global in dem aus insgesamt 40 Ingenieuren bestehenden Projektteam eine konventionelle Luftzufuhr so um, dass sie die beiden H_2-Rails mit den Einlassleitungen aufnehmen konnte. Über die H_2-Rails gelangt der Wasserstoff von dort mit vier bis fünf bar zu den Injektoren. Diese ähneln vom Design her den Einspritzdüsen von Erdgasfahrzeugen, an denen lediglich geringfügige Modifikationen (z. B. Einsatz hochfester Dichtungen) vorgenommen wurden. Außerdem wurden zwei Turbolader eingebaut, die im H_2-Betrieb für eine höhere Vorverdichtung des Kraftstoff-Luft-Gemisches sorgen.

Über die Alset Engine Operation Software (AEOS), die das Managementsystem steuert, wird die Gemischzusammensetzung je nach Fahrsituation an die aktuelle Lastanforderung angepasst. Auf diese Weise wird ein Optimum an Leistung, Beschleunigung und CO_2-Reduktion erzielt. Nach Aussage des Herstellers bietet das Hybridsystem somit „die Leistungsfähigkeit eines Sportwagens – mit dem CO_2-Ausstoß eines Kleinstwagens".

H_2- UND BZ-BRANCHE PROFITIERT Da diese patentierte Hybrid-Technologie, die Alset Global und Aston Martin gemeinsam in weniger als zwölf Monaten zusammengeschraubt haben, auch mit reinem Benzin funktioniert, eignet sie sich selbst bei einer dünnen Wasserstofftankstellen-Infrastruktur. Vice President Thomas Korn geht sogar davon aus, dass dieses Konzept den Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur vorantreiben wird, weil hiermit eine Wasserstoffmobilität ohne Reichweitenangst ermöglicht wird. Gegenüber *HZwei* sagte er in einem Interview: „Wir glauben, dass jetzt die Zeit der Hybriden kommt. Sowohl der elektrische Hybrid als auch der H_2-Hybrid bieten eine deutliche CO_2-Einsparung zu einem für den Kunden verträglichen Preis (H_2-Hybrid bis zu 90%) und spielen somit eine entscheidende Rolle, um die gesteckten CO_2-Ziele erreichen zu können. Der zuvor für BMW tätige Ingenieur erklärte weiter, dass mit Hilfe der H_2-Hybridtechnik auch die Zeit verkürzt werde, bis die Brennstoffzelle kommt: „Wir glauben, dass wir den Schlüssel in der Hand haben, um Brennstoffzellenautos in großen Stückzahlen in den Markt zu bringen." Seiner Ansicht nach können Hybrid- und Brennstoffzellentechnik ebenso voneinander profitieren, wie bei der Brennstoffzellen- und der Batterietechnik.

ERSCHWINGLICH UND EINFACH Jose Ignacio Galindo, Gründer und CEO von Alset Global, sagte: „Mit unserem Wasserstoff-Hybridsystem bieten wir einen praktikablen Weg, um die Wasserstoffwirtschaft zu realisieren. Wir zeigen, dass Umweltfreundlichkeit nicht zu Lasten von Fahrvergnügen

Abb. 2: H_2- (blau) und Benzin-Einspritzung (gelb) vor bzw. in der Brennkammer. [Quellen: Alset Global]

und Emotionen gehen muss. Unser System hat die höchste Leistungsdichte aller bisher gebauten Wasserstoffautos. Die Technologie ist mit fast allen aktuellen Verbrennungsmotoren kompatibel und damit die erschwinglichste und einfachste Option." Weiter hieß es von Seiten des 20 Mitarbeiter beschäftigenden Unternehmens: „Die mühelose Implementierung und der erwartete Aufpreis von nur 15 Prozent auf heutige Neuwagenpreise bedeuten, dass die strengeren CO_2-Emissionsvorschriften, die 2015 und 2020 in Kraft treten werden, jetzt schon erreichbar und bezahlbar sind."

Dafür muss der Basismotor eines Pkw-Modells nicht ausgetauscht werden, er wird lediglich geringfügig modifiziert. Das scheint auch Aston Martin überzeugt zu haben. Jedenfalls erklärte der CEO, Dr. Ulrich Bez, während des Genfer Automobil Salons im Mai 2013: „Ich glaube daran, dass diese Technologie der Weg zu einer vollständig auf Wasserstoff basierenden Mobilität sein kann."

Alset Global plant indessen schon weitere Projekte. So sucht das Unternehmen derzeit nach größeren Partnern unter den Automobilherstellern, mit denen innerhalb von zwei bis drei Jahren fertige H_2-Hybridfahrzeuge in den Markt gebracht werden können. Insbesondere aus China wurde hier bereits Interesse signalisiert, so Korn. Außerdem soll als nächstes ein H_2-Dieselmotor für Stadtbusse in Angriff genommen werden. ||

ZWEITJOB ENERGIESPEICHER

Umweltminister Franz Untersteller und Dr. Dirk Mausbeck (l.) [Quelle: CEP]

Stuttgart verfügt seit Frühjahr 2013 über eine neue Wasserstofftankstelle, die gleichzeitig auch Bio-Erdgas und Ökostrom anbietet. Am 14. März startete Franz Untersteller, der Umweltminister von Baden-Württemberg, den Probebetrieb dieser Multi-Energie-Tankstelle in der Talstraße auf dem Gelände der EnBW Gasnetz GmbH. Untersteller erklärte anlässlich der Einweihung der Pilotanlage: „Wasserstoff und die Brennstoffzelle haben ein großes Potential. Sie können uns helfen, unsere Abhängigkeit von Erdölimporten zu reduzieren." Der benötigte Wasserstoff wird in Stuttgart direkt vor Ort mit Hilfe erneuerbarer Energien in dem von Hydrogenics beigesteuerten und von Linde installierten alkalischen Elektrolyseur erzeugt und ausschließlich für die Pkw-Betankung (700 bar) genutzt. Ein Ziel dieses 2-Mio.-Euro-Projekts ist nach Auskunft von Dr. Dirk Mausbeck, Mitglied des EnBW-Vorstands, die Überprüfung, „ob sich solche Anlagen in Deutschland überhaupt wirtschaftlich betreiben ließen". Bereits jetzt steht für ihn jedoch fest, dass diese zweite H_2-Tankstelle von EnBW, die insgesamt fünfte in Baden-Württemberg, „faszinierend ist mit einem ‚Zweitjob' als Energiespeicher". ||

BAUT BALLARD IN BOCHUM BALD BRENNSTOFFZELLEN?

Hannelore Kraft hat Bochum als zukünftigen Produktionsstandort für Brennstoffzellenfahrzeuge ins Gespräch gebracht. Während ihres Kanada-Aufenthalts Ende Mai 2013 stattete die Ministerpräsidentin von Nordrhein-Westfalen der Automotive Fuel Cell Cooperation in Vancouver einen Besuch ab und erklärte gegenüber Dr. Andreas Tuckenbrodt: „Natürlich sind wir – weil wir ein guter Standort sind – daran interessiert." Zuvor hatte der AFCC-Vorstandsvorsitzende deutlich gemacht, dass die Brennstoffzellenautos von Daimler, die ab 2017 in Serie gehen sollen, in Deutschland hergestellt werden könnten. Tuckenbrodt sagte weiterhin, dass die BZ-Fahrzeuge maximal 3.000 Euro mehr als ein Standardmodell kosten sollen. NRW als Standort würde sich aufgrund des großen dort angesiedelten Brennstoffzellennetzwerks anbieten. Ob der Zuschlag aber tatsächlich auf die ehemalige Opel-Stadt fällt, in der 2014 die Autoproduktion eingestellt werden soll, ist völlig offen. ||

SOLARPRAXIS
engineering | conferences | publishing

www.solarpraxis.de

14. Forum Solarpraxis

21. – 22. November 2013, Hilton Berlin Hotel, Berlin

- Politik und Märkte – Deutschland und international
- Systemintegration – Geschäftsmodelle – Innovationen
- Finanzierung – Kosten – Qualität

Kontakt: Anika Sperling, anika.sperling@solarpraxis.de

powered by pv magazine pv magazine

Sponsoren

BayWa r.e. renewable energy · CSUN · DB SCHENKER · KOSTAL · LUMIT Die Solaranlagenversicherung der Mannheimer · mounting systems · power-one Renewable Energy Solutions · rosa-photovoltaik.de pv-versicherungen · rpv Elektrotechnik GmbH & Co. KG · SOLARKAUF · Schneider Electric · SolarServer

Veröffentlichung Juni 2013

Abb. 1: Flüssigwasserstoff-Tankstelle in Berlin, Sachsendamm [Quelle: Linde]

Thema: Elektromobilität | **Autor:** Christopher Voglstätter

HANDLUNGSBEDARF BEIM AUFBAU EINER H_2-INFRASTRUKTUR

Neue Studie vom Fraunhofer ISE

Momentan ist der deutsche Mobilitätssektor fast ausschließlich durch konventionelle Antriebstechnologien geprägt. Damit ist er aktuell für etwa 27 % der gesamten Treibhausgasemissionen in Baden-Württemberg verantwortlich. Demgegenüber stellt Wasserstoff als Kraftstoff in Brennstoffzellenfahrzeugen eine hervorragende Ergänzung zu batteriebetriebenen Antrieben dar. Wasserstoff ist damit essentiell, um Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor zu senken. Das Umweltministerium Baden-Württemberg hat daher eine Studie in Auftrag gegeben, die den Status quo und den Handlungs- sowie den Forschungsbedarf der mobilitätsbezogenen Wasserstoffinfrastruktur betrachtet und eine Roadmap für den Aufbau einer H_2-Infrastruktur bis 2030 entwickelt. Außerdem sollten basierend auf diesen Erkenntnissen Handlungsempfehlungen formuliert werden. Durchgeführt und angefertigt wurde die Studie durch das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE), das durch seine vielfältigen Forschungsaktivitäten in den Bereichen Brennstoffzellen, Wasserstofferzeugung, Elektrolyse, Power-to-Gas und H_2-Mobilität umfangreiche Erfahrungen vorweisen kann.

Wasserstoff bietet als vielseitiger und speicherbarer Sekundärenergieträger Synergiemöglichkeiten, die die Energiewende unterstützen und beschleunigen können. Dies erfordert aber zunächst den Aufbau einer leistungsfähigen Wasserstoffinfrastruktur.

STATUS QUO Durch die vielfältigen nationalen und regionalen Aktivitäten wie beispielsweise die *Clean Energy Partnership* (CEP) und *H2Mobility* verfügt Deutschland im Bereich der Wasserstoffmobilität aktuell über eine gute Ausgangslage und ist auf dem Wege, sich im internationalen Kontext als Leitmarkt zu etablieren. Bereits heute sind in Deutschland 15 H_2-Tankstellen aufgebaut beziehungsweise im Bau (Stand: Sept. 2012). Betreiber dieser etwa seit dem Jahr 2009 gebauten oder umgerüsteten 700-bar-Tankstellen sind im Wesentlichen Mineralölkonzerne, Energieversorger und aktuell auch Forschungsinstitute und Gaslieferanten. Unterstützt durch die Ankündigung von Bundesverkehrsminister Dr. Peter Ramsauer sollen in den nächsten Jahren weitere 35 Tankstellen in Deutschland gebaut werden.

Die Erzeugung von Wasserstoff erfolgt heutzutage überwiegend zentral in großindustriellen Anlagen aus fossilen Energieträgern. Sie kann aber auch direkt vor Ort an der Tankstelle erfolgen. Je nachdem, ob der Wasserstoff flüssig oder gasförmig angeliefert oder on-site vor Ort erzeugt wird, ergeben sich zahlreiche verschiedene Tankstellenkonzepte, die in den vorhandenen 15 Tankstellen derzeit in Erprobung sind. Der Elektrolyse als aktuell vielversprechendster Technologie zur Erzeugung von grünem Wasserstoff kommt hierbei eine Schlüsselrolle zu. Derzeit wird sie für die Mobilität jedoch fast ausschließlich im Rahmen der On-Site-Erzeugung eingesetzt.

Die momentan bevorzugte Versorgung der Tankstellen ist die gasförmige Anlieferung, bei welcher der Wasserstoff

in Niederdruckspeichern gelagert und bei Bedarf auf höhere Drücke komprimiert wird. Bei größeren täglichen Abgabemengen stoßen die Anlagen an logistische Grenzen. Eine On-site-Erzeugung kann diese logistische Hürde vermeiden, so dass auch bei gasförmiger Speicherung größere Tagesumsätze abgedeckt werden können.

Bei sehr großen Umsätzen und Platzmangel sind Tankstellen mit Flüssiganlieferung sinnvoll. Hier wird der Flüssigwasserstoff in 1 t oder 5 t fassenden Vorratsspeichern vorgehalten und im Betankungsfall mit einer Flüssigwasserstoffpumpe auf den Zieldruck gebracht, anschließend verdampft und in das Fahrzeug gefüllt.

Weiterführend ist auch die Versorgung der Tankstellen über Pipelines mit gasförmigem Wasserstoff möglich, wodurch die entsprechenden Tankstellen sehr kompakt sowie günstig in der Anschaffung werden und sehr große tägliche Wasserstoffmengen abgeben können. Aufgrund der hohen Kosten der Pipeline amortisieren sich diese jedoch nur bei sehr großen Wasserstoffmengen und einem dichten Netz an Verbrauchern. Derartige Tankstellen sind daher eher ein Konzept für die Zeit nach 2030.

Die größten Herausforderungen auf dem Weg zu einer Wasserstoffinfrastruktur sind die Kosten, die Zuverlässigkeit, die Abnahme/Prüfung und die Genehmigungsverfahren der Tankstellen sowie die (Weiter-)Entwicklung einzelner wichtiger Komponenten. Dem übergelagert bleibt in der aktuellen Phase das so genannte Henne-Ei-Problem, so dass aus Marktsicht häufig der Anreiz fehlt, aktiv zu werden.

AUFBAU DER H_2-INFRASTRUKTUR Zur Entwicklung eines strategischen Konzeptes zum Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur in Baden-Württemberg wurde mit Hilfe des Basisszenarios der BMU-Leitstudie 2011 die Marktdurchdringung von Wasserstoff im Verkehrssektor quantifiziert. Daraus leitet die Studie den H_2-Bedarf und die Anzahl benötigter Tankstellen und deren Größe bis zum Jahr 2030 für Baden-Württemberg ab.

Der Aufbau einer H_2-Infrastruktur sollte in drei Phasen erfolgen:

Phase 1 – Demonstrationsphase bis ca. 2015: Etwa 10 bis 15 Tankstellen mit geringer Auslastung (vermutlich ~ 10 %) decken den Bedarf der Vorserienfahrzeuge in Baden-Württemberg und erzeugen ein rudimentäres Tankstellennetz für die Flottenversuche. In der Errichtung und im Betrieb werden noch wichtige Erfahrungen gewonnen.

Phase 2 – Marktvorbereitungsphase bis ca. 2020: Weitere standardisierte Tankstellen werden aufgebaut und erweitern das Tankstellennetz. Es werden zum Ende dieser Phase etwa 70 Tankstellen benötigt, um einen Wasserstoffbedarf von rund 2.000 Tonnen pro Jahr in Baden-Württemberg zu decken. Die Auslastung der Tankstellen steigt auf ca. 25 %.

Phase 3 – Markthochlauf ab 2020: Mit dem Übergang in diese Phase beginnt die Kommerzialisierung. Standortwahl und Bau der Tankstellen erfolgen unter ökonomischen Gesichtspunkten durch die Tankstellenbetreiber. Gemäß der Prognose über die Anzahl der Brennstoffzellenfahrzeuge werden ca. 330 Tankstellen und ein Wasserstoffumsatz von 50.000 Tonnen pro Jahr in 2030 in Baden-Württemberg erwartet.

RESULTIERENDER HANDLUNGSBEDARF Aus den Befragungen und der Analyse des Status Quo ergibt sich ein

Abb. 2: Mögliches Ausbauszenario für eine H_2-Tankstelleninfrastruktur bis 2020 [Quelle: Fraunhofer ISE]

Handlungsbedarf auf verschiedenen Feldern, um Wasserstoff in der Mobilität zu ermöglichen und mit Erfolg zu starten. Die Handlungsfelder lassen sich in Leitgedanken zusammenfassen:

„Wasserstoff als Energieträger kann einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele leisten und einen Ausbau der erneuerbaren Energien fördern.“ Um dies zu erreichen, muss die Wasserstoffinfrastruktur am Ausbau der erneuerbaren Energien im Land ausgerichtet werden und ein Konzept zur Koppelung der erneuerbaren Energien mit der >>

Wasserstoffinfrastruktur sowie ein Konzept zur Nutzung der On-site- und Off-site-Erzeugung entwickelt werden. Eine Vorgabe von „grünem“ Wasserstoff für den geförderten Infrastrukturausbau und eine Nutzung der Elektrolyse als Bindeglied zwischen Strom- und Gasnetz sowie der Mobilität wird empfohlen.

„Zur Senkung des Investitionsrisikos und zur Marktvorbereitung wird auch weiterhin ein Engagement der öffentlichen Hand notwendig sein.“ Um trotz der vor allem in der Demonstrationsphase geringen finanziellen Rückflüsse und hohen Kosten einen Aufbau der Infrastruktur zu erreichen, ist bis zum Ende der Marktvorbereitung eine Förderung über ein regelmäßig den Marktbedingungen anzupassendes Förderprogramm notwendig. Eine Unterstützung von weiteren Leuchtturmprojekten zur Erhöhung der Sichtbarkeit des Themas wird empfohlen. Eine Einbindung von kommunalen Unternehmen (Stadtwerke und ÖPNV) in den Ausbau kann Synergien schaffen und eine Kommerzialisierung durch neue Geschäftsmodelle begünstigen. Der Ausbau des Tankstellennetzes sollte sich am Bedarf orientieren, aber zugleich die Bereitschaft der Industrie fördern, in Baden-Württemberg Brennstoffzellenautos und -busse auf die Straße zu bringen.

„Standardisierung erleichtert den Aufbau einer H_2-Tankstelleninfrastruktur.“ Aufgrund des Demonstrationscharakters der bisher errichteten Tankstellen unterscheiden sich diese deutlich in Ausführung und Technologie. Skalen- und Lerneffekte sind daher nur in sehr geringem Umfang spürbar. Durch eine Standardisierung der Tankstellenkonzepte und eine Einigung der Industrie auf einheitliche Tankstellenkonzepte werden deutliche Verbesserungen in Bezug auf Kosten, Zuverlässigkeit, Nutzerfreundlichkeit und Genehmigungsverfahren erwartet. Eine Standardisierung ist daher eine dringende Empfehlung.

„Zur Erreichung einer Marktreife der Infrastruktur sind weitere Aktivitäten der beteiligten Akteure notwendig.“ Durch die Erkenntnisse der Demonstrationsphase wurden diverse Hindernisse erkannt, die für eine Marktreife der Infrastruktur beseitigt werden müssen. Hierbei handelt es sich um mannigfaltige technologische, organisatorische und marktbezogene Hindernisse, die durch eine weiterhin enge Zusammenarbeit der bereits existierenden und weiterer Akteure, die sich an diesem neuen Markt beziehungsweise an dem neuen Themengebiet beteiligen möchten, beseitigt werden können.

FAZIT Mit der Einführung von Wasserstoff in die Mobilität bietet sich die Möglichkeit, eine nachhaltige Mobilität auf Basis elektrischer Antriebe zu realisieren und die Energiewende zu fördern. Die Mobilität kann zudem Treiber einer technologischen Entwicklung hin zu einem neuen, sauberen und nachhaltigen Energieträger Wasserstoff – auch in anderen Bereichen des täglichen Lebens – sein. ||

Die Studie des Fraunhofer ISE mit einem Umfang von 96 Seiten wurde am 26. März 2013 von den baden-württembergischen Ministerien für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, für Finanzen und Wirtschaft, für Verkehr und Infrastruktur sowie der e-mobil BW GmbH herausgegeben. Sie ist bei der e-mobil BW frei als Download erhältlich unter: → www.e-mobilbw.de

Autor:

Dipl.-Ing. Christopher Voglstätter
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg
→ christopher.voglstaetter@ise.fraunhofer.de

Wasserstoff – Treibstoff mit Zukunft.

DIE REINSTE FORM DER BEGEISTERUNG: WASSERSTOFF.

TEILEN SIE MIT UNS IHRE LEIDENSCHAFT FÜR ALTERNATIVE ANTRIEBE.

Auf dem Weg zur emissionsfreien Mobilität braucht es einen ganz besonderen Antrieb: die Leidenschaft, das Beste herauszuholen. Aus sich selbst – und aus der Technologie, die eine neue Zukunft der Automobilität verspricht. Wasserstoff spielt dabei eine wichtige Rolle. Aber genauso wichtig ist die Leidenschaft, die mehr bewegt, als jeder Kraftstoff. Um die Wasserstoff-Brennstoffzelle möglichst schnell zur Serienreife zu entwickeln, suchen wir Wasserstoffspezialisten (m/w):

- **Entwicklungsingenieur Messtechnik Wasserstoff-Brennstoffzelle (m/w)** (Ref.: 78622)
- **Entwicklungsingenieur Carbonfaser für Wasserstoff Drucktank (m/w)** (Ref.: 78460)
- **Entwicklungsingenieur Auslegung und Simulation Wasserstoff Drucktank (m/w)** (Ref.: 78829)
- **Entwicklungsingenieur Komponenten für Wasserstoff Drucktank (m/w)** (Ref.: 78830)
- **Entwicklungsingenieur Validierung Carbonfaser für Wasserstoff Drucktank (m/w)** (Ref.: 79379)
- **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

Thema: Elektromobilität | **Autor:** Christian Dorer

PROBEFAHRT MIT DEM H_2-POSTAUTO

Chefredakteur der Aargauer Zeitung testet BZ-Bus

Christian Dorer, der Chefredakteur der *az Aargauer Zeitung* und Besitzer eines Busführerscheins, steuerte den Wasserstoffbus der PostAuto Schweiz AG von Brugg nach Habsburg und zurück. Er zögerte keine Sekunde, als das schweizerische Busunternehmen bei der Zeitungsredaktion wegen einer Testfahrt anfragte.

Ich habe sofort zugesagt, als mich Postauto-Sprecherin Monika Trost fragte, ob ich einen der Brugger Wasserstoffbusse Probe fahren möchte. Und so sitze ich nun am Steuer des futuristischen Fahrzeugs. Neben mir steht der erfahrene Postauto-Chauffeur Franz Escher und erklärt mir die Besonderheiten: „Fahren Sie mit viel Gefühl! Dieses Fahrzeug entwickelt nicht die größte Leistung, wenn man einfach das Pedal durchdrückt“, so sein Tipp.

Ich drehe den Zündschlüssel – die Brennstoffzellen-Reaktion hat eingesetzt, bloß hört man nichts davon. Ich fahre vorsichtig los – und man hört immer noch nichts. Lautlos gleitet das Postauto davon. Man hört einzig die Reifengeräusche und ein leichtes Summen des Motors. Diese Stille beim Fahren ist der größte Unterschied im Vergleich zu Dieselbussen. Immer wieder erschrecken Fahrgäste, wenn der Bus lautlos anrollt, erzählt Escher.

Abb. 2: Christian Dorer am Steuer des BZ-Postautos, links daneben Franz Escher [Fotos: Annika Bütschi, Die Nordwestschweiz]

Vom Depot fahre ich zum Bahnhof Brugg, dann nach Windisch und beim großen Kreisel rechts Richtung Habsburg. Hinten treten keine Abgase aus, kein CO_2, sondern bloß Wasserdampf. Seit Dezember 2011 testet Postauto in Brugg fünf Brennstoffzellenpostautos, wie sie offiziell heißen – „als Investition in die Zukunft, um unabhängig zu sein von fossilen Treibstoffen“, sagt Projektleiterin Nikoletta Seraidou. Postauto wurde von der EU ausgewählt, bei einem Testbetrieb mitzumachen, zusammen mit Städten wie London, Mailand und Oslo. Postauto wiederum hat Brugg als Standort wegen der anspruchsvollen Linien ausgewählt.

Selbst auf der steilen Straße nach Habsburg komme ich flott voran. Chauffeur Escher hatte recht: Es nützt nichts, das Pedal durchzudrücken – vielmehr muss ich spüren, in welcher Stellung des Gaspedals der Motor am meisten Kraft entwickelt. Etwas heikel wird es nur, als ein reguläres Postauto entgegenkommt. Die Straße ist eng für zwei Postautos, aber es reicht gerade. Nach Habsburg geht es fast ebenso steil bergab. Wenn ich bremse, wird Strom produziert und in die Batterie gespeist. Auch das ist eine Besonderheit dieses Busses.

H_2 ALS IDEALER ENERGIESPEICHER Der Testbetrieb dauert bis Ende 2016. Dann entscheidet Postauto über die Beschaffung einer größeren Serie. Eine Bedingung: Die Busse müssen deutlich günstiger werden. Im Moment kostet einer 2,2 Mio. Franken – sechsmal so viel wie ein herkömmlicher Dieselbus. Projektleiterin Seraidou ist überzeugt, dass sich die neue Technologie durchsetzen wird: „Erstens müssen wir langfristig vom Erdöl wegkommen, zweitens ist Wasserstoff ein idealer Energiespeicher.“ Der Probebetrieb verlaufe ohne nennenswerte Schwierigkeiten. Die Kinderkrankheiten seien ausgemerzt.

Was sagt die Expertin zu Kritik? Braucht es nicht viel zu viel Strom, um den Wasserstoff herzustellen? „Es braucht viel Strom, aber die Herstellung von Diesel braucht noch viel mehr.“ Ist Wasserstoff nicht zu gefährlich? „Sicher nicht gefährlicher als ein Verbrennungsmotor.“ Die Tanks sind auf dem Dach unter rund 50 Zentimeter hohen Aufbauten angeordnet. Dort befinden sich Wasserstofftank und Hochvoltbatterie. Wasserstoff steigt immer nach oben, deswegen würde er auch bei einem Unfall nach oben ausströmen und nicht ins Businnere.

Viel zu schnell sind wir wieder zurück im Depot. Wer fährt, muss auch tanken – und das ist mit diesem Bus ebenfalls etwas speziell. Vor dem Depot steht die landesweit einzige Wasserstofftankstelle für Busse. Das Fahrzeug wird geerdet, ein dünner Wasserstoffschlauch angehängt – dann füllt sich der Tank automatisch, was bis zu zehn Minuten dauern kann. Mit einer Tankfüllung kommt der Bus etwa 400 Kilometer weit.

Dies war die ruhigste Busfahrt, die ich je gemacht habe. Vor allem aber ist es faszinierend zu wissen, dass man fährt, ohne Abgase zu produzieren. ||

Autor:
Christian Dorer
Chefredakteur az Aargauer Zeitung
→ Christian.Dorer@azmedien.ch

CITARO FUELCELL-HYBRID-BUS ALS POSTAUTO
Die PostAuto Schweiz AG, eines der größten öffentlichen Verkehrsunternehmen des Alpenstaates, ist seit Ende 2011 Besitzer von fünf Exemplaren der insgesamt 26 *Citaro FuelCELL-Hybrid*-Busse von Mercedes-Benz. Die Brennstoffzellenhybridbusse besitzen zwei der Stacks, die auch in der *F-CELL* B-Klasse installiert sind. Ergänzt werden diese durch Lithium-Ionen-Akkus. Die Reichweite des in sieben Tanks auf dem Busdach gespeicherten Wasserstoffs (35 kg) beträgt 250 Kilometer. Die Busse werden derzeit im Rahmen des *CHIC*-Projekts (Clean Hydrogen in European Cities = Sauberer Wasserstoff für europäische Städte) in fünf Großstädten Europas getestet und sind von der EU gefördert. Das Vorhaben stellt damit quasi die Weiterführung des *CUTE*- sowie des *HyFLEET:CUTE*-Projekts dar, die von 2003 bis 2009 europaweit liefen. (sg)

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

ENDLICH RUHE AUF DEM RASTPLATZ

AVL und FZ Jülich zeigen Lkw-Energieversorgungssysteme

Zunächst fürs Militär, dann für den maritimen und den Lkw-Sektor [Quelle: AVL List]

Brennstoffzellen sind für Lastfahrzeuge ungeeignet, zumindest als Antriebsaggregat, aber bei der Bordenergieversorgung können sie sowohl zur Effizienzsteigerung als auch zur Lärmreduzierung beitragen. Bislang mussten Lkw während der Standzeiten den Dieselmotor laufen lassen, damit die Lichtmaschine ausreichend Strom (3 bis 10 kW) zur Versorgung der Fahrerkabine beziehungsweise der Kühlaggregate erzeugt. Mitte Februar 2013 meldete das Forschungszentrum Jülich, dass diese Arbeit zukünftig von einem Brennstoffzellensystem übernommen werden kann, und während der Hannover Messe präsentierte auch AVL List einen portablen Stromgenerator für Trucks.

Das FZ Jülich setzt auf Hochtemperatur-Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen, die direkt mit Diesel betrieben werden. Diese sollen eine umweltschonende, effiziente und leise Stromerzeugung ermöglichen, wenn Trucker in der Fahrerkabine ruhen und Kaffeemaschine, TV sowie Klimaanlage nutzen möchten. Diese Technik wurde eigentlich für Flugzeuge konzipiert, könnte aber als Erstes im Lkw-Sektor zum Einsatz kommen. Wie Prof. Ralf Peters vom Jülicher Institut für Energie- und Klimaforschung erläuterte, sind die gemeinsam mit Airbus entwickelten Hilfsstromaggregate insbesondere für amerikanische „Sleeper Trucks“ interessant, seit es in Kalifornien verboten ist, die Motoren während der Fahrpausen im Leerlauf zu betreiben.

Der erste Testbetrieb der 5 kW leistenden HT-PEM-Systeme verlief im Dezember 2012 erfolgreich. Nun sollen weitere Versuche auf dem Prüfstand folgen. Peters berichtete: „Wir streben den gemeinsamen Aufbau eines Demonstrationssystems für Nutzfahrzeuge an.“

Der wichtigste Vorteil von Brennstoffzellen ist die sehr viel höhere Effizienz: Dieselmotoren kommen im Generatorbetrieb (Leerlauf) nur auf knapp zehn Prozent Wirkungsgrad, selbst wenn der Strom in Akkus zwischengespeichert wird. BZ-Systeme erreichen trotz des vorgeschalteten Reformers, der den benötigten Wasserstoff aus dem Kraftstoff extrahiert, das Vierfache. Zudem arbeiten sie nahezu geräuschlos und schadstofffrei. Prof. Werner Lehnert, Leiter der HT-PEM-Abteilung, erklärte: „Hochtemperatur-PEM-Brennstoffzellen tolerieren einen Kohlenmonoxidgehalt von etwa einem Prozent im Reformatgas aus der Dieselreformierung ohne größere Leistungseinbußen.“

DÄNISCHE STACKS IM GRAZER SYSTEM Demgegenüber favorisiert AVL Hochtemperaturbrennstoffzellen und verwendet dafür Stacks von Topsoe Fuel Cell aus Dänemark. Der Grazer Motorenentwickler, der seit 2002 an Festoxidsystemen arbeitet, forscht an einer maximal 4 kW_{el} leistenden, mobilen USV-Einheit. Die *SOFC-APU*, die für den österreichischen *Staatspreis Innovation 2013* nominiert war, wandelt Diesel mit 30 Prozent Wirkungsgrad in Strom um und kann bis zu 10 kW thermischer Leistung abgeben. Mögliche Einsatzgebiete sieht Jürgen Rechberger, Entwicklungsleiter bei AVL List, neben dem Lkw-Sektor auch bei Campingfahrzeugen, kleinen Yachten sowie in ökologisch sensiblen Naturregionen. Eine erste nichtexklusive Lizenzvereinbarung für eine Anwendung im Militärsektor schloss AVL bereits 2012 mit dem niederländischen Unternehmen HyRef Power BV. Als Zielmarke für den Produktstart hält Rechberger derzeit das Jahr 2016 für realistisch. ||

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

SUPER-CREDITS ERLANGEN SUPER-BEDEUTUNG

Internationale Konferenz Elektromobilität in Berlin

Abb. 1: 60 E-Autos standen für Probefahrten bereit und wurden bei bestem Wetter zahlreich genutzt.

Mit rund 900 Teilnehmern war die Internationale Konferenz *Elektromobilität bewegt weltweit,* die am 27. und 28. Mai 2013 in der Bundeshauptstadt abgehalten wurde, ein medienwirksamer Event. Direkt am Alexanderplatz im Berliner Congress Center *bcc* erschien die gesamte deutsche Automobilprominenz inklusive zahlreicher hochrangiger Politiker, um auf Einladung der Bundesregierung hin über Potentiale und Herausforderungen der Elektromobilität zu diskutieren. Auch Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel ließ es sich nicht nehmen, einen Rundgang über die begleitende Ausstellung zu machen und ein politisches Statement abzugeben, indem sie sich verbal demonstrativ hinter die Elektromobilität und auch die deutsche Automobilindustrie stellte.

Insgesamt gesehen war dieser von der Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesregierung *(GGEMO)* organisierte Kongress eine gelungene Werbeveranstaltung für das Thema Elektromobilität: Alle Redner sicherten den Elektroautos ihre volle Unterstützung zu. Sie unterstrichen teils mit eindrucksvollen Worten die immense Bedeutung dieser Antriebstechnologie für eine zukünftige Mobilität. Gleichzeitig kamen allerdings auch kritische Punkte zur Sprache. So wurde offen über die Vorwürfe von Greenpeace, die vor dem *bcc* gegen die Autokonzerne sowie die Politik der Bundesregierung demonstrierten, diskutiert.

MERKEL UNTERSTÜTZT DEUTSCHE AUTOBAUER Der Höhepunkt der Veranstaltung war der Besuch der Kanzlerin. In ihrer Rede stellte sie zunächst klar: „Die Bundesregierung steht zu ihrem Wort in Sachen Elektromobilität." Gleichzeitig sprach sie sich deutlich gegen die Gewähung finanzieller Zuschüsse aus: „Wir haben viel darüber diskutiert und uns dafür entschieden, dass dies nicht der richtige Weg ist." Damit dürfte dieses Thema bei dieser Regierung endgültig vom Tisch sein. Merkel favorisiert stattdessen andere Wege der Unterstützung und benannte dafür beispielsweise die Förderung der Schaufenster-Vorhaben (s. S. 44), die Verlängerung der Steuerbefreiung von E-Autos sowie die Neuregelung der Dienstwagenbesteuerung. Sie ließ dabei keinen Zweifel aufkommen, dass sie die deutsche Automobilindustrie auch bei den EU-Entscheidungen in Brüssel voll unterstützen werde, denn „hiervon hängt der Wohlstand unseres Landes in erheblichem Maße ab".

Die Autohersteller nutzten ihrerseits das Forum, um klar und deutliche ihre Forderungen zu formulieren. Dr. Dieter Zetsche, Vorstandsvorsitzender von Daimler, sprach gleich an dritter Stelle in der Rednerliste für die deutsche Automobilindustrie – und nicht etwa der ebenfalls anwesende Matthias Wissmann, Präsident des Verbands der Automobilindustrie (VDA) – und forderte in seiner Rede als Erstes eine „konsequente Förderpolitik". Zetsche brachte zwei konkrete Maßnahmen zur Sprache: Erstens einen Nachteilsausgleich bei der Dienstwagenbesteuerung und zweitens die Einführung von so genannten „Super-Credits". Er bedauerte zwar, dass die Dienstwagenbesteuerung derzeit noch im Vermittlungsausschuss feststeckt, zeigte sich aber zuversichtlich, dass dies noch geregelt werde.

Die Super-Credits kristallisierten sich während der Veranstaltung als zentraler Punkt zur Förderung der Elektromobilität heraus. Auch Merkel stellte dazu fest: „Dem Wort ‚Super-Credits' kommt eine Super-Bedeutung zu." Inhaltlich schlug sich die Kanzlerin bei diesem Thema ganz auf die Seite der deutschen Automobilindustrie. Diese machte unmissverständlich deutlich, dass eine stärkere Anrechnung

Abb. 2: Bundeskanzlerin Angela Merkel zeigte sich gut gelaunt.

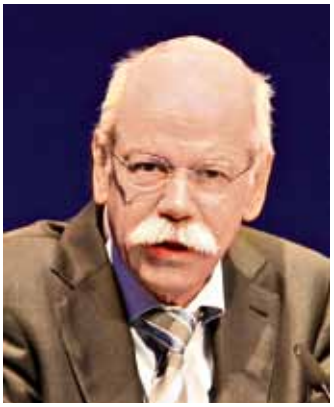


Abb. 3: Für Zetsche „können auch Brennstoffzellenautos langfristig eine Lösung sein".

der Super-Credits für die Zeit von 2015 bis 2020 einen merklichen Anreiz für die Weiterentwicklung von Elektromobilen bilden würde.

Außerdem formulierte Zetsche drei konkrete Forderungen: Der Multiplikator, mit dem die Anzahl emissionsarmer Fahrzeuge auf den Flottenverbrauch angerechnet wird, müsse über den Faktor 1,5 hinaus angehoben werden auf einen Wert wie in den USA (Faktor 2) oder China (5). Als zweiten Punkt listete er das so genannte „Banking" auf, das eine Anrechnung beziehungsweise Sicherung frühzeitig erzielter Kredite für die Zeitperiode 2020-2023 ermögliche. Als Drittes sprach Zetsche die Umstellung der 50-g-Regelung auf eine 50-%-Regelung an. Bisher wurde darüber diskutiert, dass nur die Fahrzeuge als emissionsarm gelten, die weniger als 50 g CO_2 pro Kilometer emittieren. Die deutsche Automobilindustrie favorisiert nun aber eine Marke von 50 % verglichen mit konventioneller Antriebstechnologie, damit die Hersteller großer Autos nicht benachteiligt werden.

ALLE UNTERSTÜTZTEN ELEKTROMOBILITÄT Erst nach dieser Rede von Zetsche trat der Organisator der Veranstaltung, der NPE-Vorsitzende Prof. Dr. Henning Kagermann, ans Mikrophon. Auch er thematisierte die Super-Credits und betonte: „Es ist wichtig, die Super-Credits bis 2020 weiterzuschreiben, denn dann ist der Marathoneinlauf, nicht 2015." Das Konzept der Nationalen Plattform Elektromobilität für die Markteinführung von E-Autos umschrieb er folgendermaßen: „Unsere Strategie ist ganz einfach: Erst forschen und entwickeln, dann produzieren und dann in den Markt bringen." Im Hinblick auf die andauernde Kritik über die derzeit noch wenigen Anmeldungen von E-Autos sagte er: „Momentan interessieren die Stückzahlen noch nicht." Er verwies aber darauf, dass insgesamt 16 E-Autos in Deutschland bis 2014 erhältlich sein sollen.

Verkehrsminister Dr. Peter Ramsauer sprach sich in der Eröffnungsrede für mehr Begeisterung und weniger Skepsis aus und sagte: „Innovative Produkte müssen aus sich selbst heraus begeistern." Auch sein Kollege, Bundeswirtschaftsminister Dr. Philipp Rösler, setzt auf die Akzeptanz sowie die Begeisterungsfähigkeit der Bevölkerung und beteuerte, „Elektromobilität steht ganz weit oben und gehört zur Hightec-Strategie der Bundesregierung", auch wenn nicht so viel Geld vom Energie- und Klimafonds (EKF) zur Verfügung stünde, wie ursprünglich erwartet.

In den anschließenden Diskussionsrunden berichteten prominente Firmenlenker über ihre Gedanken zum Thema. So outete sich auch der seit März 2013 als neuer Vorstandsvorsitzender bei der Adam Opel AG agierende Dr. Karl-Thomas Neumann als „Befürworter des E-Autos". Er räumte allerdings ein: „Wir verdienen am *Ampera* nichts, wir zahlen sogar drauf." Der Chef des aktuellen Marktführers (5.300 verkaufte Autos) zeigte sich dennoch zuversichtlich („Ich glaube daran.") und kündigte ein Nachfolgemodell an, das günstiger als die aktuelle Version sein wird. Unterstützung erhielt Neumann von seinem Kollegen Koei Saga, Vorstandsmitglied der Toyota Motor Corp. Der Senior Managing Officer bekannte, dass auch Toyota beim *Prius I* pro verkauftem Auto eines Verlust gemacht habe, und rief dem Opel-Chef zu: „Da müssen Sie durch!"

SCHÄDLICHE WIRKUNG VON SUPER CREDITS Kritik wurde indessen vor den Türen des *bcc* laut, wo Greenpeace gegen die aktuelle Politik der Regierungskoalition demonstrierte. Die Umweltaktivisten kritisierten, dass die Bundesregierung Spritschlucker fördere, anstelle das Klima zu schützen. Die Einführung von Super-Credits bezeichnete Greenpeace als Rechentrick, mit dem die neuen CO_2-Grenzwerte, über die derzeit auf EU-Ebene verhandelt wird, aufgeweicht würden. Gemeinsam schrieben mehrere Umweltverbände in einem offenen Brief an die Kanzlerin sowie die betroffenen Minister: „Die Mehrfachanrechnung besonders sparsamer Fahrzeuge bei der Berechnung des Flottenemissionsdurchschnitts ist aus Klimaschutzgründen nicht hinnehmbar. Durch das von Herrn Wissmann geforderte ‚Banking', das eine spätere Anrechnung angesparter Super-Credits ermöglicht, potenziert sich die schädliche Wirkung der Super-Credits nochmals, da dieser Mechanismus die tatsächliche Erreichung des Grenzwertes von 95 g_{CO2}/km um vier Jahre nach hinten verschieben würde."

Nach Angaben des Kraftfahrt-Bundesamtes betrug der durchschnittliche CO_2-Ausstoß aller Pkw in Deutschland im vergangenen Jahr 142 g/km. Bis 2020 muss dieser Wert nach der aktuellen Regelung auf 95 g_{CO2}/km reduziert werden, was nach einhelliger Meinung unter Automobilexperten ohne Elektromobilität kaum zu schaffen sein dürfte. Greenpeace fordert jetzt eine langfristigere Festlegung neuer Grenzwerte bis 2025 auf 60 g_{CO2}/km. Der Umweltausschuss des EU-Parlaments favorisiert demgegenüber bisher einen Zielkorridor von 68 bis 78 g/km bis 2025. ||

Abb. 4: Umweltverbände befürchten eine Aufweichung der CO_2-Grenzwerte

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

„DER IST JA ULKIG“

Fahrbericht über den Renault Twizy

Die Ausrufe von Passanten und Neugierigen ähneln sich stets. Meist erhält der *Twizy* Attribute wie „lustig“, „komisch“ oder „ulkig“. Lädt man einzelne Personen dann zu einer Probefahrt ein, sind allerdings mitunter auch andere Kommentare zu hören, so wie „Es ist mir peinlich, wenn alle gucken“ oder „Der sieht ja aus wie ein Spielzeug“. Fakt ist: Der *Twizy* polarisiert allein schon durch sein Aussehen. Um herauszubekommen, wie er sich im Alltag bewährt, hat ihn die *HZwei*-Redaktion 14 Tage lang Probe gefahren.

Der *Renault Twizy* wird als Quad eingestuft, zugelassen ist das Fahrzeug allerdings als Leichtkraftrad. Laut Renault ist er „eine Kreuzung aus Motorroller und Stadtauto“. Die erlaubte Höchstgeschwindigkeit beträgt 80 Stundenkilometer. Tatsächlich fährt er maximal 84 km/h. Auch bergab ist nicht mehr drin, da er elektronisch abgeregelt wird. Das Mini-Auto ist gerade mal 2,33 m lang und 1,22 m breit. Mit einer Höhe von 1,45 m ist es also eher hoch als breit.

Der *Twizy* ist für schönes Wetter gemacht. Durch die fehlenden Seitenfenster (können nachgerüstet werden) fühlt man sich frei, hört allerdings auch deutlich die Abrollgeräusche der Reifen sowie das Summen des Elektromotors. Nass wird man nicht, auch nicht bei Starkregen. Lediglich Spritzwasser dringt ins Innere, zumindest wenn die hochschwenkbaren Türen installiert sind. Ein Lappen sollte aber trotzdem mitgeführt werden, um die Kunststoffsitze nach einem Schauer abwischen zu können. Auf jeden Fall ist warme Kleidung anzuraten, auch bei moderaten Temperaturen im Sommer, schließlich ist das Fahren im *Twizy* eher mit einer Fahrt in einem überdachten Motorrad vergleichbar als mit einer Tour in einem beheizbaren Automobil. Auch die harte Federung erinnert eher an ein motorisiertes Zweirad oder eben an ein Quad. Wegen des kurzen Radstandes werden Fahrer und Beifahrer zum Teil merklich umhergeschüttelt, insbesondere auf Schlaglochpisten.

GÜNSTIGER GRUNDPREIS Die langsam nach oben aufschwingenden Türen verleihen dem ohnehin schon futuristisch aussehenden Zweisitzer einen besonderen Reiz. Für den Beifahrer ist es aber trotzdem nicht einfach, hinten Platz zu nehmen, obwohl der Vordersitz vorschiebbar ist. Renault schreibt zwar, der *Twizy* „bietet zwei vollwertige Sitzplätze plus Gepäckraum“, tatsächlich ist der Sozius aber vorrangig für Kinder akzeptabel. Für Erwachsene über 1,80 m wird es eng, weil der Kopf ans Dach stößt.

Erhältlich ist der Kleinwagen seit April 2012 in drei Ausführungsformen: als *45 Urban* (max. 45 km/h, 4 kW, für 6.990 €), als *Technic* (8.490 €) sowie als *Sport Edition* (9.250 €) jeweils mit mindestens 50 € monatlicher Akku-Miete über drei Jahre. In der Basisausführung sind die halbhohen Flügeltüren (590 €) allerdings nicht enthalten. Will man zusätzlich noch Außenscheiben, fallen nochmals 299 € an.

Das Leergewicht beträgt 487 kg, die Leistung 13 kW_{max} (57 Nm). Geladen wird das kugelige Mobil ganz einfach an der Steckdose. Dafür befindet sich vorne ein kleines Fach für das Spiralkabel. Die Befüllung des im Unterboden mittig verbauten Antriebsakkus (Lithium-Ionen, Kapazität: 6,1 kWh) dauert etwa 3,5 Stunden. Ungewohnt sind die dabei auftretenden Summ-Geräusche der Akku-Kühlung, die auf dem eigenen Grundstück kein Problem darstellen, bei einer Aufladung am Straßenrand aber sicherlich die Passanten irritieren dürften. Die Reichweite wird mit 100 km angegeben, aber selbst nach vollständiger Aufladung erschienen im Test lediglich 60 km in der Anzeige. Zum Glück liegt aber die tatsächlich zurückzulegende Distanz bei energiesparender Fahrweise höher, als dieser errechnete Wert vermuten lässt.

Ein interessantes Einsatzgebiet für dieses Fahrzeug hat die schweizerische Gemeinde Bülach gefunden. Dort fährt die Stadtpolizei seit April 2013 mit dem elektrischen Citymobil umher. Unter dem Oberbegriff „Quartierpolizei“ soll dort mehr Bürgernähe praktiziert werden, um mehr Vertrauen bei der Bevölkerung zu erzielen. Neben der Präsenz der Polizei vor Ort soll auch eine Vorbildfunktion in punkto Umweltbewusstsein wahrgenommen werden.

GETEILTES ECHO Auf Interesse stößt der Twizy auf jeden Fall, das belegen erste Verkaufszahlen (2012: 2.359, 2013 bis Apr.: 249) zahlreiche Gespräche mit neugierigen Passanten, mit denen man während der Testfahrten in Kontakt kommt. Dann heißt es beispielsweise: „Wenn der Preis stimmt, wird das mein Zweitauto nächstes Jahr.“ Von der Jugend sind aber auch ganz andere Kommentare zu hören: „Ist das da dein Vater, der dich in diesem peinlichen Auto abholt?“ Auf der anderen Seite ergeben sich allerdings auch folgende Dialoge: Mathilde (6 J.) sieht das Elektrogefährt und sagt: „Der ist ja cool.“ Gegenfrage des Fahrers: „Was ist denn daran so cool?“ Antwort: „Alles!“ ||

BERLIN-BRANDENBURG – DAS PRAXISLABOR FÜR ELEKTROMOBILITÄT

Foto: Kay Stresser

Die Elektromobilität kommt. Vor allem in großen Ballungsräumen wie Berlin-Brandenburg wird die Elektromobilität als Teil von Smart-City-Projekten stark an Bedeutung gewinnen. Die Auszeichnung der Region zum internationalen Schaufenster der Elektromobilität, mehr als 150 Projekte in der Stadt wie auch die Zusammenarbeit der Berliner Agentur für Elektromobilität eMO mit über 200 namhaften Wirtschaftsunternehmen bestätigen den Aufwärtstrend.

BERLIN-BRANDENBURG ALS EUROPÄISCHE LEITMETROPOLE Ende Mai 2013 hielt die Bundeskanzlerin Angela Merkel auf der Internationalen Konferenz für Elektromobilität eine Grundsatzrede, in der sie die Bedeutung des Themas hervorhob und Unternehmen den Rückhalt der Regierung signalisierte. Trotz großer Skepsis in der Bevölkerung ist Elektromobilität im Kommen. Bereits jetzt werden in Berlin und Brandenburg mehr als 150 Projekte in dem Bereich vorbereitet, umgesetzt oder sind schon abgeschlossen. In der Hauptstadt, die mit mehr als 220 öffentlich zugänglichen Ladepunkten über eine sehr gute Infrastruktur verfügt, sind heute rund 1.200 Elektrofahrzeuge auf der Straße: Tendenz steigend.

INTERNATIONALES SCHAUFENSTER ELEKTROMOBILITÄT Seit April 2012 ist Berlin-Brandenburg internationales Schaufenster der Elektromobilität. Ziel des von der Bundesregierung und den Ländern Berlin und Brandenburg geförderten Programms ist es, 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.

Foto: D. Lassig

PROJEKTE SIND GESTARTET Durch 32 Kernprojekte und weitere assoziierte Projekte wird die Elektromobilität für Berliner und Besucher im Rahmen des Schaufensters bis zum Jahr 2015 erlebbar. So plant die Deutsche Bahn die Anschaffung weiterer 250 Elektro-Pkw zur Erweiterung ihres stationsungebundenen Carsharing-Angebots in Berlin. Zudem soll deren Einbindung in das Energiesystem getestet werden. Zwischen dem südwestlichen Umland und Steglitz ist ein Pedelec-Korridor geplant, der Pendler dazu motivieren soll, auf Elektro-Fahrräder umzusteigen. Mittels „Mobilitätskarte“ oder Smartphone-App sollen die verschiedenen Mobilitätsangebote vernetzt werden. Damit einher geht die Erweiterung der öffentlich zugänglichen Ladepunkte auf bis zu 1.600 bis Ende 2015, für die das Land Berlin derzeit die planerischen und genehmigungsrechtlichen Voraussetzungen schafft.

MEHR ALS 250 PARTNER AUS ALLEN BRANCHEN Die Berliner Agentur für Elektromobilität eMO arbeitet mit 250 Projektpartnern aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft an der Umsetzung der Schaufensterprojekte. Die Länder Berlin und Brandenburg, rund 200 große und mittelständische Unternehmen, 30 F&E- sowie Bildungseinrichtungen und 20 Kammern und Verbände bilden ein starkes Netzwerk für die Elektromobilität. Berlin zieht als Metropole nicht nur Touristen an, auch die größten Automobilhersteller der Welt erklären sich gerne bereit, am internationalen Schaufenster für Elektromobilität in Berlin-Brandenburg mitzuwirken.

Denn Elektromobilität ist und bleibt ein Zukunftsthema. Während sich 2013 noch vieles in Vorbereitung befindet, wird im Jahr 2014 mit neuen Modellen verschiedener Hersteller ein regelrechter „Elektromobilitätsschub“ erwartet. Es ist an der Zeit zu erkennen, dass nicht die Probleme, sondern die Chancen beim Thema Elektromobilität weit überwiegen! ||

BERLINER AGENTUR FÜR ELEKTROMOBILITÄT eMO
eMO ist eine Agentur des Landes Berlin und wird getragen von der Berlin Partner GmbH sowie der TSB Innovationsagentur Berlin GmbH. 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

Thema: Elektromobilität | **Autor:** Wolfgang Fischer

NACHHALTIGE MOBILITÄT ALS LEITTHEMA

Schaufenster-Serie: Baden-Württemberg

Abb. 1: Projektübergreifende Forschung [Foto: e-mobil BW]

Das Grundbedürfnis der Menschen aller Generationen nach Mobilität wird in den kommenden Jahren weiter zunehmen. Damit steigt vor allem in urbanen Ballungsräumen die Verkehrsbelastung. Mobilität wird zu einem wichtigen Wettbewerbsfaktor und einem Indikator für Lebensqualität. Gleichzeitig erfordern Themen wie begrenzte Ressourcen und steigende Umweltbelastung ein Umdenken. Das Thema Nachhaltigkeit erhält dadurch auch im Mobilitätsbereich zunehmend große Bedeutung. Nachhaltige Mobilität heißt dabei ökologisch sinnvolle Lösungen zu finden, die ökonomisch erfolgreich und sozial verträglich sind. Elektromobilität ist ein zentrales Element nachhaltiger Mobilität und damit Teil eines langfristigen technologischen und gesellschaftlichen Wandels.

Die Nationale Plattform Elektromobilität (NPE) sieht die aktuelle Entwicklung in der Phase der Marktvorbereitung, in der es wesentliche Weichenstellungen zu treffen gilt. Die vier Schaufenster Elektromobilität, die im April 2012 von der Bundesregierung ausgewählt wurden, sind als großangelegte, anwendungsorientierte Forschungsprojekte an der Schnittstelle von Energiesystem, Fahrzeug und Verkehrssystem wichtige Instrumente, um den späteren Markthochlauf vorzubereiten. Insgesamt stellt der Bund für das Schaufensterprogramm Fördermittel in Höhe von 180 Millionen Euro bereit.

Das baden-württembergische Schaufenster Elektromobilität *LivingLab BW*^{e}*mobil* wird neben der Förderung durch die Bundesregierung zudem durch das Land Baden-Württemberg und die Region Stuttgart mit erheblichen Mitteln unterstützt. Ziel des Projektverbunds, der von der Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie e-mobil BW und der Wirtschaftsförderung Region Stuttgart koordiniert wird, ist die Erarbeitung vernetzter Mobilitätssysteme und die Erforschung von Geschäftsmodellen. Bis 2015 werden in der Region Stuttgart sowie in der Stadt Karlsruhe über 2.000 E-Fahrzeuge auf die Straße gebracht und über 1.000 Ladepunkte installiert. Die Aktivitäten der mehr als 100 beteiligten Partner aus Wirtschaft, Wissenschaft und öffentlicher Hand bilden das komplexe System Elektromobilität ab.

Das *LivingLab BW*^{e}*mobil* verfolgt einen systemischen Ansatz. Die rund 40 ineinander greifenden Projekte bearbeiten neun zentrale Themenfelder: Intermodalität, Flotten und gewerbliche Verkehre, Energie, Infrastruktur und IKT, Wohnen und Elektromobilität, Stadt- und Verkehrsplanung, Fahrzeugtechnologie, Kommunikation und Partizipation, Ausbildung und Qualifizierung sowie projektübergreifende Forschung.

Eine der wesentlichen Fragen des *LivingLab BW*^{e}*mobil* ist, wie man die verschiedenen Formen der Elektromobilität für möglichst viele Menschen „erfahrbar" machen kann. Zentral ist hierfür das Themenfeld **Intermodalität:** In den Projekten *e-Flinkster* und *eCall a Bike* sowie *GuEST* werden Elektrofahrzeuge im Carsharing und im Taxibetrieb eingesetzt. Das Projekt *HyLine-S* verwendet Plug-In-Hybridbusse im ÖPNV. In den Projekten *E-2-R/NETZ-E-2-R* dienen Pedelecs als Mittel der Anschlussmobilität an Bahnhaltepunkten. Wichtig ist, dass die verschiedenen elektromobilen Verkehrssysteme intelligent mit dem ÖPNV zu einem intermodalen Verkehrssystem mit einem einheitlichen Zugangsmedium verknüpft werden. Ein Konsortium mit vielen Partnern arbeitet deshalb im Projekt *Stuttgart Services* an der Entwicklung einer „Intermodalitätskarte", die den Nutzern Vorteile wie eine einfache Handhabung, standardisierte Anwendung und einen gesteigerten Mobilitätskomfort bietet. Damit wird der Zugang zur Elektromobilität so einfach wie möglich gestaltet.

Große Potenziale für die Anwendung der Elektromobilität werden auch im Bereich **Flotten und gewerbliche Verkehre** gesehen. Infolge hoher Fixkosten, aber niedriger variabler Kosten bieten Elektrofahrzeuge bei hoher Auslastung bereits heute die Perspektive eines wirtschaftlichen Einsatzes. Im *LivingLab BW*^{e}*mobil* werden deswegen verschiedene Flottenprojekte mit unterschiedlichem thematischem Fokus umgesetzt: Im Projekt *Get eReady* sollen zum Beispiel Unternehmen und Organisationen unterstützt werden, Elektrofahrzeuge verschiedenster Hersteller in ihre Flotten zu integrieren und durch Zugang zu Infrastruktur und einem offenen Service-Management-System eine optimale Auslastung der Fahrzeuge zu erreichen. Mit dem Einsatz von E-Fahrzeugen in seinen verschiedenen Fuhrparken wird auch das Land Baden-Württemberg im Projekt *Landesfuhrpark* mit gutem Beispiel vorangehen. Im grenzüberschreitenden Projekt *RheinMobil* geht es um die Frage, wie Elektrofahrzeuge im Pendler- und Dienstverkehr in Richtung Frankreich wirtschaftlich eingesetzt werden können. Das Projekt *Urbaner logistischer Wirtschaftsverkehr* behandelt die Frage des Einsatzes von Elektrofahrzeugen im Lieferverkehr, während die Projekte *efleet Flughafen Stuttgart* und *Umweltfreundliche Kommunalfahrzeuge* sich mit dem Einsatz von elektrifizierten Spezialfahrzeugen befassen.

Die Konvergenz der Branchen Energie, IKT und Fahrzeug ist ein weiteres zentrales Element des Systems Elektromobilität. Eine möglichst intelligente und effiziente Ladeinfrastruktur im öffentlichen und halb-öffentlichen Raum ist eine wichtige Voraussetzung für das Ziel einer flächendeckenden Nutzung von Elektromobilität. Wie diese gestaltet werden muss, steht im Zentrum der Projekte im Themenfeld **Energie, Infrastruk-**

tur und IKT. Thematisiert werden verschiedenen Fragestellungen: Das Projekt *Ladeinfrastruktur Stuttgart und Region* fragt nach tragfähigen Geschäftsmodellen für eine öffentliche Ladeinfrastruktur, die vor allem von Carsharing-Fahrzeugen genutzt werden. Im Projekt *Integriertes Flottenladen* geht es um die Konzeption und Untersuchung eines integrierten Flotten- und Lademanagementsystems, während das Projekt *charge@work* die Möglichkeiten von Ladeinfrastruktur im halböffentlichen Raum, vor allem an Mitarbeiterparkplätzen in den Blick nimmt.

Ergänzend dazu wird im Themenfeld **Wohnen und Elektromobilität** in verschiedenen Wohnbauprojekten die Integration der Elektromobilität in nachhaltige Wohnkonzepte untersucht. Im Projekt *Fellbach ZEROplus* entstehen sieben Energie-Plus-Häuser, die ihre überschüssige Energie auch für Elektromobilität nutzen können, während das Projekt *Wohnen und Elektromobilität im Rosensteinviertel Stuttgart* untersucht, wie sich elektromobile Carsharing-Modelle sinnvoll in ein neues Wohnquartier mit ganzheitlichem Energiesystem integrieren lassen.

Angesichts eines anhaltenden Trends zur Urbanisierung und einer steigenden Umwelt- und Verkehrsbelastung in Innenstädten bietet die Elektromobilität gerade in Städten große Potenziale. Im Themenfeld **Stadt- und Verkehrsplanung** untersucht das Projekt *Ludwigsburg Intermodal* die Fragestellung, wie ein Bahnhof als intermodaler Knotenpunkt möglichst sinnvoll und komfortabel gestaltet werden kann. Das Projekt *e-carPark Sindelfingen* entwickelt ein Mobilitätskonzept zu einem als Energieeffizienzpark konzipierten Gewerbegebiet. Im verkehrsplanerischen Projekt *e-Verkehrsraum Stuttgart* geht es um die Einbettung der Elektromobilität in moderne Mobilitäts- und Verkehrskonzepte und die Entwicklung eines Planungsinstruments.

Baden-Württemberg ist darüber hinaus seit jeher ein wichtiger Standort der Automobilindustrie. Mit Daimler, Porsche und Audi beteiligen sich die drei großen im Land heimischen Automobilhersteller am baden-württembergischen Schaufenster Elektromobilität im Bereich **Fahrzeugtechnologie** und erproben in den Projekten *Audi NEoS, Daimler – Elektromobile Testflotten* und *Porsche Panamera Plug-In Hybrid* die neueste Generation von Elektrofahrzeugen.

Jeder Technologiewandel ist auch mit sozialen Veränderungen verbunden. Um die Bürgerinnen und Bürger frühzeitig in diesen Transferprozess zu integrieren, werden begleitend Projekte wie die Wanderausstellung *eCube* oder das *Online-Schaufenster* zur **Kommunikation und Partizipation** umgesetzt, die an verschiedene Zielgruppen adressiert sind. Verschiedene Projekte im Bereich e-Bürgerbus untersuchen die Fragestellung, wie in Gebieten ohne engmaschige Versorgung durch den ÖPNV auf Basis bürgerschaftlichen Engagements Elektrofahrzeuge im Betrieb von Bürgerbuslinien eingesetzt werden können.

Im Themenfeld **Ausbildung und Qualifizierung** entstehen außerdem ein *Mobiles Schulungszentrum* sowie eine *Schauwerkstatt*. Damit werden potenzielle Fachkräfte früh und realitätsnah an das Thema Elektromobilität herangeführt und auf veränderte Anforderungen vorbereitet. Das Projekt *e-Fahrschule* nimmt die Integration der Elektromobilität in die Fahrlehreraus- und -weiterbildung in den Fokus.

Begleitet werden alle Projekte von einer **projektübergreifenden Forschung,** die verschiedene Aspekte wie beispielsweise das Nutzerverhalten, den Mobilitätskomfort, die Wertschöpfungspotenziale der Elektromobilität sowie die Integration der Elektromobilität in das Energiekonzept Baden-Württemberg untersucht.

Baden-Württemberg hat sich in den vergangenen Jahren zu einer führenden Region im Bereich von nachhaltiger Mobilität entwickelt. Meilensteine auf diesem Weg waren vor allem die Landesinitiativen Elektromobilität 2009 und 2011, aber auch die *Modellregion Elektromobilität Region Stuttgart* sowie der Erfolg des von der e-mobil BW gemanagten Clusters Elektromobilität Süd-West bei der Spitzenclusterinitiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Insbesondere durch das Zusammenspiel von Spitzencluster Elektromobilität Süd-West und *LivingLab BW*e*mobil* bieten sich Baden-Württemberg hervorragende Chancen: Durch die auf die Industrialisierung der Elektromobilität ausgerichtete Arbeit im Spitzencluster soll innovative Technologie in Baden-Württemberg nicht nur erforscht und entwickelt, sondern zukünftig auch produziert werden. In Kombination mit den markt- und anwendergerichteten Aktivitäten im Schaufenster entsteht so ein sich verstärkender Innovationsprozess, der den richtigen Rahmen für die nachhaltige Mobilität der Zukunft schafft, die ökologische, soziale und ökonomische Anforderungen harmonisch miteinander vereint. ||

→ www.schaufenster-elektromobilitaet.org, www.livinglab-bwe.de

Autor:

Dr. Wolfgang Fischer
Schaufenster Elektromobilität LivingLab BWe mobil, Stuttgart
→ wolfgang.fischer@e-mobilbw.de

SCHAUFENSTER-PROJEKTE SIND GESTARTET

Nach einer langen Vorbereitungszeit scheinen allmählich die Schaufenster mit Inhalten gefüllt werden zu können. So erklärte Gernot Lobenberg von der Berliner Agentur für Elektromobilität *eMO:* „Weitere Projekte in unserem internationalen Schaufenster sind im Mai gestartet, für den Rest erwarten wir bis Ende Juni die Förderbescheide von den vier Bundesministerien." Ähnlich hört es sich bei Dr. Johann Schwenk von der Bayern Innovativ GmbH an: „Wir freuen uns, dass bis dato ein Großteil der Projekte im Schaufenster Bayern-Sachsen den Förderbescheid erhalten hat und bereits teilweise mit entsprechenden Auftaktveranstaltungen erfolgreich gestartet ist. Wir gehen weiterhin von einer sehr zeitnahen Bewilligung der noch wenigen ausstehenden Förderungen aus."

SERIE ELEKTROMOBILITÄT

Mit diesem Teil über Baden-Württemberg endet die Serie *Schaufenster Elektromobilität*. Alle vier Regionen wurden nun vorgestellt. Zuvor waren auch bereits die acht *Modellregionen Elektromobilität* in einer ähnlichen Serie präsentiert worden. Dies kann alles nachgelesen werden im *HZwei*-Zeitschriftenarchiv unter: www.hzwei.info/download.phtml.
Es tut sich aber auch weiterhin viel im E-Mobility-Sektor. Deswegen wird an dieser Stelle auch in Zukunft über e-mobile Regionen in Deutschland informiert. Den Anfang für eine neue Serie über E-Mobility-Cluster wird im Oktober-Heft 2013 die *Allianz Elektromobilität*, die aus der Modellregion Rhein-Main hervorgegangen ist und 17 regionale Partner vereint, machen.

Thema: Elektromobilität | **Autor:** Jörg Welke

KUSCHLIGKEIT IM *EFFIZIENZHAUS PLUS*

Erfahrungsbericht einer Testfamilie

Fünfzehn Monate sind vergangen, seit die Möbelpacker zum ersten Mal in unserer Wohnung standen. Und nun kommen sie wieder. Unsere Zeit des Testwohnens ist vorüber. Wir haben mehr als ein Jahr lang im *Effizienzhaus Plus* in der Berliner Fasanenstrasse die Laborhasen gespielt. Das Haus wurde vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) als Einfamilienhaus, als kleines Kraftwerk, als Ressourcendepot, als Dialogplattform und Forschungsobjekt gebaut. Gleich vorab: Es hat uns allen sehr viel Spaß gemacht, in diesem Haus zu wohnen und die Elektroautos und Pedelecs zu fahren. Wir haben sehr viel gelernt: Über moderne Technik, über alternative Antriebe, über innovative Architektur, über Möglichkeiten und Grenzen und auch, wie es ist, wöchentlich Journalisten Rede und Antwort zu stehen.

Vor fast eineinhalb Jahren am Ende des Bewerbungsverfahrens, als Testfamilie in das Haus einziehen zu dürfen, hatte Bundesbauminister Dr. Peter Ramsauer fünf Familien zu sich ins Ministerium eingeladen, um das Los entscheiden zu lassen. Schon damals sagte er im besten Bayrisch: „Des Haus hat oane Kuschligkeit." Und so war es tatsächlich auch. Obwohl das Haus von außen durch den dunklen Kubus eher abweisend wirkt, ist es innen durch den warmen Eichenboden und die große Glasfassade, die viel Licht hereinlässt, umso freundlicher. Ein großes Plus für uns war etwas, was auf den ersten Blick nicht sichtbar ist: das gute Gewissen, unseren eigenen selbst produzierten erneuerbaren Strom zu verbrauchen und davon sogar noch etwas für andere Verbraucher in das Netz abgeben zu können. Wir wussten immer ganz genau, woher der Strom kommt und wie er produziert wurde. Eine zusätzliche Besonderheit war die 40-kWh-Hausbatterie, bestehend aus 7.200 Lithium-Ionen-Second-use-Akkus (ausrangierte Batterien des *BMW Mini-E*), die den hauseigenen Solarstrom immer dann zwischengespeichert haben, wenn wir ihn nicht verbrauchen konnten.

WOHNEN IM *EH+* Immer wieder kamen Reporter und waren enttäuscht, wenn sie mit der Erwartung in unser Haus kamen, energieeffiziente Hightech-Anlagen im Wohnzimmer bestaunen, fotografieren und filmen zu können, und nichts dergleichen vorfanden. Denn das Wohnen im *EH+* ist eben nicht besonders futuristisch, sondern vielmehr völlig normal. Wir mussten nicht lernen, wie das Haus „bedient" wird, und wir mussten auch nicht unsere Familiengewohnheiten ändern.

So wie wir die letzten 15 Monate verbracht haben, wohnen auch viele andere Familien: rund 130 Quadratmeter Wohnfläche mit offener Wohnküche, zwei Kinderzimmer und ein Schlafzimmer, hell, modern und großzügig eingerichtet. Nichts Spektakuläres also. Es gab hier nichts, was das Wohnen entweder umständlich oder wesentlich einfacher gemacht hätte. Kochen mussten wir schon selbst. Durch die sehr gute Dämmung und die effizienten Elektrogeräte in diesem „unserem" Haus haben wir allerdings nicht nur sehr wenig Energie verbraucht. Mit Hilfe der 17-kW-Peak-Photovoltaikanlage, die auf dem Dach montiert und in die Fassade integriert über eine Fläche von insgesamt 170 m^2 verfügt, produziert das Haus so viel Strom, dass damit auch noch die beiden Elektroautos und Pedelecs vor der Tür geladen werden konnten und zusätzlich überschüssiger Strom in das Stromnetz eingespeist wurde.

VERGESSEN, DAS KABEL EINZUSTÖPSELN Die größte Umstellung in unserem Testfamilienleben war der Lage des Hauses geschuldet. Es steht elf Kilometer von unserer alten Wohnung entfernt in Berlin Charlottenburg. Und da wir Erwachsenen weder unsere Arbeitsplätze noch die Kinder ihre Schulen und Sportvereine gewechselt hatten, mussten wir notgedrungen jeden Morgen und jeden Nachmittag quer durch die Stadt fahren. Aber dafür hatten wir ja die Elektroautos. Alle drei Monate haben wir jeweils zwei Neue bekommen. Fünf deutsche Autohersteller haben uns nacheinander ihre ersten serienreifen Versuchfahrzeuge vor die Tür gestellt. Angefangen hatte Daimler mit einem *e-Smart* und einer umgerüsteten A-Klasse mit induktiver Lademöglichkeit. Unmittelbar vor dem Haus befand sich dafür eine im Boden verborgene Platte, die mit ihrem Pendant im Auto dafür sorgte, dass nicht für jeden Ladevorgang das Kabel herausgeholt und an die Ladestation angeschlossen werden musste. Was wir zunächst für eine

überflüssige technische Spielerei gehalten hatten, entpuppte sich rückblickend als wahrer Segen. Alle anderen E-Autos mussten konduktiv, also per Kabel, geladen werden. Und daran haben wir nicht immer gedacht, wenn wir nachmittags das Auto abgestellt haben, was ab und an zum Umstieg auf den öffentlichen Verkehr mangels geladener Batterie am nächsten Morgen geführt hat.

Wann immer wir gefragt wurden, welches Elektroauto für uns denn nun die Nummer eins war, musste ich entschuldigend mit den Schultern zucken: Kein Favorit in Sicht. Jedenfalls was das pure Fahrverhalten anging. E-Auto-Fahren ist immer ein Vergnügen: Nichts ruckelt oder holpert, es geht immer sanft, aber zügig von der Ampel weg. So mancher Berliner Sportwagenfahrer bekam in den letzten 15 Monaten mit großen Augen unseren Staub zu schlucken und durfte sich unsere Rücklichter anschauen. Die Geräuschlosigkeit ist toll und fällt einem vor allem dann wieder auf, wenn man wieder einmal in einem Benziner oder Diesel sitzt. Das alles galt für alle sieben verschiedenen Modelle: Die bereits erwähnten von Daimler, zwei *VW-e-Golf,* der *Aktive-e* und ein Elektro-Mini von BMW, zwei Audi *A1-etron* und zu guter Letzt zwei *Ampera* von Opel. Unterschiede in Komfort und Ausstattung waren natürlich wie bei den herkömmlich fossil betriebenen Ursprungsmodellen auszumachen. Für unsere vierköpfige Familie, die häufig mit Musikinstrumenten unterwegs ist, war da vor allem das sehr unterschiedliche Platzangebot in den Hecks der Wagen ein Distinktionsmerkmal.

(KEIN) PROBLEM DER REICHWEITE Und dann war da ja noch das Problem mit der Reichweite: Weil wir eine experimentierfreudige Familie sind und weil wir wissen wollten, was dran ist an der viel zitierten Reichweitenangst, haben wir es immer und immer wieder gewagt, die letzten Reserven aus den Autos herauszukitzeln. Nach Halle an der Saale sind wir gefahren, sind dort über Nacht gestrandet, weil Ladesäulen defekt waren. Für den Urlaub auf Amrum haben wir den Kofferraum vollgepackt, unterwegs Freunde über Nacht zum Batterieaufladen besucht und sind mit den allerletzten Kilowattstündchen an die Mole gerollt (die letzten 20 Meter haben wir das Auto sogar geschoben). Ausflüge ins Brandenburgische mussten perfekt geplant werden, um nicht auf der Heimfahrt im Berliner Speckgürtel hängen zu bleiben. Am Ende hat es immer irgendwie gepasst, rund 150 Kilometer – mal mehr mal weniger – haben alle Wagen ohne Zwischenladung auf die Straße gebracht. Wir selbst hatten keine Eile, und wenn die Ladeinfrastruktur immer so vorhanden und intakt gewesen wäre wie vorgesehen, wäre uns das eine oder andere Abenteuer erspart geblieben.

Abb. 2: Verkehrsminister Peter Ramsauer zu Besuch bei Familie Welke-Wichers [Fotos: BMVBS]

FAZIT Für die Stadt sind die Elektroautos perfekt und ganz sicher eine wichtige Zukunftsoption, mit der entsprechenden Infrastruktur auch für mittlere und weitere Strecken. Für ganz Eilige gibt es ja auch noch den ICE der DB, der ist unschlagbar schnell.

So kurz vor dem Umzug werden wir fast täglich gefragt, ob wir nicht traurig sind, das Effizienzhaus nun wieder verlassen zu müssen. Aber alle Familienmitglieder sind sich einig: Wir freuen uns, wieder in den Prenzlauer Berg zurückzukehren. Es war eine schöne Zeit hier in Charlottenburg, halböffentliches Wohnen müssen wir aber nicht auf Dauer haben. Am meisten werden wir Erwachsenen die tollen Pedelecs vermissen, die übrigens auch induktiv beladen werden. Täglich (Simone), oder wann immer es möglich war (Jörg), sind wir mit ihnen durch die Stadt gesaust. Und natürlich werden uns die wilden Kaninchen in unserem Garten fehlen, die immer mutiger wurden und bis an die Glasfassade herangehoppelt kamen. ||

Autor:

Jörg Welke, Berlin

START FÜR *IX35 FCV* UND *ZOE*

Hyundai hat den Vertrieb seines Brennstoffzellenautos *ix35 FCV* gestartet. Wie angekündigt (s. HZwei-Heft Jan. 2013) lieferte das südkoreanische Unternehmen Anfang Juni 15 in Kleinserie gefertigte Exemplare an die Stadt Kopenhagen aus. Bis zum Jahr 2015 sollen 1.000 Stück davon im Produktionswerk in Ulsan gebaut werden. Vorwiegend werden sie nach Skandinavien geliefert. Die Betankung dieses Sport-Utility-Vehicles mit 5,6 kg Wasserstoff, die für knapp 600 km ausreichen sollen, dauert nach Herstellerangeben vier Minuten. 2015 will Toyota mit der Markteinführung nachziehen, ebenfalls in Skandinavien.

Renault brachte indes sein viertes Elektroauto auf den deutschen Markt. Am 8. Juni 2013 starteten die Franzosen den Verkauf des kompakten Fünftürers, der zum Einstiegspreis von 21.700 Euro auch für Familien erschwinglich sein soll. Der *Zoe,* der im Format des *Clio* von Anfang an für den Elektroantrieb konzipiert wurde, verfügt unter anderem über eine Schnellladefunktion, mit der in nur 30 Minuten an einer 400-Volt-Station zu 80 % aufgeladen werden kann. Die Stromzufuhr über eine Haushaltssteckdose ist allerdings nicht möglich. Die Reichweite soll nach Herstellerangeben mit der serienmäßigen so genannten *Range-OptimiZEr*-Technik bis zu 210 km betragen. ||

BETTER PLACE INSOLVENT

Shai Agassis Traum von Batteriewechselautomaten entlang der Autobahnen scheint ausgeträumt. Nachdem der Gründer von Better Place bereits Ende 2012 ausgestiegen ist, hat das israelische Unternehmen Ende Mai 2013 Insolvenz angemeldet. Da die bereits zuvor mit wiederholten Personalwechseln in die Schlagzeilen geratene Firma (s. HZwei-Heft Jan. 2013) kein neues Geld akquirieren konnte, wurde ein Konkursverwalter mit der Abwicklung der Geschäfte beauftragt. Der Aufsichtsrat ließ dazu vermelden, dass die technischen Hürden zwar erfolgreich gemeistert wurden, aber nicht die darüber hinaus bestehenden Hindernisse. Better Place verkaufte rund 1.000 E-Autos und investierte knapp eine Milliarde US-Dollar – zu wenig, wie sich jetzt zeigt. Gilles Normand vom Partnerunternehmen Renault sagte indes in Paris, die über Better Place verkauften Exemplare des *Renault Fluence* würden nur „etwas mehr als einen Prozent“ der verkauften Elektroautos darstellen. Wie die Frankfurter Allgemeine Zeitung berichtete, erklärte der Manager für sein Unternehmen: „Die Zukunft von Elektrofahrzeugen ist absolut nicht in Frage gestellt.“ Was allerdings an dem nur eine Woche später aufkommenden Gerücht dran ist, dass der Solarunternehmer Yosef Abramowitz eine Rettung von Better Place plane, konnte bis zum Redaktionsschluss nicht geklärt werden. ||

FRANZOSEN BAUEN AM BZ-BIKE

Foto: Cycleurope

Anfang des Jahrhunderts wurde bereits über Fahrräder mit Brennstoffzellenantrieb spekuliert. Nach rund 15 Jahren könnte es so weit sein, dass tatsächlich BZ-Bikes auf den Markt kommen. In Nizza hat Cycleurope Industries France Ende Mai 2013 den Prototyp seines *Alter Bikes* während eines Fahrradkongresses vorgestellt. Das *Alter Bike* nutzt mehrere Technologielösungen inklusive einer neuen Brennstoffzellenart, einer chemischen Wasserstoffspeicherung in recyclebaren Kanistern sowie einer Hybrid-Architektur, die die Last zwischen Lithium-Ionen-Akku und Brennstoffzelle ausbalanciert. Pierre Forté, CEO vom französischen Brennstoffzellenhersteller Pragma Industries, nannte dies „das erste Produkt, in das unsere patentierte BZ-Technik mit offener Kathode integriert wird“. Cedric Loubiat, technischer Direktor des dritten Partners Ventec, erklärte: „Wir glauben daran, dass die Kombination von Brennstoffzelle und Lithium-Akku das Beste aus beiden Techniken vereint: Leistung und Reichweite, und dieses Rad ist der reale Beweis.“ Jérôme Valentin, CEO von Cycleurope, sieht einen großen Markt für dieses BZ-Bike im Sektor elektrischer Fahrräder – ab 2014 im Fahrradverleih, ab 2016 für Otto-Normalverbraucher. ||

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

JULI

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

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

08.-09.07. Batterien und Brennstoffzellen
Seminar, Ulm, WBZU,
Tel. 0731-17589-21, Fax -10,
www.wbzu.de

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, Frankfurt a.M., Verband der Automobilindustrie, Tel. 069-97507-0, Fax -261, *www.iaa.de*

16.-27.09. European Summer School on Fuel Cell, Battery & Hydrogen
Seminar, Athen/Griechenland,
FZ Jülich, Tel. 02461-612244,
www.fz-juelich.de/iek/iek-9/

17.09. Fachkongress Elektromobilität
Konferenz, Frankfurt a.M., VDA,
Tel. 030-897842-0, Fax -600,
www.iaa.de

17.-18.09. DBI-Fachforum Energiespeicher
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

23.-27.09. European Technical School on H2 & FC
Seminar, Heraklion/Griechenland,
University of Ulster,
Tel. +44-289036875,
http://h2fc.eu/files/downloads/newsletter2013_crete.pdf

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

25.-28.09. World Hydrogen Technologies Convention
Konferenz & Messe, Shanghai/China,
WHTC2013 Secretary,
Tel. +86-13611110284,
www.whtc2013.com

26.-27.09. Batteriesysteme für Elektrofahrzeuge
Symposium, Ostfildern, TAE,
Tel. 0711-34008-29, Fax -30,
www.tae.de

26.-29.09. RENEXPO
Kongress & Messe, Augsburg, Reeco GmbH, Tel. 07121-3016-0, Fax -100,
www.renexpo.de

30.09.-02.10. f-cell & Battery+Storage & e-mobil BW Technologietag
Kongress & Messe, Stuttgart, Peter Sauber Agentur Messe & Kongresse,
Tel. 0711-656960-52, Fax -99,
www.world-of-energy-solutions.de

OKTOBER

14.-16.10. Elektromobilität
Seminar, Ulm, WBZU,
Tel. 0731-17589-21, Fax -10,
www.wbzu.de

15.-17.10. eCarTec
Kongress & Messe, München, Munich-Expo, Tel. 089-3229911-2, Fax -9,
www.ecartec.de

17.-18.10. econ-fleet
Messe & Konferenz, Münster,
Halle Münsterland,
Tel. 0251-660046-4, Fax -9,
www.econ-fleet.de

21.-24.10. Fuel Cell Seminar & Energy Exposition
Messe & Konferenz, Columbia/USA,
Fuel Cell Seminar Headquarters,
Tel. +1-803545-0189, Fax -0190,
www.fuelcellseminar.com

23.-25.10. Lithium-Batterien
Seminar, Ulm, WBZU, Tel. 0731-17589-21, Fax -10, *www.wbzu.de*

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

30.- 31.10. ACI's 2013 Hydrogen & Fuel Cells Energy Summit
Messe & Konferenz, Berlin, ACI,
Tel. +44-20-3141-0606,
www.wplgroup.com/aci/

NOVEMBER

05.11. Sächsisches Forum für Brennstoffzellen & Energiespeicher
Tagung, Leipzig, Energy Saxony,
Tel. 0351-486797-11, Fax -49,
www.energy-saxony.net

05.-07.101 Sicherheit im Umgang mit Wasserstoff
Seminar, Ulm, WBZU, Tel. 0731-17589-21, Fax -10, *www.wbzu.de*

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

07.-09.11. Nutzung erneuerbarer Energiequellen & Wasserstofftechnik
Symposium, Stralsund, FH Stralsund,
Tel. 03831-45-6713, Fax -711713,
www.fh-stralsund.de

13.-14.11. Ecomobil
Messe & Konferenz, Offenburg, Messe Offenburg, Tel. 0781-9226-91, Fax -77,
www.ecomobil-kongress.de

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

17.-20.11. Electric Vehicle Symposium 27
Konferenz, Barcelona/Spanien, WEVA,
www.evs27.org

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

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*

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

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

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

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

ELEKTROLYSEURE

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

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

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

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

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

ENERGIESPEICHERUNG

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

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, Schleißheimer Str. 95, 85748 Garching bei 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 Doncaster-Platz 5, 45699 Herten
d.kwapis@herten.de, www.wasserstoffstadt-herten.de

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

VERANSTALTER

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

20th Group Exhibit Hydrogen + Fuel Cells + Batteries HANNOVER MESSE 2014, 7.-11. April, Tobias Renz FAIR Tobias Renz, *tobias@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*

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

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

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

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

WEITERBILDUNG

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

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

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

ZULIEFERER

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

Bürkert Werke GmbH & 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*

Generation elektromobil

Die Generation elektromobil bewegt sich: Das Mobilitätsbedürfnis von Menschen jeden Alters ist größer geworden und wird noch weiter zunehmen. Sowohl die Technologie, mit der wir uns bewegen, als auch die Art und Weise, wie wir unsere Wege zurücklegen, wird sich verändern. Die Mobilität der Zukunft wird umweltfreundlich, intermodal, marktgerecht und für alle Bürgerinnen und Bürger zugänglich sein. In Baden-Württemberg 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.