

DAS MAGAZIN FÜR WASSERSTOFF UND  
BRENNSTOFFZELLEN

# H<sub>2</sub>zwei



→ BUS, LKW, ZUG – NUTZFAHRZEUGE ALS NEUE  
NISCHEN FÜR BRENNSTOFFZELLEN

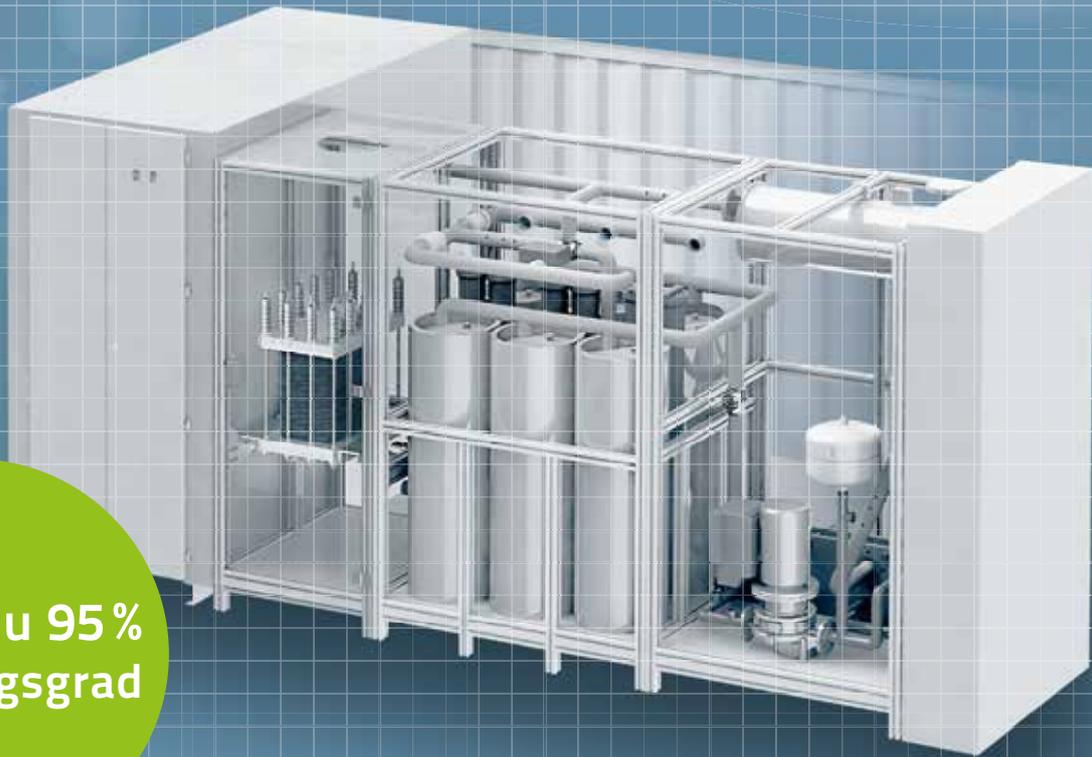
→ INTERVIEW MIT NORDFRIESISCHEM  
WINDKRAFTPIONIER REINHARD CHRISTIANSEN





Hydrogen is now.

**H-TEC SYSTEMS**



➔ bis zu 95%  
Wirkungsgrad

H-TEC Series-ME: ME 100/350\*

# READY. SET. SUPPLY.

Als Turn-Key-Lösung überzeugen die Elektrolyseure der H-TEC Series ME durch einen kompakten Aufbau, hohe Leistungsdichte und niedrige Betriebskosten. Mit bis zu 95% Wirkungsgrad dank Wärmeauskopplung ist sie obendrein wirtschaftlich hocheffizient. Die individuelle Leistungsgarantie setzt neue Maßstäbe und sichert neue Wege für die industrielle Nutzung von Wasserstoff. Die Elektrolyseure von H-TEC sind kurzfristig verfügbare Lösungen für eine effektive Sektorenkopplung.

\* Abbildung zeigt die Kernelemente des Elektrolyseurs.

H-TEC SYSTEMS GmbH  
Maria-Goeppert-Str. 9a · 23562 Lübeck · Deutschland  
T +49 (0) 451-399 41-0 · F +49 (0) 451-399 41-799  
info@h-tec-systems.com

Mehr Informationen unter [H-TEC-SYSTEMS.COM](https://www.h-tec-systems.com)

MADE IN GERMANY 

A GP JOULE COMPANY

# INHALTSVERZEICHNIS

## 3 Impressum

## 4 Editorial

## 5 Meldungen

Röttgen ist BEE-Geschäftsführer  
Neuer Leiter bei H-Tec Education  
Alpiq übernimmt Diamond Lite  
Nikutta leitet Alstom Deutschland  
H2-international gut etabliert

## 8 Messen

30. Electric Vehicle Symposium in Stuttgart  
Konkurrenzkampf der Messeveranstalter  
Erste H<sub>2</sub>- und BZ-Messe in Las Vegas

## 12 Hausenergie

SOLIDpower kooperiert mit Microsoft  
Elcore braucht Geld

## 14 Energiespeicherung

Zwanzig H<sub>2</sub>-Stationen für Schleswig-Holstein  
Interview mit Reinhard Christiansen, Windkraftpionier  
CertifHy – Herkunftsnachweise für grünen Wasserstoff  
Über Disruption, Bitcoins und Blockchain

## 21 Elektromobilität

Dieselpipfel: Geld ist da, aber kein Angebot  
Nutzfahrzeuge mit Null Emissionen  
NewBusFuel – Wirtschaftliche H<sub>2</sub>-Versorgung  
Großes Potential im Schwerlastsektor  
H2-Share – Kooperation im Logistiksektor  
Auf der Schiene geht's voran  
IAA in Frankfurt rückläufig

## 40 Förderung

## 41 Produktmeldungen

## 42 Entwicklung

## 44 Aktienanalyse

## 48 International

Berichte aus Japan, Norwegen, USA  
Goldgräberstimmung in China

## 58 Terminkalender

## 59 Firmenverzeichnis



Quelle: Toyota

## 30 Konzeptstudie eines H<sub>2</sub>-Trucks für Seven Eleven



## 34 Unterzeichnung des Kaufvertrags für 14 BZ-Züge



## 36 IAA Pkw: Der I.D. Crozz kommt 2020

### IMPRESSUM HZwei

DAS MAGAZIN FÜR WASSERSTOFF UND  
BRENNSTOFFZELLEN  
**HZwei**

#### ISSN:

1862-393X

#### Jahrgang:

18. (2018) / Heft 1, Januar 2018

#### Verlag:

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

#### USTID.:

DE 221143829

#### ViSdP:

Dipl.-Ing. Sven Geitmann

#### Tel./Fax:

+49 (0)330955 - 21322/20

#### E-Mail:

kontakt@hydrogeit.de

#### Internet:

www.hydrogeit-verlag.de, www.hzwei.info

#### Redaktion, Mitarbeit:

Sven Geitmann, Alexandra Huss,  
Sven Jösting, Robert Rose

#### Design:

Dipl.-Des. Andreas Wolter, Weimar

#### Satz:

Dipl.-Des. Henrike Hiersig, Berlin

#### Anzeigen:

Kirsten Laasner Projektmanagement, Bad Segeberg

#### Lektorat:

Dione Gutzmer, Berlin

#### Druck:

Printec Offset - medienhaus, Kassel

PEFC-zertifiziertes Papier



#### Druckauflage:

4.500 Stück (plus 20.000 Downloads/Jahr)

#### Erscheinungsweise:

4 x jährlich

#### Einzelpreis (Inland):

8,00 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 2,00 € Versand)

#### Jahrespreis (Inland):

30,00 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 7,00 € Versand)

#### Einzelpreis (Europa):

8,00 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 4,00 € Versand)

#### Jahrespreis (Europa):

30,00 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 16,00 € Versand)

#### Studenten:

50 % Ermäßigung

#### Kündigung:

jederzeit möglich, 6 Wochen vor nächster Ausgabe

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

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

**H<sub>2</sub>HYDROGEIT**  
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:

Mireo-Zugplattform und Kenworth-Lkw [Siemens, Ballard]

# ZUVERSICHT

Liebe Leserinnen und Leser!

Der Stimmungswandel ist deutlich spürbar, allerdings ist es bei weitem nicht so wie bei den vorausgegangenen Hypes. Vielmehr herrscht derzeit in der Wasserstoff- und Brennstoffzellenbranche so etwas wie eine hoffnungsvolle Zuversicht.

Keine Euphorie, aber auch nicht mehr diese Mutlosigkeit, die sich innerhalb der vergangenen Jahre mehrfach in der Community breitgemacht hatte und zeitweise schon etwas von Resignation hatte.

Dieses Mal scheint es so, als habe sich im H<sub>2</sub>- und BZ-Sektor die Gewissheit verbreitet, dass letztlich doch nicht alles umsonst war. Selbstverständlich haben wir noch längst keinen Marktdurchbruch, es ist aber absehbar, dass es einige Anwendungen geben wird, in denen Brennstoffzellen als Energiewandler und Wasserstoff als Energiespeicher zum Einsatz kommen werden.

Ein merklicher Schub kam bereits Anfang vergangenen Jahres, als ersichtlich wurde, dass nicht der Individualverkehr, sondern vielmehr der Last- und Nahverkehr ein immens großes Potential für die Brennstoffzellentechnik in sich birgt (s. Titelstory S. 22 bis 35). Insbesondere im Schienenverkehr wurden in den vergangenen Jahren große Fortschritte gemacht, von denen auch Lkw und Busse profitieren werden.

Hinzu kommt, dass mit größeren Fahrzeugen auch größere H<sub>2</sub>-Mengen benötigt werden, was wiederum zu mehr Durchsatz an den Tankstellen führt und deren Betrieb schneller wirtschaftlich macht.

Neu ist zudem, dass erstmals ein regulärer Flottenbetrieb vor der Umsetzung steht, und zwar beim Paketzusteller DHL, für den Streetscooter demnächst nicht nur batteriebetriebene, sondern auch brennstoffzellenbetriebene Elektrofahrzeuge produzieren soll (s. S. 39).

Damit einher geht der immer weiter wachsende Bedarf an sauberem Wasserstoff, der zukünftig in verstärktem Maße im energiereichen Norden der Bundesrepublik hergestellt werden könnte. In Schleswig-Holstein gibt es immer mehr Akteure, die die Gunst der Stunde nutzen und die immensen Grünstrommengen für eine wirtschaftliche H<sub>2</sub>-Erzeugung heranziehen wollen (s. Interview S. 14 bis 17). In Nordfriesland herrscht eine regelrechte Aufbruchstimmung, die sicherlich bald auch auf weitere Bundesländer übergreifen wird.

All diese Einzelaktivitäten lassen sich in einen übergeordneten größeren Entwicklungsprozess einordnen, der bereits Mitte der 1990er Jahre eingeleitet wurde und ungefähr zur Jahrtausendwende dazu führte, dass weltweit ernstzunehmende Forschungsarbeiten im Wasserstoff- und Brennstoffzellensektor begannen. Diese brachten im Laufe der Jahre zahlreiche neue Materialien, Komponenten und Technologien hervor, die aus heutiger Sicht einen baldigen wirtschaftlichen Betrieb entsprechender Systeme als realisierbar erscheinen lassen.

Auch bei etlichen anderen Technologien brauchte es rund fünfzehn Jahre bis zum Markteintritt. Für den US-amerikanischen Trend- und Zukunftsforscher John Naisbitt ist das der Zeitraum, in dem sich Megatrends etablieren (s. S. 44).

Und wenn wir uns den Kurvenverlauf der Aktienkurse börsennotierter Brennstoffzellenunternehmen anschauen, sehen wir aktuell ein deutlich steigendes Interesse an dieser Technologie – nicht nur in den USA, sondern auch bei deutschen Firmen wie SFC Energy. Dieser gefühlte Aufschwung darf allerdings nicht darüber hinwegtäuschen, dass die aktuellen Börsenkurse im Vergleich zu den Anfangsnotierungen immer noch sehr niedrig liegen.

Insgesamt lässt sich also feststellen, dass wir durchaus hoffnungsvoll ins neue Jahr starten können. Bevor wir allerdings mal wieder allzu euphorisch werden, sollten wir uns in Erinnerung rufen, von wo wir kommen. ||



Herzlichst

Sven Geitmann

HZwei Herausgeber

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

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

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



**Deutsches Tankstellennetz wächst und wächst ... Hydrogen Council: Wasserstoff kann bis 2050 20 % des Energiebedarfs decken ... Daimler geht jetzt auch ins stationäre Geschäft**

## RÖTTGEN IST BEE-GESCHÄFTS-FÜHRER



Peter Röttgen [Quelle: BEE]

Dr. Peter Röttgen ist seit dem 1. August 2017 Geschäftsführer des Bundesverbands Erneuerbare Energie (BEE) e. V. Röttgen war zuvor als stellvertretender Amtsleiter im niedersächsischen Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie tätig und leitete dann das Innovationszentrum für Energiespeicherung beim Energieversorger E.ON, bis der Konzern seine Tätigkeitsfelder trennte. Peter Röttgen folgt

auf Harald Uphoff, der 2016 nach dem Ausscheiden von Dr. Hermann Falk den BEE zeitweise kommissarisch geführt hatte.

BEE-Präsident Dr. Fritz Brickwedde sagte zu dieser Personalie: „Dr. Röttgen bringt exzellente und jahrelange Erfahrung aus dem öffentlichen Dienst und der Energiewirtschaft mit, so dass der BEE mit seiner Expertise personell gestärkt in die Herausforderungen der kommenden Energiewendejahre gehen kann.“

Der BEE ist ein Dachverband, der in Deutschland die Interessen von 49 Verbänden und Unternehmen bündelt. Nach eigener Zählweise spricht der Verband für 330.000 Arbeitskräfte und verfolgt das Ziel einer 100-prozentigen Versorgung mit erneuerbaren Energie in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr. ||

## NEUER LEITER BEI H-TEC EDUCATION



Dr. Thorsten Schmidt [Quelle: GP Joule]

In Lübeck ist die Firmenführung der H-Tec Education GmbH neu organisiert worden. Im November 2017 berief das Mutterunternehmen GP Joule Dr. Thorsten Schmidt zum neuen Chef des Lehrmittelherstellers. Åke Johnsen, der seit 2001 im Marketing für H-Tec aktiv war und nach dem Ausscheiden des Gründers Uwe Küter 2016 Mitglied der Geschäftsführung wurde, wechselt zur GP-Joule-Gruppe, da-

mit er zukünftig sowohl für GP Joule als auch für H-Tec die Wasserstoffgeschäfte forcieren kann. Mit seiner guten Vernetzung in der H<sub>2</sub>- und BZ-Community soll er fortan dem Key-Account-Management und dem Marketing des Reußenköger Unternehmens beratend zur Seite stehen. Er selbst bezeichnet dies als Win-win-Situation.

Schmidt, der über langjährige Erfahrung als Niederlassungsleiter verfügt, kommt aus der Vertriebsabteilung von H-Tec Education und wird mit Prokura ausgestattet das operative Geschäft in der Hansestadt leiten. Alleiniger Ge-

schäftsführer bei dem norddeutschen Unternehmen ist Ove Petersen, der diesen Posten gemeinsam mit Heinrich Gärtner und André Hirsch auch bei GP Joule innehat. ||

## ALPIQ ÜBERNIMMT DIAMOND LITE

Diamond Lite S.A. war bisher so etwas wie der europäische Ableger des US-amerikanischen Elektrolyseurherstellers Proton OnSite. Seit Sommer 2017 ist das anders: Am 30. Juni hat die Alpiq Holding AG das schweizerische Unternehmen übernommen. Der in Lausanne ansässige Energiedienstleister Alpiq erweiterte damit nach eigener Aussage sein Portfolio um Power-to-Gas-Produktionsanlagen und wird diese für europäische Industriekunden planen, schlüsselfertig errichten sowie ihre Vermarktung anbieten. Mit der Akquisition des 1982 gegründeten Herisauer Ingenieurbüros von Hans Jörg Vock investiert Alpiq gezielt in seine selbst definierten Wachstumsfelder. Proton trennte sich mit diesem Schritt von seinem schweizerischen Ableger, nachdem die Amerikaner Anfang 2017 von Nel Hydrogen aus Norwegen übernommen worden waren. ||

## NIKUTTA LEITET ALSTOM DEUTSCHLAND



Dr. Jörg Nikutta [Quelle: Alstom]

Für den deutschsprachigen Raum ist bei Alstom seit dem 1. September 2017 Dr. Jörg Nikutta verantwortlich. Der Wirtschaftswissenschaftler, der an der Universität Mannheim promovierte, wurde zum Geschäftsführer in Deutschland und Österreich und gleichzeitig zum Sprecher der Geschäftsführung der Alstom Transport Deutschland GmbH ernannt. Nikutta kommt von der

Deutschen Bahn und folgt auf Didier Pflieger, der fortan für den mittleren Osten zuständig sein wird. ||

## AREVA WIRD ZU NEW NP – VORLÄUFIG

Die Geschäfte der in Erlangen ansässigen Areva GmbH werden derzeit neu organisiert. Vorerst wurden zum 1. November 2017 alle Aktivitäten der Tochter des französischen Kerntechnikunternehmens Areva NP S.A.S. auf die New NP GmbH übertragen. Nachdem zum Jahreswechsel 2017/18 der französische Energieversorger Électricité de France (EDF) als Mehrheitseigentümer beim Mutterkonzern eingestiegen ist, wird es allerdings voraussichtlich im Frühjahr 2018 eine erneute Namensänderung der Firmengruppe geben. Genau ein Jahr zuvor hatten beide Partner eine verbindliche Vereinbarung über den Verkauf der Reaktorsparte der finanzschwachen Areva NP an EDF für 2,5 Mrd. Euro unterzeichnet. ||

## NEUAUFLAGE TÖPLER/ LEHMANN



Drei Jahre, nachdem der Springer-Verlag die Erstausgabe des Fachbuchs „Wasserstoff und Brennstoffzelle – Technologien und Marktperspektiven“ von Dr. Johannes Töpler und Prof. Jochen Lehmann herausgebracht hat, ist Ende 2017 die erweiterte und aktualisierte zweite Auflage erschienen. Sie informiert erneut über alle Belange der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie. Neu hinzugekom-

men ist auf über 80 zusätzlichen Seiten – entsprechend der aktuellen Diskussion – ein Kapitel über H<sub>2</sub>-Speicherung in Kavernen sowie über Power-to-X. Als Bonus gibt es für Käufer des nicht unbedingt preisgünstigen Buches einen persönlichen Coupon für ein e-Book. ||

□ Töpler, Lehmann (Hrsg.), *Wasserstoff und Brennstoffzelle – Technologien und Marktperspektiven*  
Verlag: Springer Vieweg, Berlin, Oktober 2013, 368 Seiten,  
in Farbe, ISBN 978-3-662-533359-8, Ladenpreis: 79,98 €

## H<sub>2</sub>-INVESTITIONEN REALISIERBAR

Tab.: Investitionen im Energiebereich

<b>vorauss. Investitionen für H<sub>2</sub></b>	20 bis 25 Mrd. US-\$ pro Jahr
<b>Öl und Gas</b>	650 Mrd. US-\$ pro Jahr
<b>erneuerbare Energien</b>	300 Mrd. US-\$ pro Jahr
<b>Automobilindustrie</b>	300 Mrd. US-\$ pro Jahr
<b>gesamter Energiebereich</b>	insg. 1,7 Bio. US-\$ pro Jahr

Quelle: Hydrogen Council

Der Hydrogen Council hat die Klimakonferenz COP23 genutzt, um eine neue Studie vorzustellen: Unter dem Titel *Hydrogen, Scaling up* hatte die Beratungsagentur McKinsey darin Informationen über einen Fahrplan zur großflächigen Einführung von Wasserstoff und über deren Auswirkungen auf die Energiewende zusammengetragen. Demnach ließen sich fast 20 Prozent der bis 2050 angestrebten CO<sub>2</sub>-Reduktionen (ca. 6 Gigatonnen) allein mit Hilfe von Wasserstoff erreichen. Die Autoren der Studie beziffern das Potenzial im Mobilitätssektor bis dahin mit bis zu 15 Mio. H<sub>2</sub>-Pkw sowie 500.000 H<sub>2</sub>-Lkw und gehen von mehr als 30 Mio. neuen Arbeitsplätzen aus. Das mögliche jährliche Geschäftsvolumen geben sie mit rund 2,5 Mrd. US-Dollar an.

Takeshi Uchiyama, Toyota-Vorstand und Vorsitzender des Hydrogen Councils, erklärte: „Wasserstoff ist eine unverzichtbare Ressource, weil er Wind-, Solar- und andere erneuerbare Energien speichern und transportieren kann, um Verkehrsmittel und andere Dinge anzutreiben. Der Hydrogen Council ermutigt Regierungen und Investoren, Wasserstoff

eine herausragende Rolle in ihren Energieplänen zuzuweisen. Je früher wir die H<sub>2</sub>-Wirtschaft in Gang bringen, umso besser. Wir sind alle bestrebt, dies Wirklichkeit werden zu lassen.“

Benoît Potier, Vorstand Air Liquide und ebenfalls Vorsitzender des Hydrogen Councils, bekräftigte: „Die Studie bestätigt, dass Wasserstoff eine zentrale Rolle in der Energiewende spielt, und ermutigt uns, den großflächigen Einsatz zu unterstützen. Wasserstoff wird in bestimmten Sektoren und Regionen unverzichtbar für die Energiewende sein. Je früher das passiert, desto eher werden wir in der Lage sein, die Vorteile von Wasserstoff für Wirtschaft und Gesellschaft zu genießen. Die Technologien sind ausgereift, die Branchenvertreter engagiert. Wir brauchen konzertierte Bemühungen aller Interessenträger, um dies zu erreichen.“

Unter den richtigen Rahmenbedingungen halten die Autoren die Gesamtkosten von 280 Mrd. US-\$ bis 2030 für realisierbar. ||

→ <http://bit.ly/2hNZXKN>

## KLIMAGIPFEL MIT WASSERSTOFF

Die 23. UN-Klimakonferenz COP 23, die vom 6. bis 17. November 2017 in Bonn abgehalten wurde, hatte auch für Wasserstoff- und Brennstoffzellenfreunde etwas zu bieten. Unter anderem fand im Deutschen Museum bis Anfang Dezember eine Fachausstellung „Wasserstoff – der unbegrenzte Energieträger“ statt, die auch vom Hydrogeit Verlag unterstützt wurde. Zudem wurde die Teilnehmerbeförderung unter anderem mit Batterie-, Wasserstoff- und Hybridbussen aus ganz Deutschland (CleanShuttle) gewährleistet. Und Fahrten zu einer Wasserstofftankstelle mit Brennstoffzellenfahrzeugen inklusive Stationsbesichtigung waren ebenfalls organisiert worden. Höhepunkt war aber die für COP-23-Delegierte, internationale Organisationen und NGOs ausgerichtete GRESS-Messe (Global Renewable Energy Solutions Showcase) am 7. und 8. November in der Bundeskunsthalle. ||

## H2-INTERNATIONAL GUT ETABLIERT

Seit seiner Gründung im Sommer 2015 hat sich der neue Informationsdienst des Hydrogeit Verlags – *H2-international* – sehr gut etabliert. Das *e-Journal on Hydrogen and Fuel Cells*, das die ins Englische übersetzten Texte der Fachzeitschrift *HZwei* veröffentlicht, wurde von der internationalen Wasserstoff- und Brennstoffzellenbranche positiv aufgenommen und wächst kontinuierlich weiter. Die Zugriffszahlen auf die Internetplattform [www.h2-international.com](http://www.h2-international.com) verdoppelten sich 2017 gegenüber dem Vorjahr auf über 55.000 Ansichten aus 152 Ländern, die meisten davon aus den USA. Grundlegende Neuerungen für 2018 sind, dass das englischsprachige Journal künftig – analog zur *HZwei* – quartalsweise erscheinen und jeweils im April sowie im Oktober auch als Print-Ausgabe herauskommen wird. Den Abonnementpreis hat der Hydrogeit Verlag zum Jahresanfang auf jährlich 35 Euro reduziert. ||

→ [www.h2-international.com](http://www.h2-international.com)

# ÜBERRASCHENDEN REVIVAL VON FutureE

## Jetzt ist auch Odasco Heliocentris insolvent



Siegfried Limmer  
[Quelle: J. Holzwarth]

Gerade mal knapp über ein halbes Jahr hat es gedauert, bis die Rettung von Heliocentris als gescheitert bezeichnet werden konnte. Nachdem der Arbeitsbetrieb sowohl in Wendlingen als auch in München bereits im Laufe des Sommers 2017 eingestellt worden war, hatte die Odasco Heliocentris Europe GmbH am 3. August den Antrag zur Eröffnung eines Insolvenzverfahrens eingereicht, dem am 1. September stattgegeben wurde.

Im Laufe des vergangenen Jahres war es bei dem Brennstoffzellenunternehmen zu Liquiditätsengpässen gekommen, woraufhin es Arbeitsniederlegungen und Kündigungen gegeben hatte, so hieß es. Damalige Mitarbeiter hatten gegenüber *HZwei* bereits zuvor angedeutet, dass nach der Übernahme kein grundsätzlich neues Geschäftskonzept erkennbar gewesen sei. Zahlreiche Know-how-Träger hatten Odasco Heliocentris verlassen, so dass ein wirtschaftlicher Betrieb nicht mehr möglich war.

Die Vermögenswerte des Standorts in Wendlingen hat mittlerweile Hartmut Kordus übernommen, wie er selbst der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Community während der Veranstaltung *Marktplatz Zulieferer* am 20. September 2017 in Berlin mitteilte. Kordus betreibt die adKor GmbH in Wildau sowie ein Ingenieurbüro in Zeuthen bei Berlin. Als Elektrotechniker mit besonderer Ausrichtung auf Telekommunikation und regenerative Energien ist er unter anderem mit der Planung und dem Bau von Mobilfunkanlagen beschäftigt. Nach eigenen Worten hat sein Unternehmen „die meisten BOS-Brennstoffzellensysteme in den Markt gebracht“ (rund 120 Anlagen; s. auch *HZwei*-Heft Okt. 2015).

Obwohl am ehemaligen Heliocentris-Standort in Wendlingen zwischenzeitlich „kein Anschluss unter dieser Nummer“ war, gehen dort inzwischen die Arbeiten an Brennstoffzellen-USV-Systemen weiter. Wie sich Anfang November 2017 herausstellte, wurde der Arbeitsbetrieb wieder aufgenommen, wenn auch unter gänzlich neuen Rahmenbedingungen: Und zwar hat Hartmut Kordus einen der drei ehemaligen Geschäftsführer der FutureE Fuel Cell Solutions GmbH gewinnen können. Siegfried Limmer will mit einem kleinen Team weiterhin sowohl die Betreuung bestehender Systeme gewährleisten als auch neue Anlagen aufbauen. Dafür hat Limmer am 21. August eine neue Gesellschaft gegründet, die FutureE GmbH.

Kordus erklärte gegenüber *HZwei*, dass adKor und FutureE einen Kooperationsvertrag geschlossen hätten. Im Rahmen dieser Zusammenarbeit sei ein erster Auftrag der Stadtwerke Düsseldorf über die Produktion und die Inbe-

Die Insolvenzverwaltung übernahm der Düsseldorfer Anwalt Dr. Jan-Philipp Hoos von der White & Case Insolvenz GbR. Er ist gemeinsam mit dem Berliner Rechtsanwalt Joachim Voigt-Salus, dem Verwalter der vorausgegangenen Heliocentris-Insolvenz, zuständig.

triebnahme von fünf USV-Brennstoffzellensystemen erfolgreich abgeschlossen worden. Dieser Auftrag war im Mai 2017 hereingekommen, hatte von Odasco Heliocentris aber nicht mehr bearbeitet werden können. Stattdessen sei eine Anzahlung über 50 Prozent des Auftragsvolumens, die Kordus an Odasco Heliocentris entrichtet hatte, zur Begleichung anstehender Rechnungen verwendet worden, so der Unternehmer.

Mit der erfolgten Inbetriebnahme der fünf neuen Anlagen wollen die beiden Firmenlenker den Bestandskunden und auch potentiellen neuen Interessenten signalisieren, dass eine dauerhafte, zuverlässige Betreuung der USV-Systeme gewährleistet ist. Befragt zur weiteren Perspektive erklärte Siegfried Limmer, man wolle nun „langsam wieder mit den Aufträgen wachsen“. ||

Die ehemalige P21 GmbH in München firmierte unter gleichem Namen als zweiter Standort. Dieser ist mittlerweile jedoch geschlossen – die Arbeitsverhältnisse der Mitarbeiter sind beendet. Seitens des Insolvenzverwalters hieß es dazu, immaterielle Vermögen (z. B. Software für den Energiemanager von P21) würden kurzfristig verwertet.

7

## FCP IN CHEMNITZ GEGRÜNDET

Thomas Melczer und Achim Loecher sind im November 2017 zu Geschäftsführern der neu gegründeten FCP Fuel Cell Powertrain GmbH berufen worden. FCP ist ein Joint Venture zwischen der in Sachsen ansässigen PTT Power Train Technology GmbH von Thomas Melczer und der Dewei Group Holdings Limited (DWG) aus Peking. Mit an dem neuen Unternehmen beteiligt ist auch Prof. Thomas von Unwerth, Leiter des Lehrstuhls Alternative Fahrzeugantriebe an der Technischen Universität Chemnitz, mit der eine enge Kooperation besteht. Vierter FCP-Geschäftsführer ist Wolfgang Heil, der auch Geschäftsführer der TTS Technology Transfer & Supply GmbH ist und zuvor Geschäftsführer von GSR Ventiltechnik GmbH & Co. KG war.

Ziel von FCP ist die Entwicklung und Fertigung moderner Hybridsysteme mit Batterien und Brennstoffzellen sowie Powertrains. Insgesamt sollen „über einen Zeitraum von 36 Monaten 120 Mio. Euro in den Aufbau einer zukunftsweisenden Infrastruktur sowie in die Entwicklung erster Systeme und Produkte investieren“ werden.

Bislang verfügt FCP über ein Team aus 16 Mitarbeitern, das mittelfristig auf 100 Beschäftigte aufgestockt werden soll. Neben der Entwicklungsabteilung soll an der TU Chemnitz auch ein Testfeld sowie eine Kleinserienfertigung aufgebaut werden. Dafür wird das Jungunternehmen unter anderem durch die Wirtschaftsförderung Sachsen unterstützt. Parallel hierzu soll sich in China, wo auch der Hauptabsatzmarkt gesehen wird, ein Tochterunternehmen um die Serienfertigung kümmern. Melczer und Loecher hatten beide im Juli 2016 den Vorstand des Brennstoffzellenherstellers Proton Motor verlassen. ||



Abb. 1: Daimler will zunächst einmal den Verbrenner elektrifizieren, also hybridisieren.

Thema: Messen | Autor: Sven Geitmann |

## ELEKTRIFIZIERUNGSPROZESS HAT BEGONNEN

8

### 30. Electric Vehicle Symposium in Stuttgart

„Die größte EVS, die es je gab.“ Thomas Walter aus der Geschäftsleitung der Messe Stuttgart war sichtlich zufrieden, als er die EVS30 in ihrem Jubiläumsjahr am 9. Oktober 2017 eröffnete. Zu diesem Zeitpunkt rechnete er noch mit 5.000 Konferenzteilnehmern und Besuchern, tatsächlich waren es dann jedoch 9.500. Somit war es durchaus berechtigt, an diesen drei Tagen von Stuttgart als der „Welthauptstadt der Elektromobilität“ zu sprechen.

Letztendlich waren die Veranstalter selbst überrascht von dem großen Andrang zur diesjährigen EVS (*Electric Vehicle Symposium & Exhibition*). Insbesondere in den Tagen direkt vor Veranstaltungsbeginn kamen so viele Anfragen, dass die offizielle Anmeldung gestoppt werden musste. Schließlich waren es dann insgesamt nach offizieller Zählweise rund 1.700 Teilnehmer aus 53 Ländern, die sich im Internationalen Congresscenter Stuttgart (ICS) über den aktuellen Stand der Elektromobilität informieren wollten. Und anstelle der zunächst erwarteten 250 Aussteller waren es schließlich 353.

**DISRUPTION DURCH ELEKTRIFIZIERUNG** Die Organisatoren nutzten dieses übergroße Auditorium, um eine *Stuttgarter Erklärung* über eine „neue, saubere Ära der Mobilität“ zu veröffentlichen. Im Hinblick auf den Bonner Klimagipfel COP23 (s. S. 6) sollte damit „eine Botschaft der Hoffnung, eine qualifizierte Aussage über die Machbarkeit und ein Aufruf zum Handeln“ verbreitet werden. Espen Hauge, Präsident der World Electric Vehicle Association (WEVA), bestätigte, dass die Industrie inzwischen mit an Bord sei und dass es jetzt nur noch eine Frage der Zeit sei, wann die Elektrifizierung zur Hauptlösung im Mobilitätssektor werde. Er sagte: „Elektrofahrzeugantriebe haben einen reduzierten Energiebedarf von 50 bis 80 % gegenüber Verbrennungsmotoren, was vor allem auf den überlegenen Wirkungsgrad des

Elektromotors zurückzuführen ist.“ Und betonte gleichzeitig: „Die Folgen, wenn Disruption zuschlägt, können für ein Land oder eine Region brutal sein.“

Es gab aber auch mahnende Stimmen. So erklärte Winfried Kretschmann, Ministerpräsident von Baden-Württemberg, dass bei diesem Wechsel „viel auf dem Spiel steht“. Er sagte: „Unsere technologische Vorreiterrolle, unsere Wirtschaftskraft, unsere Arbeitsplätze und der Erhalt unserer natürlichen Lebensgrundlage müssen vor den Folgen des Klimawandels geschützt werden. Die Herausforderungen sind groß. [...] Es ist klar, dass wir in Baden-Württemberg einen Gang höher schalten müssen.“ Und der Vorsitzende der Nationalen Energie-Plattform (NPE) Henning Kagermann monierte: „Ich wünsche mir manchmal mehr Marketing.“

**„AIRBUS FÜR BATTERIEN“** Maroš Šefčovič von der Europäischen Kommission sprach sich klar für mehr Elektromobilität aus und forderte „deutliche Signale für mehr Planungssicherheit“. Konkret sagte er an die Automobilhersteller gewandt: „Jetzt ist der Zeitpunkt, um abzuliefern.“ Zudem erklärte er: „Wir sind besser ausgestattet, den nächsten Schritt in das nächste Zeitalter zu machen, als jede andere Region der Welt.“ Dann verwies er auf vergleichbare Herausforderungen in den 1960er Jahren beim damaligen Strukturwandel im Luftfahrtsektor, die gemeistert wurden, indem sich Deutschland und Frankreich zusammaten, um den Flugzeughersteller Airbus wettbewerbsfähig zu machen. In Anlehnung daran sagte Šefčovič: „Ich würde gerne ein ‚Airbus für Batterien‘ in Europa sehen.“

**PLÄDOYER FÜR DEN VERBRENNER** Die Antwort von Daimler darauf hätte widersprüchlicher nicht sein können: Vorstandsmitglied Ola Källenius zeigte eine hochprofessionelle Präsentation mit emotional aufgeladenen Einspielern

## UMWELTBILANZ

„Die volle Lebenszyklusbilanz ist bereits positiv, trotz der Tatsache, dass es schwierig ist, ein sauberes Produkt in einer schmutzigen Wirtschaft zu machen. [...] Die globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen eines Elektrofahrzeugs können bis zu 13-mal niedriger sein als die eines vergleichbaren



Espen Hauge, WEVA

Verbrennungsmotor-Pkw (einschließlich der Emissionen für die Produktion des Fahrzeugs, in dem Fall, dass erneuerbare Energien zur Stromerzeugung genutzt werden).“

und bombastischer musikalischer Untermalung, in der die Grundaussage lautete: Daimler konzentriert sich auf Verbrennungskraftmaschinen. Minutenlang hielt sich der Chef der Konzernforschung in seiner frei vorgetragenen Rede bei den Vorzügen der konventionellen Antriebstechnik auf. Kältenius, der 2019 Nachfolger des Vorstandsvorsitzenden Dr. Dieter Zetsche werden soll, zeigte Rennwagen-Verbrenner-technologie, die zukünftig bei der schwäbischen Edelmarke AMG Einzug in Straßenfahrzeuge halten soll, und stellte sich dann selbst die Frage: „Warum erzähle ich Ihnen all das auf einer Elektromobilitätsveranstaltung?“

Seine Antwort war, dass selbst im Jahr 2025, wenn nach Ansicht der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) 25 Prozent Elektrofahrzeuge verkauft werden, immer noch 75 Prozent der Neuwagen mit Verbrennungsmotoren angetrieben würden. Und diese Motoren sollten dann so effizient und sauber wie möglich sein, so der Schwede. Deswegen gehe Daimler den Weg über die Hybridisierung. Ola Kältenius erklärte: „Wir elektrifizieren unsere Pkw, Vans, Trucks, Busse.“

Auf den *GLC F-Cell* ging er nur kurz ein und sagte, der neue Brennstoffzellen-Pkw von Daimler gehe 2018 in den Markt, allerdings nur in niedriger Stückzahl. Später könnte dann die Anzahl der BZ-Antriebe zunehmen, allerdings voraussichtlich eher im Nutzfahrzeugbereich.

Obwohl dieser Vortrag alles andere als ermutigend für die Elektromobilitätsbranche war, bekam Kältenius nach seiner Rede in der Daimler-Heimatstadt viel Applaus.

Dass eine plötzliche Ansammlung zahlreicher Elektrofahrzeuge auch neue Herausforderungen mit sich bringen kann, zeigte sich bei der Energieversorgung der vielen E-Autos, die in die Landeshauptstadt von Baden-Württemberg kamen. Thomas Walter berichtete, dass „auf dem Messegelände temporär rund 60 Ladesäulen errichtet“ wurden, die von einem Stromspeicher-Container gespeist wurden.

**POSITIVE ATMOSPHERE** Die Messehalle 1 war gut gefüllt mit den über 350 Ausstellern, und auch während der Konferenzsessions wurde es nicht langweilig an den Ständen. Obwohl die Anzahl der Firmen, die mit Wasserstoff- und

Brennstoffzellentechnik zu tun hatten, auf den ersten Blick recht niedrig ausfiel, konnte man bei näherem Studium des Messekatalogs über 40 Aussteller entdecken, die durchaus interessante Entwicklungen zeigten.

So präsentierte sich erstmals die Asahi Kasei Group öffentlich dem deutschen H<sub>2</sub>-Markt. Der japanische Chemiekonzern ist seit 1922 im Bereich der Ammoniak- und Wasserstoffherstellung aktiv. Seit 1975 stellt er auch Chlor-Alkali-Elektrolyseure her. Sein deutscher Ableger, die in Düsseldorf ansässige Asahi Kasei Europe GmbH, will ab Februar 2018 die Eigenentwicklung eines Elektrolyseurs beim Anwenderzentrum Herten testen und für den europäischen Markt zertifizieren. Darüber hinaus beteiligen sich die Japaner an dem europäischen Verbundprojekt *ALIGN-CCUS*, bei dem unter anderem CO<sub>2</sub> und selbst erzeugter Wasserstoff zu Methanol und Dimethylether (DME) umgewandelt werden. Bei diesem über ERA-Net mit 15 Mio. Euro geförderten Vorhaben zur Beschleunigung der CSS-Technologie (Accelerating CCS Technologies - ACT) sollen sechs Industriezentren in Europa bis 2025 in wirtschaftlich starke und CO<sub>2</sub>-arme Regionen transformiert werden. Insgesamt beteiligen sich 31 Unternehmen, Forschungsinstitute und Universitäten aus fünf europäischen Ländern. Der Startschuss dazu fiel am 7. November 2017.

Selbst Bosch, das vorrangig über E-Mobilität informierte, zeigte auch BZ-Technik. Harald Fischer räumte allerdings ein, in seinem Unternehmen gebe es „derzeit keine Entscheidung, dass Bosch einen eigenen Stack entwickeln“ werde. Stattdessen arbeite man mit verschiedenen Herstellern wie beispielsweise Hydrogenics, ElringKlinger, PowerCell und Ballard zusammen.

## INFRASTRUKTURKOSTEN

Das Forschungszentrum Jülich nutzte die Gelegenheit und präsentierte auf der Messe seine durch die H<sub>2</sub> Mobility in Auftrag gegebene Studie über die Kosten einer Infrastruktur für Wasserstoffautos und batteriebetriebene Pkw. Während eines Pressegesprächs diskutierten Prof. Detlef Stolten und Dr. Martin Robinius mit Experten darüber, ob sich Deutschland den Ausbau sowohl einer Strom- als auch einer H<sub>2</sub>-Infrastruktur leisten könne oder ob es günstiger wäre, nur auf eine Variante zu setzen. Details dazu lesen Sie im HZwei-Heft April 2018.

**KONTAKTE KNÜPFEN** Zufrieden zeigten sich die Organisatoren auch mit dem parallel zur Ausstellung laufenden Matchmaking-Angebot, bei dem sich rund 200 Fachleute für insgesamt 500 Eins-zu-eins-Gespräche angemeldet hatten. Dieser Service, so Peter Sauber, soll auch während der *f-cell 2018* angeboten werden, um die Vernetzung innerhalb der H<sub>2</sub>- und BZ-Community weiter zu fördern und auszubauen.

Ebenfalls als Erfolg konnte die erstmalige Ausrichtung des *Aktionstags Elektromobilität (AtEm)* verbucht werden: Am Vortag der *EVS30* hatten etliche Automobilhersteller ein breitgefächertes Angebot an Elektrofahrzeugen in Stuttgart – sowohl auf dem Karlsplatz als auch auf dem Bahnhofsvorplatz – für Probefahrten zur Verfügung gestellt. So freute sich Landesverkehrsminister Winfried Hermann, dass „sich viele Menschen mit Neugier und Freude die neue Technologie angeschaut haben“. Gleichzeitig erinnerte er daran, dass wichtig sei, darauf zu achten, wo der benötigte Strom herkomme. „Elektromobilität aus Braunkohle oder gar Kernenergie kann man vergessen – das ist von gestern“, so Hermann. >>

**WER KÜMMERT SICH UM WASSERSTOFF?**

Während der EVS30-Presskonferenz stellte der NPE-Vorsitzende Henning Kagermann klar, wie er zum Thema Brennstoffzellenautos steht und warum diese in den NPE-Empfehlungen kaum Berücksichtigung finden, indem er sagte: „Es gibt genug komplementäre Organisationen, die sich um Wasserstoff kümmern.“ Wen genau er damit meinte – ob es also beispielsweise die Aufgabe der NOW sei, sich um eine Roadmap für die Einführung von BZ-Autos zu kümmern – blieb indes offen.

**F-CELL AWARDS** Die Verleihung der *f-cell awards* fand in diesem Jahr auf dem Messegelände in einer Kongresshalle statt. Da auch etliche Symposiumsteilnehmer eingeladen waren, war es dieses Mal eine sehr große, aber trotzdem durchaus feierliche Veranstaltung. Landesumweltminister Franz Untersteller verstand es, in seiner Ansprache sowohl die Vorzüge der Elektromobilität als auch die Herausforderungen gleichermaßen zu thematisieren. So verwies er beispielsweise auf die teils menschenunwürdigen Zustände beim Abbau von für E-Autos wichtigen Rohstoffen, erwähnte aber auch die Entwicklungsfortschritte zum Beispiel von ErlingKlinger und Bosch im Brennstoffzellensektor.

Preisträger in der Kategorie „products & market“ war erneut eine Entwicklung von Freudenberg. Die Weinheimer Abteilung für Filtration Technologies wurde für ihr innovatives Brennstoffzellen-Zuluft-Filterssystem ausgezeichnet, mit dessen Hilfe der interne Strömungswiderstand gesenkt und somit die Effizienz gesteigert werden kann. In der Kategorie „research & development“ erhielten das Institut für Textiltechnik Augsburg (ITA) der Universität Augsburg und

das Institut für Angewandte Mikrobiologie (iAMB) der RWTH Aachen die 10.000 Euro Preisgeld für eine gemeinschaftliche Entwicklung im Rahmen des Forschungsvorhabens *TexKoMBZ*. Die Partner konstruierten eine neuartige Elektrode für mikrobielle Brennstoffzellen, eine Bio-Anode, die es ermöglichen könnte, zukünftig aus Abwasser Strom zu gewinnen (s. Bericht im HZwei April-Heft).

**VORANSCHREITENDE ELEKTRIFIZIERUNG** Insgesamt war während der EVS30 festzustellen, dass in den vergangenen Monaten ein Umdenkprozess eingesetzt hat. Die Automobilindustrie scheint mittlerweile tatsächlich verstanden zu haben, dass es jetzt nur noch eine Frage der Zeit ist, wann die Elektromobilität die konventionelle Antriebstechnik ablösen wird. Dass große Player wie Daimler oder Volkswagen nun aber nicht plötzlich einen Schalter umlegen können und eine Kehrtwende vollführen, ist nachvollziehbar. Die voranschreitende Elektrifizierung ist aber nicht mehr umkehrbar. Der bisherige Minimalismus der Autokonzerne ist einem gewissen Pragmatismus gewichen, bei dem es jetzt um das *Wie* und *Wie schnell* geht, aber nicht mehr um das *Ob*. Belege dafür sind die zahlreichen Zulieferer, die bereits heute im Begriff sind umzusatteln und insbesondere seit der *IAA 2017* bei den Pkw-Herstellern an die Türen klopfen. ||

**ELECT!**

Im Juni 2017 hatte die Messe Stuttgart verkündet, dass eine Elektromobilitätsallianz *elect!* gegründet worden sei. Während der EVS30 erklärte Thomas Walter, dass „aus der Networking-Plattform *elect!* die Fachmesse *elect! expo* wird“. (8. bis 10. Okt. 2018)

10

## KONKURRENZKAMPF

Der Wettbewerb unter den Messeveranstaltern kommt nun auch im Energiespeichersektor deutlich in Schwung. Ähnlich wie im Elektromobilitätsbereich wollen immer mehr Event-Anbieter ihren Standort als Branchentreffpunkt aufstrebender Energietechnologien etablieren. Jüngstes Beispiel ist die Kooperation der Messe Düsseldorf mit der in Stuttgart ansässigen Peter Sauber Agentur Messen und Kongresse.

Im E-Mobilitätssektor findet seit 2017 eine Umorientierung statt: Die ursprünglich unter dem Namen *eCarTec* gestartete E-Auto-Show in München gibt es nicht mehr. Stattdessen fand dort im Oktober 2017 die *emove360°* mit neuem Konzept statt – allerdings mit deutlich weniger Ausstellern als im Vorjahr. Konkurrenz in der bayerischen Landeshauptstadt macht ihr die *Power2Drive Europe*, die erstmals vom 19. bis 22. Juni 2018 als Veranstaltung für Elektromobilität und Ladeinfrastruktur parallel zur *Intersolar* abgehalten werden soll – neben der seit 2014 laufenden *ees* und der ebenfalls neuen *EM-Power* unter dem Dach *The smarter E*.

In Stuttgart will die Landesmesse die *elect!* als eigenständige E-Mobilitätsmesse als Herbstveranstaltung etablieren (s. HZwei-Heft Okt. 2017), tritt damit aber natürlich in Konkurrenz zu der nur wenige Tage später stattfindenden *emove360°*. Währenddessen verlagerte der Doppelevent aus *Battery Show Europe* und *Electric & Hybrid Vehicle Technology Europe*, der 2017 in Sindelfingen abgehalten worden war, seinen Standort für 2018 nach Hannover (15. bis 17.

Mai), wo an gleicher Stelle Ende April auch die *Hannover Messe* stattfindet.

Die schwäbische Peter Sauber Agentur beendet nach der EVS30 ihren Ausflug in Richtung E-Autos, verabschiedet sich von der *Battery+Storage* und konzentriert sich fürderhin mit der *f-cell* auf Wasserstoff und Brennstoffzellen (18. bis 19. Sept.). Ergänzend dazu wird Peter Sauber diese Themen zukünftig auch in Düsseldorf bespielen, nachdem er zuvor Gespräche mit München geführt hatte, sich aber dann für eine Kooperation mit der *Energy Storage Europe* (13. bis 15. März) entschied. Die Messe Düsseldorf möchte auf diese Weise noch mehr H<sub>2</sub>- und BZ-Akteure an den Rhein locken und „das Produktportfolio der Leitmesse für Energiespeicher auf die nächste Ebene heben“, wie es Bastian Mingers, Leiter *Energy Storage Europe*, formulierte. ||

## FÖRDERUNG AUCH FÜR GEWERBE

Ursprünglich konnten nur private Endverbraucher die vergleichsweise hohe Förderung beim Kauf eines BZ-Heizgeräts für Wohngebäude in Anspruch nehmen. Seit Juli 2017 können nun auch kleine und mittlere Unternehmen, Kontraktoren sowie Kommunen Anträge für Nichtwohngebäude im Rahmen des Technologieeinführungsprogramms einreichen. Staatssekretär Rainer Baake vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) erklärte: „Die Neuerungen für den gewerblichen Bereich sind ein wichtiger Faktor, um diese hocheffiziente und zukunftsweisende Technologie breitenwirksam in den Markt zu bringen.“ ||

# WASSERSTOFF IN DER WÜSTE

## Erste H<sub>2</sub>- und BZ-Messe in Las Vegas



Der Sprung über den großen Teich ist geglückt: Tobias Renz FAIR und die Deutsche Messe haben vom 10. bis 13. September 2017 erfolgreich die erste *Hydrogen + Fuel Cells North America* in Las Vegas, Nevada, organisiert. Als integrierte Parallelveranstaltung zur *Solar Power International (SPI)* war die Wasserstoff- und Brennstoffzellenmesse – ebenso wie die *Energy Storage International (ESI)* – in einer gemeinsamen großen Halle im Mandalay Bay Convention Center untergebracht und lockte zahlreiche interessierte Besucher an.

Tobias Renz, der auch alljährlich während der Hannover Messe den Gemeinschaftsstand für Wasserstoff und Brenn-

Auch Arno A. Evers, der 1995 den Gemeinschaftsstand Wasserstoff und Brennstoffzellen in Hannover ins Leben gerufen hatte, war höchstpersönlich vor Ort und zeigte sich stolz und beeindruckt, dass nun das geklappt hat, was er selbst schon im Jahr 2000 angedacht hatte.



Abb. 2: Arno A. Evers

stoffzellen organisiert, war angesichts des regen Interesses der Aussteller bereits vor der Eröffnung zufrieden gewesen. Vor Ort kam dann noch die Erleichterung darüber hinzu, dass beim ersten Auftritt in den USA mitten in der wasserarmen Wüste Nevadas tatsächlich alles so funktionierte wie geplant („positiv überrascht“).

30 Aussteller – teils aus Europa, teils aus Nordamerika – präsentierten auf den 1.000 m<sup>2</sup> ihre Produkte. Unter ihnen waren renommierte Unternehmen wie Air Liquide, Ballard, Hydrogenics, ITM Power, Nel Hydrogen und Proton OnSite. Außerdem unterstützten Organisationen wie die California Fuel Cell Partnership (CAFCP), der California Hydrogen Business Council sowie die Canadian Hydrogen + Fuel Cell Association die Veranstaltung.

**GROSSES POTENTIAL** Analog zur Hannover Messe war ein Forumsbereich in die Fachmesse integriert (s. Abb. 1), auf dem die Aussteller sich und ihre Produkte beziehungsweise Entwicklungen vorstellen konnten. Dieser Bereich war während der Vorträge meist sehr gut besucht, wobei etliche SPI-Teilnehmer die Gelegenheit nutzen, sich gezielt über Wasserstoff und Brennstoffzellen zu informieren.

Die einzelnen Messestände waren – angepasst an die Gegebenheiten vor Ort – etwas schlichter gestaltet, als man es aus Deutschland gewohnt ist. Dazu merkte Tobias Renz an, dass diese H<sub>2</sub>- und BZ-Messe keine Kopie des Gemeinschaftsstandes in Hannover sein solle, sondern etwas Eigenständiges darstelle – entsprechend den US-amerikanischen Gepflogenheiten. Unterstützung bekommt Renz dafür auch zukünftig von der Deutschen Messe AG in Person von Benjamin Low, dem Energy-Abteilungsleiter, der ebenfalls vor Ort war und bereits in Erwägung zieht, dieses Veranstaltungsformat auch in China zu platzieren.

SPI-Chef Stephen Miner erklärte: „Die diesjährige Veranstaltung war ein echtes Zeugnis für das Wachstum und die Stärke dieser Branche. Eine Rekordmenge von 20.000 Teilnehmern sah eine noch größere und bessere Show, *ESI*, *Hydrogen + Fuel Cells North America* und *Smart Energy Microgrid Marketplace* eingeschlossen, mit einer gelungenen Integration dieser Erneuerbare-Energien-Technologien an einem Ort. Wir freuen uns, die Erweiterung und Integration dieser Komponenten in Anaheim 2018 fortzusetzen.“

Durch die Bank zeigten sich Aussteller und Besucher äußerst angetan von der ersten *Hydrogen + Fuel Cells North America*. Auch wenn es aufgrund der Randlage in der Halle nicht immer voll war an den Ständen, überzeugten die Inhalte der Gespräche. Etliche Unternehmen signalisierten daher bereits vor Ort, auch im nächsten Jahr wieder dabei sein zu wollen. ||

Insgesamt präsentierten 700 Aussteller ihre Produkte auf diesem Event in Las Vegas. Allein auf der *ESI* waren 160 Institutionen zugegen. 2018 werden *SPI*, *ESI* und *Hydrogen + Fuel Cells North America* vom 24. bis 27. September in Anaheim, Kalifornien, stattfinden.

# SOLIDpower KOOPERIERT MIT MICROSOFT

## BZ-Geräte für Rechenzentrum in Seattle



Abb. 1: Oben die BZ-Geräte – direkt darunter die Server [Quelle: SOLIDpower]

Bislang war SOLIDpower mit seinen Hochtemperaturbrennstoffzellen hauptsächlich in der Energieversorgung von Wohn- und Gewerbeimmobilien unterwegs. Seit neuestem hat das italienisch-deutsche Unternehmen jedoch einen zusätzlichen Fokus: die Informationstechnologie – genauer gesagt die Energieversorgung von Servern. Prominenter Kooperationspartner ist der IT-Konzern Microsoft, der am 25. Oktober 2017 eine erste Anlage in seinem Rechenzentrum in Seattle in Betrieb nahm.

Insgesamt zehn Festoxidbrennstoffzellen hat SOLIDpower bislang an Microsoft verkauft. Die wurden vergangenen Herbst unweit des Hauptfirmensitzes des US-Unternehmens installiert und sollen Server direkt vor Ort mit Energie versorgen, allerdings ohne Anschluss ans Stromnetz. Microsoft teilte in einer Pressemitteilung mit: „Die Systeme, basierend auf dem in Europa vertriebenen BlueGEN-Mikrokraftwerk, werden jeweils oberhalb eines Serverracks installiert und erzeugen direkt am Rack Strom.“ (s. Foto)

Im Gegensatz zu der bislang praktizierten zentralisierten Methode, bei der Stromaggregate in Nebengebäuden oder Containern bei Rechenzentren installiert und über komplexe Verteilersysteme an die Server angebunden werden, sei diese Variante effektiver und auch kostengünstiger, heißt es. Zudem könnte hierbei aufgrund des redundanten Aufbaus auf Dieselgeneratoren zur Notstromversorgung verzichtet werden.

**GASANSCHLUSS STATT STROMNETZ** Microsoft bemüht sich bereits seit Jahren darum, seine Energieversorgung effizienter zu gestalten und auf erneuerbare Energien umzustellen. Mit dieser neuen Maßnahme möchte der Konzern nun einen Schritt weitergehen: So ging er eine Kooperation mit den Firmen McKinstry und Cummins ein, um ein gasbetriebenes Rechenzentrum zu realisieren. Anstelle von Stromleitungen sind die Server darin an Gasleitungen angeschlossen und werden individuell von Brennstoffzellen mit Strom versorgt. Microsoft bezeichnet dieses Projekt in Seattle selber als disruptiven Schritt, da die Energieversorgung von Servern vereinfacht und gleichzeitig die Energieeffizienz von Rechenzentren verdoppelt

Aufgrund des hohen Stromverbrauchs moderner Rechenzentren ist der Bedarf an effizienten Energieversorgungssystemen immens. Entsprechend hoch ist das Einsparpotential (mehrere 100 Mio. US-\$ jährlich).

wird, einhergehend mit einer Reduzierung der Kosten und einer Steigerung der Zuverlässigkeit.

Microsoft beschreibt seine Motivation folgendermaßen: „Derzeit werden Rechenzentren aus dem Netz mit Strom gespeist, der von einem Kraftwerk über mehrere Stationen und Übertragungsleitungen kommt und zunächst auf die richtige Spannung für ein Rechenzentrum transformiert werden muss, bevor wir ihn verwenden können. Mit Brennstoffzellen, die direkt aus der Erdgasleitung gespeist werden, schneiden wir alle diese Schritte weg und beseitigen die Energieverluste, die durch diesen langen Übertragungsprozess entstehen.“

Während BZ-Geräte bislang parallel zum Netz aufgebaut wurden, verzichtet Microsoft bei dieser Methode sowohl auf eine Vielzahl elektrischer Komponenten als auch auf das Stromnetz. Der Grundgedanke dieser Idee stammt aus dem Jahr 2013, als gemeinsam mit dem National Fuel Cell Research Center der University of California Irvine erste In-Rack-Brennstoffzellen erprobt wurden. 2014 folgte ein Pilotprojekt mit Biogas in Cheyenne.

„Die Technologie soll schon bald in deutlich größerem Umfang in Rechenzentren zum Einsatz kommen. Hierbei wird dann eine speziell für diesen Zweck entwickelte Version unserer Technologie eingesetzt, die auf die Zuverlässigkeit und Effizienz des BlueGEN aufbaut.“

Alberto Ravagni, Geschäftsführer von SOLIDpower S.p.a.

**NEUER INVESTOR** SOLIDpower sammelte im Umfeld dieses Vorhabens rund 40 Mio. Euro von einem international tätigen industriellen Investor ein, woraufhin auch die Zusammensetzung des Aufsichtsrats an die neuen Mehrheitsverhältnisse angepasst wurde. Die erste Investitionsmaßnahme soll der Aufbau einer neuen Fertigungsanlage (7.000 m<sup>2</sup>) in Italien sein. In diesem Rahmen soll auch der Mitarbeiterstab von derzeit 71 auf rund 150 bis zum Jahr 2020 aufgestockt werden. Dann soll die Produktionskapazität bis zu 16.000 Mikrokraftwerke pro Jahr betragen – statt wie bisher 1.500. ||

## ELCORE WIRD ÜBERNOMMEN

Am 8. Oktober 2017 haben sowohl die Elcomax GmbH als auch ihre 100-prozentige Tochtergesellschaft, die Elcore GmbH, Anträge auf Eröffnung eines vorläufigen Insolvenzverfahrens beim Amtsgericht München gestellt. Kurz vor Weihnachten kam dann die Zusage eines „großen deutschen strategischen Partners“, dass sowohl die Produkte als auch die Technologie übernommen wird.

Dr. Manfred Stefener, Geschäftsführer von Elcore und Elcomax, hatte kurz nach Bekanntwerden der Finanzprobleme gegenüber *HZwei* erklärt, es herrsche „großer Optimismus, dass wir die Finanzierung hinkriegen“. Es hatte bereits zu diesem Zeitpunkt Commitments seitens potentieller Partner gegeben, so der Firmengründer. Der Geschäftsbetrieb war bis zum Jahresende gewährleistet gewesen, da Löhne und Gehälter zunächst über die Bundesagentur für Arbeit weitergezahlt worden waren.

Stefener verwies darauf, dass sein Unternehmen ein Stück weit in der „Wachstumsfalle“ gesteckt hatte, wobei eventuell „Risiken eingegangen“ worden waren, die zu den aufgetretenen Problemen geführt haben könnten. So sei die zuvor durchgeführte „notwendige Finanzierungsrunde“ nicht ganz so erfolgreich verlaufen, wie erhofft.

Stefener, der 2012 mit dem *European Inventor Award* ausgezeichnet worden war, blieb „trotz der schwierigen Phase guter Stimmung“ und ging zunächst davon aus, dass eine Personalabwanderung verhindert und der Großteil der aktuell 100 Mitarbeiter gehalten werden könnte. Dies wird nun allem Anschein nach nicht in Gänze möglich sein, da voraussichtlich aufgrund von „Synergieeffekten“ doch einige Kollegen das Unternehmen verlassen müssen. Ein „wesentlicher Teil der Mitarbeiter wird aber übernommen“, so der Firmen-Chef, der auch 2002 die Smart Fuel Cell GmbH (SFC) ins Leben gerufen hatte.

Der Insolvenzverwalter, die Kanzlei Dr. Beck & Partner, hatte am 11. Oktober 2017 eine Pressemeldung veröffentlicht, mit der nach geeigneten Investoren gesucht worden war. Dr. Ulf Pechartscheck hatte sich zuversichtlich gezeigt, da „die Produkte recht weit sind“ und die „Situation am Markt ist gut“.

Erst im März 2017 hatte der Energieversorger E.ON mitgeteilt, dass er fortan bei der Wärmeversorgung von Eigenheimen verstärkt auf die saubere und wirtschaftliche Brennstoffzellentechnik setzen werde und sich im Rahmen einer Vertriebspartnerschaft an dem Münchener Unternehmen beteiligt habe. Dies bedeutete, dass Elcore-Kunden über einen individuell zugeschnittenen Vertrag CO<sub>2</sub>-neutrales Ökoerdgas und auch den Reststrombedarf von E.ON beziehen konnten. Ende September hatte das Münchener Unternehmen noch ein neues Outfit der *Elcore 2400* präsentiert.

Zukunft Erdgas e. V., eine Initiative der deutschen Erdgaswirtschaft, hat währenddessen mitgeteilt, dass die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) seit mittlerweile einem Jahr den Einbau von Brennstoffzellenheizungen mit 7.000 bis 28.000 Euro fördert. Dr. Timm Kehler, Vorstand der Brancheninitiative, erklärte: „Die zur Verfügung stehenden Mittel werden abgerufen. Die Brennstoffzelle kommt im Markt an. Das Förderprogramm wirkt.“ Die Initiative rechnet mit rund 1.500 installierten BZ-Heizgeräten im Jahr 2017. „Der Anfang ist gemacht, wir sind mit der bisherigen Entwicklung sehr zufrieden“, sagte Kehler. ||

## NEUBAUGEBIET MIT BZ-HEIZGERÄTEN

Langweid am Lech ist der erste Ort in Deutschland, in dem ein komplettes Neubaugebiet mit BZ-Heizgeräten ausgestattet wurde. Der regionale Energieversorger erdgas schwaben bündelte gemeinsam mit dem Bauunternehmer Michael Dumberger sowie dem Heizgerätehersteller Viessmann die Interessen und plante in jedem der insgesamt 62 Doppelhaushälften und Reihenhäuser BZ-Aggregate des Industriepartners Panasonic ein. 43 weitere Anlagen sollen in einem vergleichbaren Projekt in Mering installiert werden. Dumbergers Vertriebsleiter Gerhard Failer erklärte anlässlich des Spatenstichs in Langweid im Juli 2017: „Brennstoffzellen sind die ideale Ergänzung für unsere hochgedämmten Gebäude, um diese sicher und kostengünstig mit Wärme und Strom zu versorgen.“ Michael Dumberger ergänzte: „Wir bauen nicht für den Moment, sondern für Generationen.“ ||



HYDROGEN FUELING



HYDROGEN FUEL CELL MOBILITY



HYDROGEN POWER TO GAS



HYDROGEN CRITICAL POWER



# MOBILITÄTSWENDE KANN DOCH NICHT SO SCHWER SEIN

## Zwanzig H<sub>2</sub>-Stationen für Schleswig-Holstein



R. Christiansen (Mitte) und M. Bartelsen (rechts) beim Interview

**14** Lange Zeit wollte die Windkraftbranche nichts von Energiespeicherung wissen, weil sich viel mehr Geld mit der direkten Einspeisung des Windstroms ins öffentliche Netz verdienen ließ. Mittlerweile ist aber absehbar, dass die ersten Windkraftanlagen nach zwanzig Jahren aus der garantierten Einspeisevergütung herausfallen. Deswegen suchen Betreiber und Projektierer nach Alternativen. So auch Reinhard Christiansen, der sein Augenmerk zunehmend von der Windstromerzeugung in Richtung -speicherung richtet. Ob sich mit Power-to-X oder Methanisierung allerdings jemals ähnlich hohe Renditen wie bislang mit den Bürgerwindparks (bis zu 12 %) erwirtschaften lassen, wird sich erst noch zeigen. Möglich wär's, wenn die politischen Rahmenbedingungen stimmen.

Reinhard Christiansen hat sein Büro in der ehemaligen Mahl- und Mischanlage seines Hofes. Unzählige Ordner mit verschiedenfarbigen Einbänden drängen sich in den Regalen. Jede Farbe steht für eine eigene Gesellschaft. Entsprechend bunt ist es in dem kleinen Raum, denn Christiansen führt etliche Unternehmen. Bei allen dreht es sich irgendwie um Windkraft.

Landwirtschaft betreibt er seit 1991 nicht mehr. Damals setzte er sich ehrenamtlich als Kreisvorsitzender des Umweltverbandes BUND intensiv für erneuerbare Energien ein, musste sich aber schließlich eingestehen, dass diese Tätigkeit zeitlich nicht mit der Hofbewirtschaftung zu vereinbaren war. Deswegen sattelte er zunächst ins Versicherungswesen um und widmete sich gleichzeitig der Windenergie.

Inspiziert von dem Boom in Dänemark initiierte er damals einen eigenen Windpark und holte dafür die Bürger seines Dorfes mit ins Boot. Obwohl er einer der Ersten war, sieht er sich selbst nicht als Vorreiter, sondern verweist bescheiden auf Hans-Detlef Feddersen, Geschäftsführer der ee-Nord GmbH & Co. KG. „Wir haben aufgebaut auf dem Wissen von anderen“, so Christiansen.

Obwohl es ihm und auch den Mitbürgern sowie Gemeinden in der Region mittlerweile wirtschaftlich gut geht, arbeitet der blonde Nordfrieze auch heute noch an der Optimierung der Energieversorgung. Dabei sind ihm nicht nur die

hohen Überkapazitäten im Windsektor ein Dorn im Auge. Er kritisiert auch die politischen Rahmenbedingungen. So blockiert beispielsweise seiner Meinung nach dänischer Strom aufgrund langfristiger Lieferverträge die Fernleitungen und wird vom Norden bis nach Frankreich durchgeleitet, während regional produzierter Windstrom abgeregelt wird. Ihn stört daran, dass die Netzbetreiber auf diese Weise wesentliche Kosten auf die Verbraucher abwälzen können. Christiansen sagt: „Wir müssen als Branche zeigen, dass uns das auch nicht gefällt.“

**MOBILITÄTSWENDE MIT WASSERSTOFF** Jetzt wendet sich der Windmüller der H<sub>2</sub>-Technik zu, wieder als einer der Ersten in der Region, aber auch hier verweist er auf andere, die bereits bewiesen haben, dass die Speicherung von Windstrom in Wasserstoff funktioniert. Er will jetzt die „Mobilitätswende mit Wasserstoff“. „Das kann doch nicht so schwer sein“, so Christiansen.

Dafür hat er 2015 mit 55 Firmen die Energie des Nordens GmbH & Co. KG gegründet und im Dezember 2016 einen Zuwendungsbescheid für sein Wind-Wasserstoff-Projekt erhalten. Als Projektleiter arbeitet Marko Bartelsen seitdem federführend daran, sowohl H<sub>2</sub>-Tankstellen als auch BZ-Autos in die Region zu bekommen (s. HZwei-Heft Okt. 2017). Mittlerweile gibt es auch eine Zusage von H2 Mobility, dass Ende 2018 eine H<sub>2</sub>-Station westlich von Flensburg gebaut werden soll. Der Wasserstoff dafür könnte vom Windpark Ellhöft kommen. Dessen Kapazität reiche aus, um 3.200 Brennstoffzellenautos oder dreizehn bis vierzehn Eisenbahntriebwagen im Jahr betreiben zu können, so Christiansen. Alle Abschaltungen in Schleswig-Holstein zusammen würden für 274.000 BZ-Autos ausreichen.

Derzeit sieht es allerdings so aus, dass der geplante Elektrolyseur am Umspannwerk der E.ON Netz in Haurup installiert wird, weil dort eine H<sub>2</sub>-Einspeisung ins Gasnetz möglich ist und Strom direkt vom Umspannwerk entnommen werden kann. Auf diese Weise könnte Windstrom genutzt werden, bevor wegen Netzüberlastung EisMan-Signale an die Windkraftanlagen versendet und diese dann abgeschaltet werden.

Die bisherige Resonanz auf dieses Vorhaben ist positiv, weil frühzeitig „alle Behörden mitgenommen wurden“, so Bartelsen. Deswegen plant er schon weiter: 20 bis 30 H<sub>2</sub>-Tankstellen sollen innerhalb der nächsten zwei bis drei Jahre entstehen. „Jetzt brauchen wir aber erstmal die Erste“, ergänzt Christiansen. Er will noch im September 2018 eine eigene Station im Nachbardorf Westre errichten, damit dann mit zwei Standorten in der Region eine ausreichende Versorgungssicherheit für wasserstoffbetriebene Elektromobilität gewährleistet ist. ||

### EISMAN

Einspeisemanagement: Abregelung der Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien sowie KWK- und Grubengasanlagen in das Stromnetz durch den Netzbetreiber

Wasserstoff und  
Brennstoffzelle

# f-cell · gemeinsam · vernetzt

## DAS Impulstreffen

18. und 19. September 2018

Haus der Wirtschaft, Stuttgart

### gemeinsam

Wir diskutieren Herausforderungen und Chancen eines innovativen Wasserstoffzeitalters und Geschäftsmodelle für Brennstoffzellen.

### network

Ausgewählte Spitzenredner geben ihre persönliche Einschätzung von Impulsthemen, internationaler Marktplatz, Thementische im Matchmaking.

### excellent

Wer gewinnt dabei? Jeder Teilnehmer an f-cell 2018. Freuen Sie sich auf eine äußerst angenehme Arbeitsatmosphäre.

## Sind sie dabei?

## Kontaktieren Sie uns:

Peter Sauber Agentur Messen und Kongresse GmbH

Silke Frank | Julia Krägeloh

Wankelstraße 1, 70563 Stuttgart

Telefon +49 711 656960-55 | -56

E-Mail [silke.frank@messe-sauber.de](mailto:silke.frank@messe-sauber.de)

[julia.kraegeloh@messe-sauber.de](mailto:julia.kraegeloh@messe-sauber.de)

# [www.f-cell.de](http://www.f-cell.de)

# TIEFROTE ZAHLEN STATT SCHWARZER NULL

## Interview mit Reinhard Christiansen, Windkraftpionier

Reinhard Christiansen, wohnhaft direkt an der dänischen Grenze in der kleinen Gemeinde Ellhöft, kennt sich mit grünem Strom bestens aus: Der gelernte Landwirtschaftsmeister und Versicherungsfachmann hat bereits Ende der 1980er Jahre wesentlich zum Durchbruch der Windkraft in Deutschland beigetragen. 1995 startete er gemeinsam mit den Bürgern aus seinem 113-Seelen-Dorf mit der Projektierung eines ersten Windparks. Nach dessen Inbetriebnahme im Jahr 2000 initiierte er vier weitere Bürgerwindparks, ließ dafür extra ein Umspannwerk errichten, gründete mehrere Betreiberfirmen und brachte es – auch durch seine Berater-tätigkeit – nicht nur zu persönlichem Wohlstand, sondern auch zu viel Ansehen in der gesamten Energiebranche. Jetzt hat er mit über 60 Jahren eine neue Idee ins Auge gefasst: Die Erzeugung von Wasserstoff aus Windstrom (s. auch HZwei-Heft Okt. 2017). HZwei besuchte den Nordfriesen auf seinem Landgut und sprach mit ihm über alte und neue Visionen.



Reinhard Christiansen [Foto: Doritt Geitmann]

**HZwei:** Sehr geehrter Herr Christiansen, hier im hohen Norden weht fast immer eine steife Brise. Sehr nachvollziehbar, dass man sich das zunutze macht. Wissen Sie noch, was genau damals der ausschlaggebende Knackpunkt war, welcher Umstand also konkret als Startschuss für Ihren ersten Bürgerwindpark bezeichnet werden kann?

**Christiansen:** Ich war damals BUND-Kreisvorsitzender und hatte eine Energiearbeitsgruppe gegründet. Wir mussten feststellen, dass im Nachbarland Dänemark die Windkraft boomte und sich hier in Deutschland nicht viel tat. Das durfte nicht so bleiben.

**HZwei:** Es hat ja dann zunächst fünf Jahre gedauert, bis alle Umweltauflagen und Gutachten beisammen waren und die sechs Windkraftanlagen in Betrieb gehen konnten. Was waren damals die Hauptthemen?

**Christiansen:** Der damalige Landrat von Nordfriesland, Dr. Bastian, war ganz gegen Windkraft und veranlasste auch, dass sich sein Kollege auf dänischer Seite gegen Windkraft südlich der Grenze aussprach.

**HZwei:** Haben Sie da zwischenzeitlich auch mal ans Aufhören gedacht?

**Christiansen:** Nein, nie! Wenn man sich Ziele gesetzt hat und

sich auf dem Weg dorthin Mauern auftun, muss man diese untertunneln, überspringen, umgehen oder einreißen.

**HZwei:** Wie haben Sie denn finanziell diese fünf Jahre überbrückt, wenn man fragen darf?

**Christiansen:** Zu Beginn waren wir 28 Bürger aus der Gemeinde. Als das Geld knapp wurde, fragten wir Freunde und Bekannte. So stiegen 23 weitere Personen mit frischem Geld in das Projekt ein.

**HZwei:** Die Planung der nachfolgenden Windparks ging dann weit- aus flotter. Was hatte sich da Wesentliches geändert?

**Christiansen:** Es gab das Erneuerbare-Energien-Gesetz: Gesicherte Abnahme und feststehende Vergütung über 20 Jahre. Das war eine gute Planungsgrundlage. Die Schwierigkeiten wurden aber nicht weniger. Sehr viele neue Probleme traten im Planungsverlauf auf.

**HZwei:** Ich kann mich noch gut daran erinnern, dass ich damals diese Lockangebote mit acht oder gar zwölf Prozent Rendite als unseri- ös abgetan habe. Gab es tatsächlich derart gut laufende Projekte?

**Christiansen:** Wo alles drumherum stimmte, gab es diese durchaus. Warum auch nicht? Nur dadurch werden Steuern gezahlt. Außerdem war es in der konventionellen Energieer- zeugung üblich, das Doppelte an Rendite zu erzielen.

**HZwei:** Also kann man aus heutiger Sicht durchaus sagen, dass der Erfolg der Windkraftbranche niemals ohne das Erneuerbare- Energien-Gesetz möglich gewesen wäre?

**Christiansen:** Das muss man anerkennen. Da haben die da- maligen Politiker die richtigen Weichen gestellt.

**HZwei:** Nun läuft aber der Förderzeitraum der ersten Windkraft- anlagen allmählich aus. Bedeutet dies das Aus für diese Windräder?

**Christiansen:** Wenn die Standsicherheit weiterhin gewähr- leistet ist und die Maschinen eine hohe Verfügbarkeit auf- weisen, dann kann man einen Weiterbetrieb ins Auge fassen. Man muss sich dann aber dem Markt stellen oder auch in die Stromveredelung gehen.

**HZwei:** Tatsächlich ist es doch so, dass heute auch schon Windstrom für etwa 4 Cent beispielsweise in den USA angeboten wird. Auch hier in Deutschland ist die so genannte Netzparität teils erreicht, oder?

**Christiansen:** Leider wird bei uns die Stromproduktion durch die hohen Kompensationsabgaben, zahlreichen Aufla- gen, Gutachter und Genehmigungsgebühren erheblich ver- teuert. Unter 5 Cent pro Kilowattstunde wird es kaum gehen, sofern die Kommunen und die beteiligten Bürger auch noch etwas Freude haben sollen.

**HZwei:** Trotzdem verfolgen Sie mittlerweile seit drei Jahren ein neues Projekt, und zwar die Speicherung Ihres Windstroms in Wasserstoff. Warum? Ihre Anlagen haben sich dort längst amorti- siert, und neue Turbinen sind bereits konkurrenzfähig.

**Christiansen:** Wir erzeugen hier in Schleswig-Holstein so viel Energie und verbrennen trotzdem noch Heizöl, Benzin und Diesel. Das ist doch paradox! Wir könnten die gesamte Wertschöpfung im Land behalten.



**HZwei:** Sie hatten ja im Jahr 2011 die Energie des Nordens GmbH gegründet, zunächst, um den Netzanschluss Ihrer Region herbeizuführen. Seit 2015 verfolgen Sie mit dieser Gesellschaft das Ziel, direkt an Ihrem Umspannwerk Wasserstoff zu erzeugen. Wie sind Sie auf die Idee gekommen, Wasserstoff als Speichermedium zu nutzen?

**Christiansen:** Weil weltweit Wasserstofftechnologie zur Anwendung kommt. Nur bei uns nicht, und das, obwohl unsere Netze nicht den ganzen Strom aufnehmen können. Es bietet sich förmlich an, sonst abgeregelte Anlagen zur Veredelung des Stroms zu verwenden.

**HZwei:** Sehen Sie sich also wieder als Vorreiter für eine neue Technologie, so wie damals bei der Windkraft?

**Christiansen:** Damals bei der Windkraft waren viele Akteure schon vor mir am Werk. Auch bei der Wasserstofftechnologie sind viele Akteure in allen Ecken des Landes am Werk.

**HZwei:** Seit Anfang 2016 leitet Marko Bartelsen dieses Projekt. Wie ist da jetzt der Entwicklungsstand?

**Christiansen:** Wir waren kurz vor der Umsetzung des Projektes. Ausgebremst ist es im Moment, weil die Richtlinien des Förderprogramms „Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende“ (SINTEG) und die Bedingungen der Experimentierklausel nicht zum wirtschaftlichen Betrieb geeignet sind. Sie bewirken eher das Gegenteil.

**HZwei:** Was heißt das genau?

**Christiansen:** Die Experimentierklausel besagt eine Entlastung von der EEG-Umlage um 60 %. Diese Entlastung wäre positiv, aber die Richtlinien der SINTEG-Verordnung beinhalten den Passus, dass die Erlöse gegengerechnet werden. Sofern also jetzt im Rahmen der Stromveredelung Erlöse erzielt werden, zum Beispiel durch den Verkauf des Produkts Wasserstoff, verringert sich die EEG-Umlagen-Entlastung entsprechend der erzielten Erlöse. In unserem Fall wären alle Entlastungen hinfällig.

**HZwei:** Und das bedeutet, dass sich das für Sie nicht mehr lohnt?

**Christiansen:** Ja, die Schwierigkeiten verschärfen sich in unserem Fall, da die operativen Kosten nur zu 50 % angesetzt werden dürfen. Das bedeutet, durch die bewilligte Förderung und mit den erzielten Einnahmen war ein wirtschaftlicher Betrieb des Haurup-Wasserstoffprojekts möglich. Es konnte eine schwarze Null erreicht werden. Da die Kosten im Rahmen der SINTEG-Förderrichtlinien aber nur zu 50 % zur Anrechnung gebracht werden dürfen, hat das Projekt buchmäßig höhere Gewinne. Entsprechend verringert sich nun die bewilligte Fördersumme. Zusammen mit den Umsetzungsbedingungen der Experimentierklausel werden aus der schwarzen Null tiefrote Zahlen. Wenn diese Förderbedingungen nicht geändert werden, ist nicht nur unser Projekt, sondern jedes investive Projekt im Rahmen dieser Fördermaßnahme zum Scheitern verurteilt.

**HZwei:** Verstehe, was planen Sie denn jetzt als Nächstes?

**Christiansen:** Den Ausbau des H<sub>2</sub>-Tankstellennetzes und die Belieferung mit grünem Wasserstoff. Gründung einer Einkaufsgemeinschaft zur Anschaffung von Brennstoffzellenkraftfahrzeugen.

**HZwei:** Wann könnte voraussichtlich Ihre erste Wasserstofftankstelle kommen – und eventuell die ersten Brennstoffzellenautos?

**Christiansen:** Drittes Quartal 2018 wird es so weit sein. Bei Wasserstoff ist es so: Erst muss die Tankmöglichkeit da sein, dann das Auto. Im E-Car-Bereich mit Akku geht es auch anders, denn Strom gibt es überall.

**HZwei:** 2016 fand zum ersten Mal der Grünstrom-Event in Engesande – auch bei Ihnen in der Region – statt. Kann man sagen, dass sich inzwischen in und um Flensburg so etwas wie eine norddeutsche H<sub>2</sub>-Community gebildet hat?

**Christiansen:** Ja, hier warten die Bürger auf die flächendeckende Umsetzung der H<sub>2</sub>-Tankmöglichkeit. Sobald die ersten zwei Tankstellen in der Nähe von Flensburg in Betrieb gehen, wird die Energiewende im Mobilitätsbereich ihren Lauf nehmen.

**HZwei:** Lieben Dank für diese Einblicke.

Der Grünstrom Event III findet vom 1. bis 3. Juni 2018 in Engesande statt.

## Anwendungsbereite Speicherlösungen: mit Wasserstoff, mit LOHC, mit Batterietechnik

Wir liefern maßgeschneiderte Lösungen für Mobilität, Industrie und Stromversorgung. Unsere innovative Technologie hat sich in Demonstrationsprojekten bewährt. Dabei bieten wir als erfahrener Systemintegrator den Aufbau kompletter Infrastrukturen.

[www.areva.de](http://www.areva.de)

Unser Portfolio:

- Elektrolyseure
- Batterielösungen
- Wasserstofftankstellen
- LOHC-Speicher



We store Your Energy



# H<sub>2</sub> NACHHALTIG PRODUZIEREN, VERTREIBEN, NUTZEN

## Nutzung negativer Residuallasten zur H<sub>2</sub>-Erzeugung

Das EU-Projekt *CertifHy* geht mit dem Aufbau eines europaweiten Nachweissystems für grünen Wasserstoff in die Umsetzungsphase. Das System wird in den kommenden neun bis fünfzehn Monaten im Pilotbetrieb erprobt werden.



Wasserstoff gilt als ein vielversprechender Kraftstoff für emissionsfreie Antriebe und als Rohstoff in industriellen Anwendungen. Die Zahl der BZ-Autos, die mit Wasserstoff fahren, nimmt weltweit zu. Zur Erreichung der Klimaschutzziele von Paris werden zudem mittelfristig große Mengen an Wasserstoff in der Industrie benötigt, beispielsweise in Raffinerien, für die Stahlaufbereitung und in der Basischemie. Um die Herkunft des Kraftstoffs zuverlässig nachweisen zu können, wird derzeit ein robustes, europäisches Nachweis- und Zertifizierungssystem für grünen Wasserstoff aufgebaut.

Beauftragt vom Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH 2 JU), einer öffentlich-privaten Partnerschaft aus Europäischer Kommission und europäischer Industrie und Forschung, baut ein Konsortium unter dem Titel *CertifHy* ein solches Verfahren auf Basis von Herkunftsnachweisen (Guarantee of Origin – GO) im Rahmen eines Pilotbetriebs auf.

Unter der Führung von Hincio verantwortet LBST die Entwicklung der notwendigen Systemdokumente und -prozeduren. Dabei wird auf den Ergebnissen der ersten Projektphase (2014 bis 2016) aufgebaut: „Während in der ersten *CertifHy*-Phase eine solide Basis gelegt wurde mit vierzehn Industrieunternehmen und mehr als 500 interessierten Stakeholdern, können wir jetzt die Diskussionen für die Umsetzung mit über 650 Stakeholdern aufnehmen und damit ein de facto europäisch harmonisiertes Herkunftsnachweissystem schaffen“, berichtete Projektleiter Wouter Vanhoudt von Hincio. Dr. Uwe Albrecht, Geschäftsführer der LBST, ergänzte: „Energieszenarien und Umweltanalysen der vergangenen Jahre zeigen das große Potenzial von grünem Wasserstoff für die Energiewende im Verkehr und in der Industrie auf. Mit Wasserstoff aus erneuerbarem Strom kann dieses Potenzial umfassend und nachhaltig gehoben und zukünftig durch *CertifHy* nachgewiesen werden.“

**STAKEHOLDER-PLATTFORM** Am 20. November 2017 wurde zu diesem Zweck eine Stakeholder-Plattform etabliert. Über 100 europäische Partner aus Industrie, Politik, Standardisierung, Verbänden, KMUs und Forschung nahmen an der ersten Plenarsitzung teil. Vier Arbeitsgruppen wurden gebildet und nahmen ihre Arbeit auf. Themenschwerpunkte waren Herkunftsnachweissystem, Hersteller-/Pilotzertifizierung, Nutzer und regulatorischer Rahmen. Die Stakeholder-Plattform dient als Forum für die Diskussionen zum Aufbau des Systems und zur Durchführung des Pilotbetriebs. Bart Biebuyck, Direktor des FCH 2 JU, sagte zur Eröffnung der

Plenarsitzung: „Ziel ist der Aufbau eines selbsttragenden Systems bis zum Ende der Projektlaufzeit.“

An diesen Systemaufbau soll sich ab 2019 eine EU-weite Nutzung mit einer institutionellen Etablierung von *CertifHy* sowie der Einbettung in das europäische Regelwerk und die Standardisierung anschließen.

**PILOTBETRIEB** Um die Prozeduren und das System zu testen und zu verbessern, wurden zunächst vier Pilotprojekte ausgewählt. Diese bilden unterschiedliche H<sub>2</sub>-Erzeugungspfade an vier verschiedenen Standorten in Europa ab. Das Industriegaseunternehmen Air Liquide demonstriert die Wasserstoffherzeugung aus Erdgas mittels Dampfreformierung mit anschließender CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -nutzung in Frankreich. Das Chemieunternehmen Akzo Nobel erzeugt Wasserstoff als Nebenprodukt in der Chlor-Alkali-Elektrolyse in den Niederlanden. Das Einzelhandelsunternehmen Colruyt demonstriert die Vor-Ort-Erzeugung von Wasserstoff aus erneuerbarem Strom für seine Fahrzeugflotte in Belgien. Und schließlich produziert das Energieunternehmen Uniper in Falkenhagen Wasserstoff durch Elektrolyse aus Windstrom.

Diese Anlagen und die dort erneuerbar oder CO<sub>2</sub>-arm erzeugten Wasserstoffmengen werden vom TÜV Süd überprüft und zertifiziert, vorausgesetzt, sie entsprechen den Kriterien von *CertifHy*. Konrad Tausche, Leiter der Abteilung Carbon Management Service der TÜV Süd Industrie Service GmbH, begrüßt es sehr, dass „ein europaweit einheitliches Zertifizierungssystem für grünen Wasserstoff eingeführt wird und durch die Standardisierung der Erzeugung sowie die Nachverfolgung von klimafreundlichem Wasserstoff ein weiterer Baustein für die Realisierung der Klimaschutzziele entsteht“.

**FUNKTIONSWEISE** Herkunftsnachweise sind bekannt und etabliert für grünen Strom. Ein vergleichbares System wird nunmehr mit *CertifHy* auch für Wasserstoff aufgebaut. Wo grüner Wasserstoff erzeugt wird, können diese Mengen zertifiziert werden. Diese Zertifikate sind dann unabhängig vom physischen Produktstrom über eine elektronische Plattform (registry) handelbar. Wenn also beispielsweise im windreichen Norden Deutschlands grüner Wasserstoff erzeugt wird, muss dieser nicht nach Süddeutschland transportiert werden, wenn dort grüner Wasserstoff nachgefragt wird. Stattdessen wird das Zertifikat für die in Norddeutschland erzeugte grüne Wasserstoffmenge nach Süddeutschland transferiert, um dort auf grauen, physisch gelieferten Wasserstoff übertragen zu werden. Dafür wird die entsprechende physische Wasserstoffmenge in Norddeutschland grau. Damit wird grüner Wasserstoff europaweit für Kunden effizient und zuverlässig zertifiziert verfügbar.

In der ersten Phase wurden in breitem Konsens zwei Wasserstoffqualitäten festgelegt: grüner Wasserstoff aus erneuerbaren Energien, der zusätzlich eine bestimmte CO<sub>2</sub>-Schwelle in der Herstellung nicht überschreitet, was insbesondere für Wasserstoff aus Bioenergie gilt, und CO<sub>2</sub>-armer Wasserstoff,

der aus nicht-erneuerbaren Energien erzeugt wird und dieselbe CO<sub>2</sub>-Schwelle in der Herstellung nicht überschreitet.

**NUTZUNG** Ziel der Herkunftsnachweise für grünen Wasserstoff ist es, Wasserstoffnutzern zuverlässige Informationen über die Umweltqualität des Wasserstoffs zu bieten. Verschiedene Nutzungsmodelle sind möglich:

Wasserstoffverbraucher können selbst Herkunftsnachweise für die physisch bezogenen oder selbst erzeugten Wasserstoffmengen erwerben. Dies bietet sich insbesondere für Großverbraucher an, beispielsweise in der Industrie. Diese können damit gegenüber ihren Kunden und der Öffentlichkeit nachweisen, dass grüner Wasserstoff in der Herstellung der jeweiligen Produkte eingesetzt wurde.

Für kleinere Wasserstoffnutzer, wie beispielsweise private Besitzer von Brennstoffzellenfahrzeugen, kann der Tankstellenbetreiber grünen Wasserstoff mit Herkunftsnachweis anbieten. Diesen Nachweis beschafft der Tankstellenbetreiber entweder separat vom Lieferanten des physischen Produkts, oder der Lieferant bietet den Wasserstoff schon inklusive Herkunftsnachweis an.

Für gewerbliche Flottenbetreiber gibt es auch die Möglichkeit, selbst Herkunftsnachweise zu beschaffen. Damit kann der Unternehmer gegenüber den Kunden und der Öffentlichkeit nachweisen, dass er seine Fahrzeugflotte klimaneutral betreibt.

Schließlich ist es auch möglich, dass Fahrzeughersteller beim Verkauf des Fahrzeugs eine bestimmte Menge an Herkunftsnachweisen und eventuell Kraftstoff in den Verkauf einschließen. Je nach Wasserstoffanwendung, Lieferkette und regulatorischem Rahmen sind weitere Nutzungsmodelle vorstellbar.

**ZEITRAHMEN** *CertifHy* beginnt derzeit mit dem Aufbau des Herkunftsnachweissystems für grünen Wasserstoff. Dieses wird dann mit den beschriebenen Piloten getestet und verbessert. Wer Interesse an der Nutzung von Herkunftsnachweisen für grünen Wasserstoff hat, sollte sich bereits jetzt mit *CertifHy* in Verbindung setzen, um sich frühzeitig auf die Verwendung von Herkunftsnachweisen vorbereiten zu können. Erste Herkunftsnachweise werden im Laufe des Jahres aus den Pilotzertifizierungen erzeugt und in der elektronischen Handelsplattform für den Handel beziehungsweise den Erwerb verfügbar gemacht werden.

Hersteller von grünem Wasserstoff können sich mit *CertifHy* in Verbindung setzen. Nach Abschluss der Piloten werden die Prozeduren so weit etabliert und validiert sein, dass weitere Erzeugungsanlagen und Produktionsmengen zertifiziert werden können, um die entsprechenden Herkunftsnachweise zu generieren. ||

Autor:

Matthias Altmann, LBST, Ottobrunn

→ [Matthias.Altmann@lbst.de](mailto:Matthias.Altmann@lbst.de)

#### CERTIFHY-KONSORTIUM

Beteiligt sind der internationale Prüf- und Zertifizierungsdienstleister TÜV SÜD aus München, der Berater für nachhaltige Energie und Mobilität Ludwig-Bölkow-Systemtechnik aus München/Ottobrunn, der Strategieberater Hincio aus Belgien, der das Konsortium auch leitet, das niederländische Forschungsinstitut ECN sowie der finnische IT-Systemexperte Grexel.

→ [www.CertifHy.eu](http://www.CertifHy.eu)

**ees**  
electrical energy storage

Europas größte Fachmesse  
für Batterien und  
Energiespeichersysteme  
MESSE MÜNCHEN

20-22  
JUNI  
2018  
[www.ees-europe.com](http://www.ees-europe.com)



- 450+ Aussteller und 50.000+ Fachbesucher aus 165 Ländern
- Marktreife und innovative Lösungen für Batterien und Energiespeichersysteme: hier finden Sie die entscheidenden Geschäftskontakte!
- Von der Erzeugung und Speicherung bis zum intelligenten Verbrauch – The smarter E bündelt vier internationale Energiefachmessen unter einem Dach

Part of  
**THE smarter**  
| EUROPE

# ÜBER DISRUPTIONEN, BITCOINS UND BLOCKCHAIN

## 6. Barcamp Renewables in Kassel

Disruptionen in der Energiewirtschaft: Welche sind das und welche Auswirkungen haben sie? Um derlei Themen ging es auf dem 6. Barcamp Renewables, das vom 26. bis 27. Oktober 2017 in Kassel stattgefunden hat. Mehr als 120 Teilnehmer diskutierten über entsprechende Beispiele aus der Erneuerbare-Energien-Branche und wichtige Fragen rund um die Energieversorgung der Zukunft.



Das diesjährige Barcamp startete mit einer Podiumsdiskussion im Gleisl in Kassel. Zahlreiche engagierte Vertreter aus der Energiewirtschaft debattierten dort über die nächsten Disruptionen in der Energiewirtschaft. Martin Rühl von den Stadtwerken Union Nordhessen erklärte: „Die Erneuerbaren haben das Rennen um die Zukunft schon gemacht.“ Auch Daniel Bannasch von Metropol Solar war sich sicher, dass die Erneuerbaren nicht mehr aufzuhalten seien: „Mit 1 m<sup>2</sup> Photovoltaik kann man mit einem E-Auto pro Jahr 1.000 km weit fahren.“ Dieses Potenzial hätten die Googles und Apples dieser Welt längst erfasst und würden das Ziel 100 Prozent Erneuerbare mit neuen Geschäftsfeldern vorantreiben, so der Energieblogger. Ganz im Gegensatz zur Politik, die insbesondere in Deutschland eher

### ENERGIEBLOGGER

Die *Energieblogger* sind ein eingetragener Verein, verstehen sich aber eher als loser Zusammenschluss aktiver Blogger, die im Internet rund um das Thema „Erneuerbare Energien“ informieren. Sie treten unter anderem als Mitveranstalter des Barcamps auf. Der *HZwei*-Blog vertritt den H<sub>2</sub>- und BZ-Bereich innerhalb der Energieblogger.

→ [www.energieblogger.net](http://www.energieblogger.net)

verhindert als befördert. Ein Punkt, der im Publikum viel Beifall fand.

Darüber hinaus wurde diskutiert, wie eine dezentrale, demokratische Energiewende von unten gelingen könnte. Hierzu verwies Julian Kretz von Next Kraftwerke darauf, dass eine große Verantwortung auf den regionalen Stadtwerken und den Bürgerenergie-Genossenschaften liege. Gerade diese Player sollten sich der gestiegenen Komplexität bewusst sein und verstärkt mit Programmierern und Start-ups an digitalen Lösungen arbeiten, um nicht abgehängt zu werden.

**VON BLOCKCHAIN BIS SOLARCOINS** In den Sessions am zweiten Tag brachte unter anderem Bitcoin-Beraterin Britta Aufermann Licht ins Dunkel rund ums Thema Blockchain. Die Quintessenz dieser Session war: In Deutschland wird der weltweite Trend zum Handeln mit Bitcoins verschlafen. Für die (digitale) Energiewirtschaft sei es aber eine riesige Chance, wenn sie sich dieses Themas annehmen und es für sich nutzen würde, zum Beispiel durch die Einführung von Solarcoins. Insbesondere durch die Koppelung der Blockchain-Technologie mit Photovoltaik könnten die aufzuwendenden Energieressourcen deutlich reduziert werden.

Zudem ging es um die Auswirkungen des neuen deutschen Gesetzes zur Digitalisierung der Energiewende. Marek Seeger, Information Security Manager bei SMA, sagte: „Hinsichtlich der Sicherheit ist das Digitalisierungsgesetz, was den aktuellen Stand der Technik angeht, prinzipiell angemessen, aber durch den erzwungenen Einsatz von Smart-Meter-Gateways werden zukünftige Technologien be- oder sogar verhindert.“ Kritik trifft vor allem die nicht genügend eindeutige Regelung zur Nutzung der Smart-Meter-Gateways. Die konkreten Auswirkungen seien im Hinblick auf Technologien wie Blockchain oder künstliche Intelligenz (KI) heutzutage kaum abzuschätzen.

Johanna Gampe, Lehrbeauftragte an der Uni Kassel, stellte in ihrer Session zur Diskussion, welche digitalen Hypes die Erneuerbaren für sich nutzen können. Klarer Tenor: Lasst uns weniger über das „Was“ diskutieren, als vielmehr über das „Wie“. Wie schaffen es beispielsweise Bürgerenergie-Genossenschaften eine breite Öffentlichkeit über alle Altersschichten hinweg zu erreichen und so die Beteiligung zu steigern? Eine Möglichkeit: Virale Kommunikation über Social Media. ||

### Literatur-Tipp:

□ Tony Seba, *Clean Disruption of Energy and Transportation*  
Jetzt auch auf Deutsch erhältlich: *Saubere Revolution 2030*

# FAHRTENTEILUNG MIT BZ-AUTOS

## Neue Anbieter setzen auf Elektroantriebe



Abb. 1: Wasserstoffbetriebene RideSharing-Autos [Quelle: CleverShuttle]

Der Einstieg in die Elektromobilität erfolgt weniger durch Privatnutzer, sondern vornehmlich durch Flottenbetreiber. Dies trifft auch auf die Wasserstoffmobilität zu. Ein erster Beleg dafür war BeeZero. Das Linde-Tochterunternehmen bietet seit April 2016 in München 50 Hyundai ix35 Fuel Cell als Carsharing-Fahrzeuge an.

Seit September 2017 gibt es nun Konkurrenz, allerdings mit anderem Konzept: CleverShuttle hat mit finanzieller Unterstützung der NOW GmbH ebenfalls Brennstoffzellenfahrzeuge erworben, nutzt diese aber im Ridesharing-Dienst. Zudem bietet das Start-up, an dem sowohl die Deutsche Bahn als auch Daimler beteiligt sind und das ausschließlich Elektro- und Plug-in-Hybridfahrzeuge verwendet, seinen Service im Zentrum verschiedener deutscher Städte an (Berlin, Dresden, Frankfurt a. M., Leipzig, Stuttgart).

In Hamburg besteht die Fahrzeugflotte ausschließlich aus Wasserstoffautos. Bislang sind dort zwanzig Mirai in Betrieb. Frank Horch, Senator für Wirtschaft, Verkehr und Innovation, sagte: „Durch den Einsatz umweltfreundlicher Brennstoffzellenautos wird eine wirtschaftliche und effiziente Form der Mobilität geschaffen, und zugleich werden Schadstoffemissionen vermieden. Deshalb unterstützt die Freie und Hansestadt Hamburg das Projekt auch mit rund 200.000 Euro.“

In München erwarb CleverShuttle fünfzehn Exemplare des Toyota Mirai, die im Oktober 2017 im Rahmen der Eröffnung der H<sub>2</sub>-Tankstelle der mittelständischen Mineralölfirma Allguth in der Kreillerstraße übergeben wurden.

Auch Alphabet Deutschland, das Leasingunternehmen von BMW, setzt seit Ende 2017 auf Brennstoffzellenfahrzeuge. Die ersten dreißig Mirai sollen innerhalb der kommenden drei Jahre in Flotten von Großkunden des Business-Mobility-Anbieters zum Einsatz kommen – finanziell unterstützt mit 0,5 Mio. Euro vom NIP 2.

Ein weiterer Mitbewerber ist book-n-drive, das seit September 2017 in Frankfurt am Main einen Mirai in seiner Carsharing-Flotte hat. Udo Mielke, Geschäftsführer der book-n-drive Mobilitätssysteme GmbH, erklärte: „Die Buchung ist nicht teurer als bei einem normalen Fahrzeug.“ (4 Euro pro Stunde)

Auch in den USA soll dieses Konzept praktiziert werden: In Kalifornien will StratosFuel ab 2018 einen Carsharing-Service mit zunächst fünfzehn Brennstoffzellenautos anbieten. ||

Anders als beim **Carsharing**, bei dem der Kunde ein Fahrzeug zeitweise mietet und selbst fährt, übernimmt beim **Ridesharing** ein ausgebildeter Fahrer die Beförderung, ähnlich wie bei einem Taxi, aber mit dem Unterschied, dass auch andere Kunden auf der Strecke mitgenommen werden können, wodurch Kosten und Kilometer reduziert werden.

## NEUE STUDIE ZUR SEKTORKOPPLUNG

Das Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) und die schweizerische Beratungsagentur E4tech haben Ende September 2017 eine Dialogkonferenz über „Sektorkopplung als Schlüssel für die Energiewende“ durchgeführt. Anlass war, dass im Rahmen einer Interaktionsanalyse rechtliche, finanzielle und technische Barrieren untersucht und mögliche Ansätze herausgearbeitet werden, mit denen in der anstehenden Legislaturperiode wichtige Maßnahmen auf den Weg gebracht und kurzfristig wirksame Impulse gesetzt werden können. Die Autoren stellen bislang fest: „Der optimale Entwicklungspfad liegt nicht in der radikalen Elektrifizierung des Wärme- und Mobilitätsbereichs und nicht in einer reinen H<sub>2</sub>-Welt, in

der Wasserstoff der einzige Energieträger in allen Bereichen werden würde, aber durch die Zusammenführung dieser Positionen und die Einbeziehung effizienter und erneuerbarer Wärmeerzeugung können zentrale Fragen der Energiewende angegangen werden. Entscheidend ist, ab jetzt die Maßnahmen in die richtige Richtung zu lenken.“ ||

# BÜRGERMEISTER SUCHEN BZ-BUSSE

## Dieseltippel: Geld ist da, aber kein Angebot



Abb. 1: Bleibt Zukunftsvision – Designskizze des Citaro F-Cell aus dem Jahr 2009 [Quelle: Daimler]

Der Dieseltippel hat es in aller Deutlichkeit gezeigt: Es gibt derzeit kein ausreichendes Angebot an schadstofffreien oder zumindest emissionsarmen Fahrzeugen. Die 28 Bürgermeister deutscher Kommunen, die sich am 28. November 2017 in Berlin mit der geschäftsführenden Bundeskanzlerin Angela Merkel trafen, stehen vor dem Dilemma, dass sie gerne Elektrobusse anschaffen und E-Taxen fördern würden, es diese aber momentan auf dem Markt nicht gibt – zumindest nicht in Deutschland.

Es schien so, als wenn diese Entwicklung mit drohenden Fahrverboten für einige völlig überraschend gekommen und niemand darauf vorbereitet gewesen ist, dabei ist schon seit Langem klar, dass einerseits die Luft in europäischen Großstädten immer schlechter wird und andererseits kaum bezahlbare, schadstoffarme Fahrzeuge angeboten werden (HZwei-Heft Jan. u. Jul. 2017). Entsprechend laut war die Kritik, dass erstens die Dieseltippel nichts brächten und es zweitens viel zu spät zum Handeln sei.

Als Soforthilfe hat die Bundesregierung zugesagt, 1 Mrd. Euro bereitzustellen. Bei der Ausschüttung soll es möglich sein, Bundes- und Landesförderprogramme zu kombinieren. Der regierende Bürgermeister von Berlin, Michael Müller, kündigte daraufhin an, in der Hauptstadt die Umrüstprämie für diejenigen Taxi-Unternehmer, die von Diesel- auf Hybrid- oder Elektrofahrzeuge umsteigen, auf bis zu 8.000 Euro zu verdoppeln. Er übte aber auch deutliche Kritik an den deutschen Herstellern, die kein einziges Elektrotaxi im Programm hätten. Ähnlich ist es bei den Bussen. Müller kündigte trotzdem an, dass sich Berlin der Initiative von Hamburg anschließen wird und ab 2020 Elektrobusse anschaffen will – notfalls ausländische Fabrikate.

**HERSTELLER KÖNNEN NICHTS ANBIETEN** Dabei gab es vor einigen Jahren durchaus lobenswerte Ambitionen deutscher Hersteller – nicht nur bei Elektrobussen, sondern insbesondere auch bei Brennstoffzellenfahrzeugen. Insgesamt 36 Citaro-BZ-Busse von Daimler waren im Rahmen des CUTE- und HyFLEET:CUTE-Demonstrationsvorhabens bei zwölf Verkehrsbetrieben auf drei Kontinenten unterwegs. Die Citaro-FuelCELL-Hybridmodelle basierten auf dem NEBUS, der Anfang dieses Jahrhunderts parallel zu den Brennstoffzellen-Pkw-Modellen (NeCar) mit viel Fördergeld von dem schwäbischen Automobilhersteller entwickelt worden war. Auch

Eine Sprecherin der Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) monierte gegenüber bizz energy: „Man findet in Europa am Markt keine Busse. Wir würden in großen Mengen kaufen und hoffen, dass es bei der Industrie in den Köpfen ankommt, dass man hier Geld verdienen kann. Irgendwann werden wir weit über 1.000 Elektrobusse brauchen.“

Daimler-Buses-Leiter Hartmut Schick erklärte anlässlich der Busworld 2017 gegenüber eurotransport.de: „Es gibt noch Einsatzbereiche, bei denen ein Bus den ganzen Tag über 350 Kilometer ohne Lademöglichkeit unterwegs ist, und für diesen Bereich denken wir über die Brennstoffzelle im Sinne eines Reichweitenverlängerers nach. Der Fokus hat sich also verschoben – weg von der Brennstoffzelle als dem einzigen Energielieferanten an Bord, wie wir es bisher umgesetzt haben.“

MAN war jahrelang mit H<sub>2</sub>-Bussen unterwegs, zog sich dann aber komplett aus der Weiterentwicklung zurück.

Daimler geht selbst davon aus, dass „70 % der verkauften Stadtbusse in Westeuropa 2030 einen emissionsfreien Antrieb haben werden“. Die Stuttgarter werben auch damit, dass ihr Tochterunternehmen „Daimler Buses bereits seit über 40 Jahren die Entwicklung alternativer Antriebe vorantreibt“. Im Herbst 2016 stellte Daniel Bäuerle von der Abteilung Produktplanung jedoch fest: „Derzeit erfüllt noch kein Batterie- oder Brennstoffzellenbus unseren Anspruch an ein Serienprodukt.“ Und daran scheint sich auch ein Jahr später noch nichts geändert zu haben.

**DREISSIG BZ-BUSSE FÜRS RHEINLAND** Es gibt zwar durchaus gute Ansätze, allerdings mit ausländischen Herstellern: Die Regionalverkehr Köln



Abb. 2: Pau Hydrogen Bus Station [Quelle: ITM Power]

GmbH (RVK) verkündete beispielsweise, dass ab 2019 in und um Köln herum 30 Brennstoffzellenbusse fahren werden. Ende September 2017 erhielt die RVK vom Bundesverkehrsministerium den entsprechenden Förderbescheid über 13 Mio. Euro für die Beschaffung der BZ-Hybridbusse sowie für die Einrichtung von zwei Wasserstofftankstellen in Meckenheim und Wermelskirchen Ende 2018. Eine zusätzliche H<sub>2</sub>-Tankstelle am Flughafen Köln/Bonn wurde bereits jüngst in Betrieb genommen (s. S. 39), und der Standort in Hürth soll auch noch erweitert werden. Für zehn zusätzliche Fahrzeuge, die spätestens 2020 an den Start gehen sollen, gibt es eine weitere Förderoption. Neben der Förderung aus dem NIP 2 kommen weitere 5,6 Mio. Euro aus dem EU-Projekt *JIVE (Joint Initiative for Hydrogen Vehicles across Europe)*, dem größten BZ-Busprojekt Europas, bei dem in fünf Ländern insgesamt 144 wasserstoffbetriebene Busse eingesetzt werden sollen.

Die jährlichen Betriebskosten für 15 Busse würde prinzipiell der Rheinisch-Bergische Kreis übernehmen, allerdings

muss dafür noch der Kreisausschuss zustimmen. Zehn Busse sollen im linksrheinischen Teil des Rhein-Sieg-Kreises und fünf im Stadtverkehr in Hürth und Brühl (Rhein-Erft-Kreis) eingesetzt werden.

**ACHT BUSSE IN FRANKREICH** Ein vergleichbares Vorhaben läuft auch in Pau Béarn Pyrénées, Frankreich, wo ab Herbst 2019 insgesamt acht Brennstoffzellenbusse eingesetzt werden sollen. Die 18 Meter langen Fahrzeuge, die die regionalen Transportunternehmen Syndicat Mixte de Transports Urbains – Pau Portes des Pyrénées (SMTU-PPP) und Société de Transport de l'Agglomération Paloise (STAP) betreiben möchten, kommen von Van Hool. Der Wasserstoff kommt aus Elektrolyseuren des US-Herstellers ITM Power (s. Abb. 2). Das 20-Mio.-Euro-Vorhaben wird über das FCH JU gefördert.

Selbst in Costa Rica wurde Ende November 2017 ein Wasserstoffbus in Betrieb genommen, der erste in Zentralamerika. Der benötigte Wasserstoff wird emissionsfrei mit Hilfe von Windturbinen und Solaranlagen erzeugt, was nicht verwunderlich ist, da dort der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung im vergangenen Jahr bei über 98 % lag. Der H<sub>2</sub>-Bus *Nyuti* ist Teil des *Hydrogen-Ecosystem*-Projekts, das in der Stadt Liberia von der Ad Astra Rocket Company gefördert wird, der Firma des ehemaligen Astronauten Franklin Chang Díaz. ||

Jan Van Hool aus dem Aufsichtsrat des Busherstellers erklärte, sein Unternehmen habe bereits rund 50 Brennstoffzellenfahrzeuge verkauft (32 in Europa und 21 in Nordamerika).

23

ENERGIEINFRASTRUKTUREN

# Energize tomorrow

23. — 27. APRIL 2018

HANNOVER • GERMANY

[hannovermesse.de/energy](http://hannovermesse.de/energy)

E-MOBILITÄT

INDUSTRIE



Deutsche Messe

Energy



# NUTZFAHRZEUGE MIT NULL EMISSIONEN

## Vom ökologischen Hoffnungsträger zur ökonomischen Alternative

Politische Maßnahmen zur Dekarbonisierung des Verkehrs konzentrieren sich bislang vor allem auf Pkw, Busse und Lieferwagen. Es gibt jedoch eine Vielzahl von Nutzfahrzeugen wie leichte und schwere Lkw, Baumaschinen, land- und forstwirtschaftliche Maschinen sowie unterschiedlichste Spezialfahrzeuge, die fast ausschließlich dieselbetrieben sind und daher wesentlich zu den Verkehrsemissionen beitragen. In der vorliegenden Studie wurden zunächst die emissionsbezogenen Vorschriften für Nutzfahrzeuge sowie die ökonomische und ökologische Relevanz der verschiedenen Segmente untersucht. Für fünf ausgewählte Anwendungsfälle in verschiedenen Nutzfahrzeugsegmenten wurden zudem die Lebenszykluskosten (TCO) sowie die Treibhausgasemissionen von Nullemissionsantrieben im Vergleich zu konventionellen Dieselantrieben analysiert.

Nutzfahrzeuge (Nfz) sind für mehr als ein Drittel der Treibhausgasemissionen (THG) des Straßenverkehrs verantwortlich [1]. In vielen Städten erweisen sich zudem überhöhte Belastungen durch Stickstoffoxide und Feinstaub u. a. durch Verbrennungsmotoremissionen zunehmend als problematisch. Während Lkw und Sattelzüge aufgrund ihrer sehr hohen Fahrleistung den überwiegenden Anteil der Emissionen von Nfz verursachen, führt der oft kontinuierliche Betrieb beispielsweise von Baumaschinen vor allem in deren unmittelbarem Einsatzbereich zu einer erheblichen Belastung. Dadurch sind sie insbesondere in Ballungsräumen oder beim Einsatz in geschlossenen Räumen von hoher Relevanz: So werden 25 % der innerstädtischen verkehrsbedingten Rußemissionen auf Baumaschinen zurückgeführt [2].

Ziel dieser Studie war es daher, für die verschiedenen Nfz-Segmente die Potenziale zum Ersatz von Dieselantrieben zugunsten (lokal) emissionsfreier Antriebe aufzuzeigen. Entsprechend wurden ausschließlich brennstoffzellen- (Fuel Cell Electric Vehicles, FCEV) und batterieelektrische Fahrzeuge (Battery Electric Vehicles, BEV) hinsichtlich ihrer Einsatzmöglichkeiten, Kosten und THG-Emissionen untersucht.

**EMISSIONSBEZOGENE REGELUNGEN** Nfz stellen einen äußerst heterogenen Sektor von hoher ökonomischer Bedeutung dar. Alleine in der direkten Fahrzeugproduktion sind in Baden-Württemberg fast 12.000 Arbeitsplätze verortet. Die bedeutendsten Segmente sind dabei neben Lkw auch Landmaschinen und Busse. Trotz dieser großen wirtschafts- und umweltpolitischen Relevanz ist die aktuelle Durchdringung von alternativen Antrieben bei Nfz praktisch gleich null. Einzig Flurförderzeuge sind größtenteils elektrisch betrieben,

während ansonsten nahezu ausschließlich Dieselantriebe verwendet werden. Auch wenn verschiedene regulatorische Instrumente (wie Maut, Kfz-Steuer, Einfahrtbeschränkungen in Form von Umweltzonen) nach Fahrzeugemissionen differenzieren, unterliegen BEV und FCEV außer bei der Steuer häufig denselben Bedingungen wie EURO-VI-Dieselfahrzeuge.

Die regulatorischen Anreize zum Einsatz von Nullemissionsantrieben sind daher gering. Lediglich Arbeitsschutzvorschriften, die für Arbeitsbereiche deutlich strengere Anforderungen an die Reduzierung der Abgasemissionen von Fahrzeugen und Maschinen stellen als das Umweltrecht, fordern in geschlossenen Räumen explizit den Ersatz dieselbetriebener durch schadstofffreie Antriebstechniken und/oder die kostspielige Erfassung und Absaugung der Abgase [5]. Die weite Verbreitung elektrischer Flurförderzeuge zeigt, dass die Arbeitsschutzregelungen ein treibender Faktor für den Umstieg auf Nullemissionsantriebe sind.

**EIGNUNG VON NULLEMISSIONSANTRIEBEN** Bei den Nullemissionsantrieben sind insbesondere die erforderlichen großen Volumina und Gewichte der Traktionsbatterien beziehungsweise des H<sub>2</sub>-Tanks zu berücksichtigen. Bei FCEV fällt dieser Nachteil aufgrund der höheren Energiedichte von Wasserstoff weniger ins Gewicht. So beträgt für eine vergleichbare Reichweite das Volumen des Batteriesystems etwa das 15-fache des Dieseltanks, das des H<sub>2</sub>-Tanks (700 bar) mehr als das 5-fache. Das entsprechende Gewicht beläuft sich auf rund das 20-fache für die Batterien und das 3-fache für den H<sub>2</sub>-Behälter [4]. Dies schränkt die Nutzung insbesondere der batterieelektrischen Antriebe bei einigen Nfz-Anwendungen für größere Entfernungen (> 200 km) oder durchgehenden Betrieb deutlich ein.

Weiterhin zu berücksichtigen sind die notwendigen Ladezeiten bei BEV und die erforderliche Infrastruktur zum Laden beziehungsweise Tanken. Da die Infrastruktur öffentlich bislang nur unzureichend verfügbar ist, sind Unternehmen hier häufig auf Eigenlösungen angewiesen. Abgesehen von den Kosten stellen auch die damit verbundenen organisatorischen Anpassungen nicht zu unterschätzende Herausforderungen an die Betriebe dar.

**LEBENSZYKLUSKOSTEN** Für die Bestimmung der Lebenszykluskosten (TCO) sowie der THG-Emissionen wurden fünf Beispielfälle ausgewählt, mit denen das große Spektrum der Nfz möglichst umfassend abgebildet werden kann. Es wurde die jeweils am besten geeignete Nullemissionsvariante mit dem konventionellen Dieselantrieb verglichen (s. Tab. 1).

Tab. 1: Beispielsegmente und betrachtete Antriebsvarianten

Fahrzeugkategorie	Konventioneller Antrieb	Emissionsfreier Antrieb
Schwere Transporter	Diesel	Batterieelektrisch
Schwere Lkw	Diesel	Brennstoffzelle
Stadtbusse	Diesel	BZ-Range-Extender
Radlader	Diesel	Batterieelektrisch
Abfallsammelfahrzeuge	Diesel	BZ-Range-Extender

Die TCO berücksichtigen die fahrzeugbezogenen Investitionsbedingten Kosten, Kraftstoff- bzw. Energiekosten, Kosten für Wartung und Instandhaltung, Kfz-Steuer und Maut sowie den Restwert am Ende der Nutzungsdauer. Bei Nullemissionsfahrzeugen (NEF) machen die Traktionsbatterie bzw. die Brennstoffzelle aktuell einen wesentlichen Anteil der Anschaffungskosten aus. Dies gilt umso mehr für Nfz, da sich die im Pkw-Bereich bereits erzielten Kostensenkungen aufgrund der deutlich geringeren Stückzahlen und häufig erforderlichen Spezialanfertigungen hier nicht unmittelbar übertragen lassen. Bis zum Jahr 2030 werden jedoch auch bei Nfz Kostensenkungen von etwa 60 % für Batterien und 88 % für Brennstoffzellen antizipiert. Die Betriebskosten der Fahrzeuge werden dagegen wesentlich durch die Energiekosten bestimmt, die sich aus dem spezifischen Verbrauch und den Energieträgerpreisen ergeben. Dabei sind insbesondere die Kosten von Wasserstoff aktuell noch nicht konkurrenzfähig, jedoch wird hier bis 2030 eine Kostenreduktion um 49 % angenommen, während Diesel und Strom im gleichen Zeitraum um 27 bzw. 28 % teurer werden.

Unter diesen Randbedingungen liegen die TCO der Nullemissionsvarianten in fast allen betrachteten Segmenten heutzutage mit 60 bis 180 % noch deutlich über denen der Dieselfahrzeuge. Eine Ausnahme stellt der Radlader dar, der bereits aktuell aufgrund der verwendeten vergleichsweise günstigen Blei-Säure-Batterie nur Mehrkosten von 8 % aufweist. Nullemissionsantriebe stellen somit in keinem der Segmente bezogen auf die reinen TCO eine wirtschaftliche Alternative zum Diesel dar.

Zukünftig nähern sich die TCO der Antriebe jedoch immer mehr an, und im Jahr 2030 liegen die TCO der Nullemissionsantriebe in fast allen Fällen um 1 bis 6 % unter

denen der Dieselantriebe, das heißt, sie sind zumindest unter bestimmten Voraussetzungen in den betrachteten Anwendungsfeldern wirtschaftlich konkurrenzfähig (s. Abb. 1). Lediglich das Abfallsammelfahrzeug mit Brennstoffzellen-Range-Extender weist in der Nullemissionsvariante noch Mehrkosten von gut 20 % auf.

**TREIBHAUSGASEMISSIONEN** Die Bewertung der Umweltwirkungen erfolgte anhand der THG-Emissionen über den Lebenszyklus der Fahrzeuge. Dabei wurden die Emissionen der Fahrzeugherstellung und -wartung (ggf. erforderlicher Batterie-tausch) sowie des Betriebs einschließlich der jeweiligen Vorketten zur Herstellung der Materialien, Bauteile und Energieträger berücksichtigt. Um das zukünftig erreichbare THG-Reduktionspotenzial der emissionsfreien Antriebe zu demonstrieren, wurde von einem fortgeschrittenen Technologiestand der Antriebe im Jahr 2030 ausgegangen und zudem eine Stromerzeugung vollständig aus erneuerbaren Energien unterstellt. Diese wird ebenfalls zur H<sub>2</sub>-Erzeugung mittels Elektrolyse genutzt. Für den Diesel wurde ein erhöhter Biodieselanteil von 10,8 % (Diesel B11) zugrunde gelegt [3]. Damit ergeben sich THG-Emissionsfaktoren von 48 g CO<sub>2</sub>/kWh für Strom, von 2,976 kg CO<sub>2</sub>/kg für Wasserstoff, und von 2,818 kg CO<sub>2</sub>/l Diesel B11.

Der Endenergieverbrauch von Nullemissionsfahrzeugen ist aufgrund der höheren Energieeffizienz des Elektromotors im Vergleich zum Dieselmotor deutlich geringer (s. Abb. 2). Da der Betrieb selbst keine Emissionen verursacht, dominieren bei NEF die THG-Emissionen durch die Produktion und die Energieträgerbereitstellung. Die NEF-Herstellung verursacht durch die Hochvoltbatterie, die Brennstoffzelle und den H<sub>2</sub>-Tank zunächst höhere THG-Emissionen als bei >>

**30**  
1988 - 2018

**Wystrachl.**  
*Worldwide art of precision*

High pressure systems in according to customer needs.  
Approved in according to: **ADR, TPED, PED, EC, ECE**

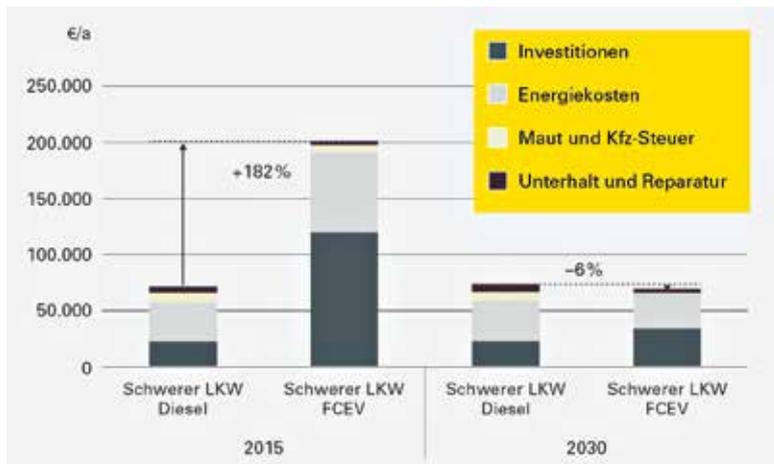


Abb. 1: TCO schwerer Lkw, Vergleich zwischen Diesel und FCEV

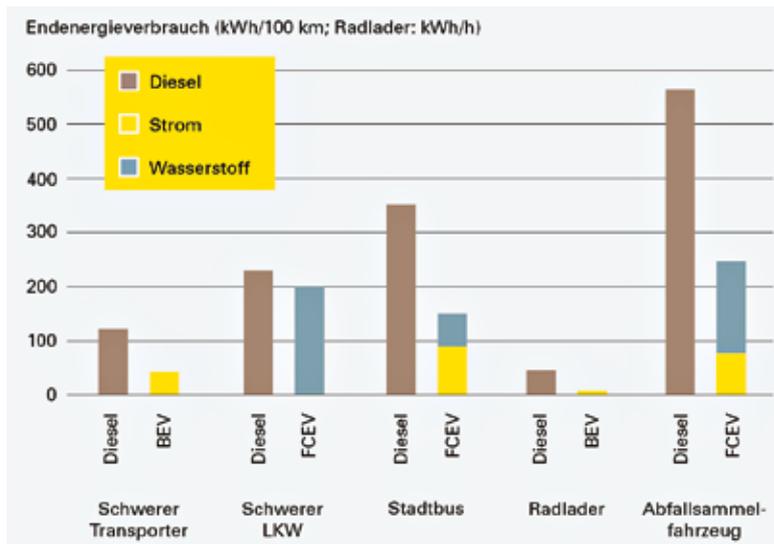


Abb. 2: Spezifische Endenergieverbräuche

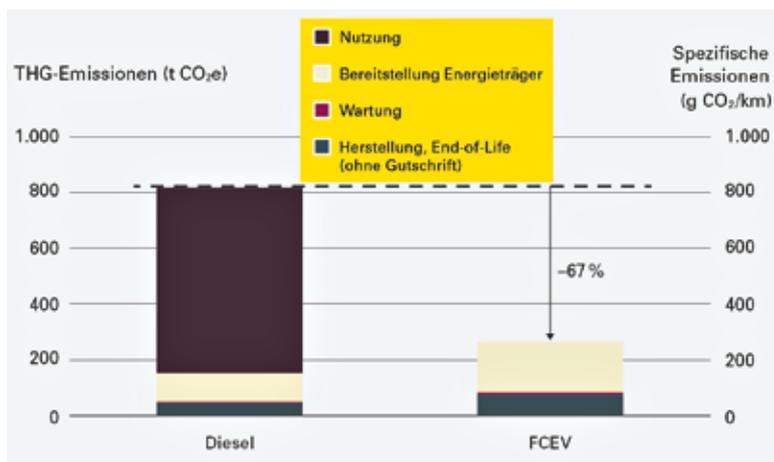


Abb. 3: THG-Emissionen über den Lebenszyklus [Quellen: thinkstep]

Dieselfahrzeugen. Durch den emissionsfreien Betrieb werden diese jedoch bereits nach einer Betriebsdauer von (je nach Segment) fünf bis zwölf Monaten ausgeglichen. Über den Lebenszyklus ergibt sich insgesamt eine Minderung der THG-Emissionen um 67 bis 87 % gegenüber den Dieselantrieben (s. Abb. 3).

Auch bei den THG-Emissionen nimmt der Radlader eine Sonderrolle ein: Da der Elektroradlader bei der Herstellung vergleichbare THG-Emissionen wie das Dieselfahrzeug aufweist, ist der Elektroantrieb von der ersten Betriebsstunde an vorteilhaft und führt mit 87 % zur höchsten Reduktion an THG-Emissionen.

**HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN** Um die Verbreitung von Nullemissionsnutzfahrzeugen zu unterstützen, sollten sie finanziell möglichst entlastet bzw. aktiv gefördert

werden. Zudem sollten sie gegenüber EURO-VI-Fahrzeugen regulatorisch gestärkt werden, indem Privilegien für emissionsfreie Antriebe geschaffen werden. Um die vorhandenen Instrumente zielgerichtet zu adressieren, sollten Nullemissionsfahrzeuge bei der Klassifizierung der Antriebsstruktur mit einer eigenen Kategorie berücksichtigt werden.

Obwohl für einige Anwendungen bereits eine Nachfrage nach NEF besteht, stehen praxistaugliche Lösungen häufig noch nicht zur Verfügung. Die Diskrepanz zwischen den etablierten Herstellern und dem speziellen Bedarf der Anwender zeigt sich zum Beispiel beim StreetScooter, der heute mit großem Erfolg durch die Deutsche Post DHL Group produziert wird. Um die Anforderungen der Nachfrageseite besser mit dem Innovationspotenzial der Hersteller zu verknüpfen, sollte der Dialog zwischen Anwendern und Anbietern gefördert werden. ||

Die Studie erfolgte im Auftrag der e-mobil BW und ist online unter <http://bit.ly/2ygS5U3> verfügbar.

Literatur

- [1] BMUB: Klimaschutz in Zahlen. Fakten, Trends und Impulse deutscher Klimapolitik, Ausgabe 2016, Berlin, 2016
- [2] Diegmann, V.; Pfäfflin, F., u. a.: Maßnahmen zur Reduzierung von Feinstaub und Stickstoffdioxid. UBA-Texte 22/07, Dessau, 2007
- [3] E4tech: A harmonised Auto-Fuel biofuel roadmap for the EU to 2030. London, 2013
- [4] Eberle, Ulrich: Wasserstoff & Elektromobilität – Für ein intelligent verknüpft Energie- und Verkehrssystem. Workshop „Speichertechnologien für den automobilen Einsatz“, Ulm, 2012
- [5] TRGS 554: Abgase von Dieselmotoren, Ausgabe Oktober 2008, berichtigt: GMBL Nr. 28 S. 604-605 (v. 2.7.2009)

Autoren



Dr. Stefan Eckert  
→ stefan.eckert@thinkstep.com

Dr. Michael Faltenbacher,  
Dr. Benjamin Reuter  
alle drei von thinkstep AG,  
Leinfelden-Echterdingen  
Alex Auf der Maur, Sven Altenburg,  
Alexander Labinsky  
alle drei von Prognos AG, Berlin

FUEL CELL STACKS

LIGHTWEIGHT  
DESIGN

# e-xperience

MOBILITY

BATTERY SYSTEMS

VISIONEN HABEN VIELE.

wir haben sie bereits umgesetzt.

Die Anforderungen an Mobilität und Nachhaltigkeit steigen, die Automobilindustrie steht vor einer neuen Ära. In Zeiten des Wandels tut es gut, Zuverlässigkeit und Innovationen aus einer Hand zu erleben. Als international führender Technologiekonzern und Automobilzulieferer bieten wir Zukunftslösungen für sämtliche Antriebskonzepte. Neben gewachsenem Leichtbau-Know-how, das unabhängig vom Antriebssystem Anwendung findet, bieten wir Komponenten für Lithium-

Ionen-Batterien und PEM-Brennstoffzellen sowie komplette Module und Stacks. Durch die strategische Beteiligung an der hofer AG verfügen wir zudem über die Kompetenz einen vollständigen, elektrifizierten Antriebsstrang abzubilden – und gestalten so die Mobilität von morgen maßgeblich.

[www.elringklinger.de](http://www.elringklinger.de)

**elringklinger**

# BETANKUNG VON BZ-BUSFLOTTEN

## *NewBusFuel – Wirtschaftliche Versorgung mit Wasserstoff*



Abb. 1: H<sub>2</sub>-Tankstelle mit On-site-Elektrolyseur, max. Kapazität von 6 t H<sub>2</sub> pro Tag [Quelle: WSW, Hydrogenics [1]]

# 28

Der Einsatz von mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellenbussen hat zahlreiche Vorteile gegenüber Dieselfahrzeugen, so dass er zu einer attraktiven Option für den öffentlichen Personennahverkehr wird. Zu den Vorteilen gehören die komplette Vermeidung von lokalen Schadstoffen, die höhere Flexibilität hinsichtlich des eingesetzten Primärenergieträgers und, je nach H<sub>2</sub>-Herkunft und möglicher Verwendung von erneuerbaren Energien, auch eine beträchtliche Reduktion der verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Nach langjährigen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Bereich der Brennstoffzellenbusse sowie umfassender Praxiserprobung im Rahmen mehrerer Demonstrationsprojekte (z. B. CUTE, HyFleet:CUTE, CHIC, HyTransit) ist deutlich geworden, dass im Hinblick auf eine großmaßstäbliche Versorgung von Busflotten noch Wissenslücken bestehen. Daher hat das Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU) mit *NewBusFuel* ein neues Projekt auf den Weg gebracht, das sich genau dem Thema H<sub>2</sub>-Betankungsinfrastruktur für Busflotten widmet.

Die Versorgung von Busflotten unterscheidet sich von der Pkw-Betankung nicht nur durch deutlich höhere Kraftstoffumsätze und entsprechend größere -Speichermengen. Die H<sub>2</sub>-Betankung von Bussen stellt außerdem besonders hohe Anforderungen an die Zuverlässigkeit der Anlagen und auch an deren Flächenbedarf, der gerade bei innerstädtischen, häufig platzbeschränkten Busdepots eine besonders wichtige Rolle spielt.

Um die tatsächlich bestehenden Anforderungen und die verfügbaren technischen Lösungen möglichst umfassend betrachten zu können, fanden sich im *NewBusFuel*-Projekt 13 Teams mit unterschiedlichen Busbetreibern und H<sub>2</sub>-Technologieanbietern sowie weiteren Partnern zusammen. Gemeinsam entwickelten sie jeweils ein Lösungskonzept, das auf einen konkreten Anwendungsfall (Fallstudie) aus den zwölf beteiligten Städten in sieben Ländern zugeschnitten war.

Die dabei betrachteten Lösungen decken ein äußerst breites technologisches Spektrum ab: Neben der On-site-H<sub>2</sub>-Produktion mittels Elektrolyse (s. Abb. 1) oder Dampfreformierung wurden auch Near-site- und Off-site-Lösungen betrachtet. Diese Versorgungskonzepte reichen von der Nutzung einer Pipeline über die Lieferung von komprimiertem gasförmigem H<sub>2</sub> bis hin zur Lieferung von tiefkaltem Flüssigwasserstoff (s. Abb. 2).

Ziel des Projektes war es, auf Basis der unterschiedlichen Anforderungen und der entwickelten Lösungen Aussagen zu Best-practice-Ansätzen zu finden und diese als Hilfestellung für zukünftige Entwicklungen Busbetreibern, Herstellern und der Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen. Dafür wurden technische Aspekte, wie beispielsweise der Flächenbedarf einer H<sub>2</sub>-Betankungsanlage, aber auch wirtschaftliche Aspekte, wie die Investitionskosten einzelner Module sowie der Gesamtanlage, in Abhängigkeit vom täglichen H<sub>2</sub>-Durchsatz ermittelt und dargestellt. Weiterhin wurden in Bezug auf die ökologischen Aspekte beispielsweise die Treibhausgasemissionen der unterschiedlichen H<sub>2</sub>-Erzeugungspfade ermittelt.

Darüber hinaus wurden auch Interviews geführt, um auf die jeweiligen Lösungsansätze eingehen und etwaige Stolpersteine vermeiden beziehungsweise rechtzeitig konkrete Herangehensweisen empfehlen zu können. Daraus wurden Empfehlungen abgeleitet, um zukünftig derartige H<sub>2</sub>-Infrastrukturprojekte zielstrebig und effizient umsetzen zu können (s. [2]).

Aufgrund der Bandbreite an unterschiedlichen Anforderungen und zum Teil sehr spezifischen Gegebenheiten sind die Ergebnisse allerdings indikativer Natur, können also nur als erste Näherung einen Anhaltswert für die jeweiligen Aspekte liefern. Sie ermöglichen aber bereits während der frühen Phase einer Konzeptfindung erste belastbare Abschätzungen zu einer H<sub>2</sub>-Betankungsanlage. Im Zuge weiterer Konkretisierungen sind allerdings noch fallspezifische Detailuntersuchungen erforderlich.

**ANALYSE DER H<sub>2</sub>-KOSTENSITUATION** Ein weiterer Fokus des Projektes war die Betrachtung der H<sub>2</sub>-Kosten an der Zapfsäule inklusive der Anteile für den Aufbau und den Betrieb der H<sub>2</sub>-Station. Die einzelnen Fallstudien hatten dafür ihre Zielkosten individuell festgesetzt und meist an die Kraftstoffkosten von Dieselnissen angelehnt, was einem Kostenbereich von 4 bis 6 €/kg H<sub>2</sub> entsprach.

In drei Fallstudien konnte dieses ambitionierte Ziel erfreulicherweise mittels unterschiedlicher Technologiekonzepte erreicht werden. Drei weitere Lösungen lagen im Bereich von 6 bis 8 €/kg H<sub>2</sub>. Alle weiteren Konzepte erzielten darüberliegende H<sub>2</sub>-Gesamtkosten. Aus Vertraulichkeitsgründen wird allerdings an dieser Stelle von einer detaillierteren Analyse der unterschiedlichen Lösungen abgesehen.

**HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN** Nichtsdestotrotz können aus dem Vergleich und den angewandten Kostenoptimierungsmaßnahmen zahlreiche Handlungsempfehlungen abgeleitet werden, über die die Kosten für die H<sub>2</sub>-Betankung von Bussen reduziert werden können (s. [1]): Für einige



Abb. 2: H<sub>2</sub>-Station mit Anlieferung von Flüssigwasserstoff, täglicher Durchsatz 2,25 t H<sub>2</sub> pro Tag [Quelle: Linde, [1]]

Busbetreiber war beispielsweise die Notwendigkeit einer solch intensiven Abstimmung zwischen Infrastruktur und Busflotte ungewohnt. Diese ist aber essentiell, um Überkapazitäten vermeiden beziehungsweise begrenzen und somit auch die Kosten niedrig halten zu können. Auch die Maßnahmen zur Sicherstellung einer hohen Verfügbarkeit mussten im Zuge der Optimierungsarbeiten verändert werden. So wurde beispielsweise die Bevorratung von kritischen Ersatzteilen angeregt. Zudem wurden Service-Reaktionszeiten vertraglich abgesichert und Redundanzeffekte durch modular aufgebaute Anlagen ausgenutzt. Während die vom Busbetreiber gewünschte Speicherkapazität zu Beginn des Projektes noch relativ groß war, wurde diese in der Mehrzahl der Fälle nicht zuletzt aus Kosten- und Platzgründen nach unten hin korrigiert.

Auch für die Anbieter von H<sub>2</sub>-Technologien konnten Handlungsempfehlungen abgeleitet werden, die beispielsweise auf die Steigerung der Effizienz sowie der Zuverlässigkeit der Komponenten abzielt.

Besonders weitreichende Effekte könnten durch geeignete politische Entscheidungen erreicht werden. Beispielsweise tragen die Abgaben für Strom, der zur H<sub>2</sub>-Produktion mittels Elektrolyse verwendet wird, zu einem erheblichen Maße zur Kostensteigerung des erzeugten Wasserstoffs bei. Eine Überarbeitung und eine internationale Harmonisierung der Rahmenbedingungen in Europa kann eine deutliche Verbesserung der Wirtschaftlichkeit bedeuten und zudem Hemmnisse bei der H<sub>2</sub>-Nutzung abbauen. Auf kommunaler Ebene sind insbesondere Maßnahmen zur Luftreinhaltung zu betonen. Die Privilegierung von emissionsfreien Mobilitätslösungen durch einen konsistenten regulatorischen Rahmen ist ein effektiver Treiber, um unter anderem die Rolle von Brennstoffzellenbussen im öffentlichen Personennahverkehr entscheidend zu stärken.

Außerdem wurden weitere Aspekte, wie zum Beispiel die in Europa geltenden Bestimmungen, betrachtet und Unterschiede zwischen den nationalen Vorgaben sowie deren Auswirkungen auf die entsprechenden Infrastrukturkosten analysiert. Die Mehrkosten, die beispielsweise allein aus den relativ strengen Vorgaben zu Sicherheitsabständen beziehungsweise Schutzwänden zwischen den Komponenten für die Fallstudie in Italien resultieren, wurden dabei mit rund 500.000 € beziffert.

**ZUSAMMENFASSUNG** Als Resümee des *NewBusFuel*-Projektes kann festgehalten werden, dass die Nutzung von Wasserstoff wirtschaftlich und konkurrenzfähig gestaltet werden kann. Allerdings ist Wasserstoff eben nicht Diesel, und so ist es bei aller Banalität dieser Erkenntnis äußerst wichtig, die Eigenschaften von Wasserstoff nicht nur beim Fahrzeug, sondern insbesondere auch bei der Planung der Infrastruktur zu berücksichtigen, um technisch sinnvolle und gleichzeitig wirtschaftliche Gesamtlösungen zu entwickeln. Je größer die H<sub>2</sub>-Anwendung ist, umso

wirtschaftlicher wird sie auch, wenn zum Beispiel die erwähnten Redundanzeffekte genutzt und der Aufwand auf mehrere Schultern verteilt wird. Die Nutzung von Wasserstoff im Bussektor ist eine ideale Lösung, welche dies eine sichere und planbare Abnahme großer H<sub>2</sub>-Mengen mit sich bringt und zudem einen emissionsfreien öffentlichen Verkehr auch bei mittleren bis hohen Reichweiten problemlos ermöglicht.

Die Wirtschaftlichkeit lässt sich weiter verbessern, wenn die Entwicklungs- und Kostenziele konsequent verfolgt werden (z. B. NIP 2 und FCH 2 JU). So wurden jüngst Busbeschaffungskosten von Ballard und Solaris unter Berücksichtigung bestimmter Voraussetzungen (> 100 BZ-Busse, 12 m lang) in Höhe von 450.000 € in Aussicht gestellt. Die daraus resultierenden Betriebskosten (mit 5 € pro kg H<sub>2</sub>, Verbrauch: 7 kg H<sub>2</sub>/100 km, 0,35 €/km Instandhaltungskosten) liegen im Vergleich zu konventionellen Dieselnissen nur noch um etwa 12 % höher und nähern sich damit dem Niveau eines Dieselnisses weiter an [3]. ||

Das *NewBusFuel*-Projekt wurde vom Fuel Cells und Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU) finanziert (Grant Agreement: 671426).

#### Literatur

- [1] *NewBusFuel: New Bus ReFueling for European Hydrogen Bus Depots – Guidance Document on Large Scale Hydrogen Bus Refuelling*, 2017
- [2] *NewBusFuel: New Bus ReFueling for European Hydrogen Bus Depots – High-Level Techno-Economic Project Summary Report*, 2017
- [3] *Fuel Cell Buses – An attractive Value Proposition for Zero-Emission Buses in Scandinavia*, 2017

→ s. [www.newbusfuel.eu/publications](http://www.newbusfuel.eu/publications)



Autoren:

Dr. Benjamin Reuter  
→ [benjamin.reuter@thinkstep.com](mailto:benjamin.reuter@thinkstep.com)



Dr. Michael Faltenbacher  
→ [michael.faltenbacher@thinkstep.com](mailto:michael.faltenbacher@thinkstep.com)

beide thinkstep AG,  
Leinfelden-Echterdingen

# BRENNSTOFFZELLEN ALS LASTESEL

## Großes Potential im Schwerlastsektor



Abb. 1: Wasserstoffeinsatz in Müllwagen [Quelle: E-Trucks]

Der Einsatz von Wasserstoff und Brennstoffzellen im Schwerlastbereich beschränkte sich bislang vornehmlich auf Testsysteme für die Bordenergieversorgung. Wobei es bei weitem nicht so ist, dass es hier bereits fertige Produkte gäbe. Auch in der Forschung und Entwicklung galt bisher die Devise, H<sub>2</sub>- und BZ-Technik könne zwar Pkw und Busse antreiben, aber nichts Schwereres. Seit jedoch Alstom mit seinem Brennstoffzellenzug bewiesen hat, dass auch Antriebseinheiten mit mehreren hundert Kilowatt im Fahrzeugsektor realisierbar sind, rückte neben dem Schienenverkehr auch der Schwerlastverkehr in den Fokus der Entwickler.

Angefangen hat es mit BZ-Systemen, wie sie der österreichische Automobilzulieferer AVL seit 2002 konstruiert und testet. Dessen Hochtemperaturbrennstoffzelle, die beispielsweise seit 2015 in Kooperation mit Plansee und der TU Wien im Christian-Doppler-Labor am Forschungszentrum Jülich erprobt wird, ist für Fernfahrer konzipiert und soll Schlafkabine und Führerhaus eines Lkw mit Strom versorgen (5 bis 10 kW). Bisher übernehmen die Bordenergieversorgung in der Regel kleine Verbrennungsmotoren, die auf einen Wirkungsgrad von zehn Prozent kommen. Mit einer SOFC könnte die Effizienz über dreimal so hoch sein.

Während der *Solutrans*-Messe, die vom 21. bis 25. November 2017 in Lyon stattgefunden hat, zeigte zudem der französische Anbieter von Nfz-Kühllaufbauten Lamberet den *Frigovan H<sub>2</sub> Zero Emission*, ein wasserstoffbetriebenes Kühlfahrzeug.

**BMVI-STUDIE ÜBER BZ-LKW** Während derartige APUs bisher durchaus im Rahmen von Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben untersucht und auch erprobt wurden, sind Brennstoffzellen als Antriebseinheiten von Lkw bislang kaum erforscht. Deswegen hat das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) die Studie „Brennstoffzellen-Lkw: kritische Entwicklungshemmnisse, Forschungsbedarf und Marktpotential“ in Auftrag gegeben. Sie ist Teil der wissenschaftlichen Begleitforschung der „Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung“ (MKS).

In dieser im August 2017 vorgestellten Studie stellen die Autoren des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovati-

onsforschung ISI, des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML sowie der PTV Transport Consult GmbH fest, dass H<sub>2</sub>-Modelle perspektivisch bis zu 20 Prozent des Bestandes von 3,5 bis 7,5 Tonnen schweren Lastwagen ausmachen könnten. Allerdings fahren deutlich mehr Lkw mit einem zulässigen Gesamtgewicht von über zwölf Tonnen als darunter. Bei diesen schweren Fahrzeugen sehen die Wissenschaftler nur ein Marktpotential von etwa 2 bis 3 Prozent bis zum Jahr 2030.

In dem 117 Seiten umfassenden Papier wurde weiterhin festgestellt, dass H<sub>2</sub>-Trucks zukünftig insbesondere im Wettbewerb mit gasbetriebenen Lkw (CNG und LNG – komprimiertes und flüssiges Erdgas), die ähnlich hohe Gesamtnutzungskosten aufweisen, stehen werden. In diesem Konkurrenzkampf sei vor allem entscheidend, wie sich zukünftig die Energieträgerpreise entwickelten, die „in nicht unerheblichem Maße durch Steuern und Abgaben beeinflusst werden“, so die Autoren.

Prof. Dr. Martin Wietschel und seine Kollegen beziffern den Entwicklungsrückstand von BZ-Trucks gegenüber BZ-Pkw relativ skeptisch mit zehn bis fünfzehn Jahren. Sie lassen dabei allerdings unberücksichtigt, dass es vergleichsweise einfach ist, zwei bereits etablierte BZ-Pkw-Systeme in ein Nutzfahrzeug zu integrieren. Zudem scheinen sie bei dieser Bewertung teils veraltete Quellen herangezogen zu haben, da bereits heute wasserstoffbetriebene Lastfahrzeuge im Praxiseinsatz sind und weitere in den kommenden Jahren folgen sollen (s. nachfolgende Projekte).

Die Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen des Forscher-Teams rund um Projektleiter Dr. Till Gnann fallen zudem recht allgemein aus (s. Kasten S. 31). So steht da beispielsweise: „Es ist zu erwarten, dass die Verfügbarkeit preisgünstiger Niedertemperatur-BZ-Systeme und eine wachsende Wasserstoffinfrastruktur die Entwicklung im Lkw-Sektor und deren Markteinführung beschleunigen würden.“

**SKANDINAVISCHES BRENNSTOFFZELLEN** Wie es konkret aussehen könnte, zeigen währenddessen zwei Unternehmen, die seit geraumer Zeit sowohl in Europa (Coop, s. HZwei-Heft Jul. 2017) als auch in den USA und Asien an BZ-Antriebssystemen für Lkw arbeiten. Erst Mitte November 2017 gab die Nikola Motor Company bekannt, dass sie – ebenso wie Coop aus der Schweiz – mit PowerCell als Brennstoffzellenlieferanten (> 300 kW; s. HZwei-Heft Jan. 2017) für ihr Vorserienmodell zusammenarbeiten wird. Die Antriebseinheit soll Bosch beisteuern. Insgesamt 5.000 H<sub>2</sub>-Trucks sollen bei Fitzgerald Gliders in Tennessee produziert werden. Parallel dazu will Nikola ihre eigene Produktionsstätte aufbauen. Wo das sein wird, steht hingegen noch nicht fest. Die H<sub>2</sub>-Versorgung wird zumindest anfangs Nel überneh-

„Neben den USA und Deutschland nehmen China und Japan eine führende Rolle bei den FuE-Aktivitäten ein. Während in den USA und in Deutschland die Anzahl der Publikationen über BZ-Lkw stagniert, stieg diese besonders in China in den letzten Jahren an.“

BMVI-Lkw-Studie

**HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN**

- Von den Erfahrungen mit BZ-Pkw und BZ-Bussen lernen
- Konkurrenztechnologien angemessen berücksichtigen
- Spill-over-Effekte aus dem Pkw-Bereich nutzen, aber nicht überschätzen
- Zur Senkung des Verbrauchs Wirkungsgrad verbessern
- Anforderungen von BZ-Lkw beim Aufbau einer H<sub>2</sub>-Tankstelleninfrastruktur berücksichtigen

men, wie das norwegische Unternehmen kurz darauf selber bekanntgab.

Nel-Geschäftsführer Jon André Løkke erklärte zu dem 3,6-Mio.-USD-Deal: „Unsere ersten beiden Demo-Stationen werden den Prototypplastern von Nikola Motor eine Tonne Wasserstoff bereitstellen und als Design-Bestätigung des Megakonzepts von Nel dienen.“ Bei den sogenannten Mega-Stationen werden acht A-485-Elektrolyseure in eine Einheit integriert, so dass der Investitionsaufwand relativ niedrig bleibt. Von 2019 bis 2021 sollen 16 Standorte so ausgestattet werden. Nach einer Erweiterung auf jeweils 32 Elektrolyseure je Einheit könnten 32 Tonnen Wasserstoff pro Tag produziert werden.

**AUCH IN ASIEN UND DEN USA** Auch Toyota arbeitet an BZ-Lösungen für den Nutzfahrzeugsektor – sowohl für Busse als auch für Lastwagen (s. HZwei-Heft Jul. 2017). Die Wasserstoffbehälter für den im April 2017 vorgestellten Truck des Konzerns sollen von der norwegischen Firma Hexagon Lincoln kommen. Außerdem präsentierte der japanische Automobilhersteller im August 2017 einen wasserstoffbetriebenen Kühllaster, dessen Brennstoffzelle sowohl für den Antrieb als auch für die Kühlung sorgt. Toyota ging zudem eine Partnerschaft mit Seven-Eleven Japan Co. ein. Gemeinsam will man eine Studie erstellen, im Rahmen derer der benötigte Wasserstoff aus einer bereits installierten Solaranlage kommen soll.

Ballard, der kanadische Brennstoffzellenhersteller, orientiert sich ebenfalls in diese Richtung (s. HZwei-Heft Jul. 2017). Im US-amerikanischen Förderprojekt *San Pedro Ports Fuel Cell and Hybrid Electric Vehicle Demonstration Project – SoCal* werden Klasse-8-Trucks des Typs T680 von Kenworth, die zwischen den beiden größten Häfen des Landes (Los Angeles – Long Beach) hin und her fahren, mit Ballards FCveloCity®-HD-Systemen ausgestattet. Die 85-kW-Einheiten speisen Strom direkt in einen Lithium-Ionen-Akku, der den Elektromotor an der Zwillingshinterachse antreibt. Rein batterieelektrisch liegt die Reichweite bei 45 Kilometern. Mitsamt Brennstoffzelle reicht die Energie für den ganzen Tag.

Rob Campbell, Vertriebsvorstand bei Ballard, erklärte: „Wir sehen ein signifikantes Marktinteresse an Brennstoffzellensystemen, um die Reichweitenbeschränkungen von eigenständigen Batterielösungen bei bestimmten Anwendungen umgehen zu können.“ (s. auch S. 44)

**BENELUX BAUT AUF BRENNSTOFFZELLE** Ein Projekt mit wasserstoffbetriebenen Müllwagen läuft derzeit in Belgien und den Niederlanden. Die Müllfahrzeuge von GeeninkNorba, die von der belgisch-niederländischen Firma E-Trucks Europe umgerüstet werden, können bei voller Akkuladung und mit sieben bis zwölf Kilogramm Wasserstoff zwölf bis

sechzehn Stunden betrieben werden. John van Roon von E-Trucks erklärte: „Ein rein batteriebetriebener Müllwagen funktioniert nicht. Man benötigt viel Spitzenlast, so dass eine Batterie schnell leer wäre.“

Derzeit werden die Fahrzeuge, die unter dem Motto „Ik rijd op waterstof“ über die Straßen rollen, mit Hilfe mobiler Befüllstationen betankt. Um die H<sub>2</sub>-Abnahmemenge zu erhöhen und Skaleneffekte zu generieren, plant ein Firmenkonsortium, in Nordholland bis 2020 rund 100 derartige H<sub>2</sub>-Müllwagen, deren Kraftstoff umweltschonend per Windkraft hergestellt werden soll, in die Gemeinden zu bringen. Jan Willem Langeraar, der Leiter des Projekts *HYGRO*, erklärte: „Nicht dass 100 Wasserstofflastwagen genug wären, aber es zeigt, dass ein Business Case möglich ist.“

Ein vergleichbares Projekt – ebenfalls in den Niederlanden – ist *H2-Share*, das von WaterstofNet koordiniert wird und auf 27-Tonner des Herstellers VDL zurückgreift (s. nachfolgender Fachbericht auf S. 32).

**„BRENNSTOFFZELLEN- STATT OBERLEITUNGS-LKW“**

Im April 2017 sprach sich der Club of Logistics klar gegen die Absicht der Bundesregierung aus, die im Rahmen zweier Demonstrationsprojekte in Oberleitungen für Lkw investieren will. Stattdessen fordert der Lobbyverband den Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur. Das Bundesumweltministerium hatte kurz zuvor bekanntgegeben, dass jeweils rund 18 Mio. Euro Fördermittel in die beiden Feldversuche E-Highway (*IFESH* und *ELISA*) an der A 1 und der A5 investiert werden. Auf einer Strecke von jeweils 6 km pro Fahrtrichtung sollen bei beiden Vorhaben Oberleitungen aufgebaut und getestet werden.

Geschäftsführer Peter Voß bezeichnete Brennstoffzellen, die mit regenerativ erzeugtem Wasserstoff betrieben werden, als die wirtschaftlichere und umweltverträglichere Antriebstechnologie. Er erklärte: „Wir haben im Pkw-Sektor bereits seit Jahren ausgereifte Lösungen auf diesem Gebiet, die sich durch entsprechende Hybridisierungskonzepte an die Betriebsformen der Lkw anpassen lassen.“

**UMWELTRAT FORDERT ELEKTRIFIZIERUNG VON NFZ**

Auch der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) bezog im November 2017 mit einer neuen Studie zu diesem Thema Stellung. Darin heißt es bezogen auf den Fernverkehr mit schweren Lkw: „Wege abseits des elektrifizierten Autobahnnetzes können entweder über Batterien mit begrenzter Reichweite oder mittels Hybridkonzepten (ergänzender Verbrennungsmotor bzw. Brennstoffzelle) zurückgelegt werden. Welche Technologie sich für die Erweiterung der Reichweite langfristig als vorzugswürdig erweist (Batterie, Brennstoffzelle, Verbrennungsmotor mit synthetischen Kraftstoffen), ist derzeit noch nicht klar und zudem vom jeweiligen Fahrprofil abhängig, weshalb hier eine breitgefächerte Förderpolitik geboten scheint.“

Auf HZwei-Nachfrage hin erklärte Mitautorin Prof. Claudia Kemfert dazu: „Die Empfehlung, Oberleitungs-Lkw weiterzuentwickeln, bedeutet nach Auffassung des SRU nicht, die Option Brennstoffzelle zu vernachlässigen. Angesichts des weiter steigenden Güterverkehrs und der Notwendigkeit, die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrssektors rasch zu senken, ist es aber sinnvoll, die Option von Oberleitungen prioritär zu verfolgen.“



Abb. 2: BZ-System auf der UPS-Lieferwagenplattform [Quelle: UPS]

**SCANIA UND ASKO** 2016 hatten auch Scania und Asko aus Skandinavien gemeldet, BZ-Trucks entwickeln zu wollen. Diese Partnerschaft ist vergleichbar zur Coop-Kooperation in der Schweiz, da Asko als norwegischer Großhändler ebenfalls über eine umfangreiche Lkw-Flotte verfügt. In diesem

Fall sollen zunächst bei vier dreiachsigen 27-Tonnern von Scania die Dieselmotoren durch eine BZ-Einheit ersetzt werden. Bei allen anderen Komponenten soll auf Standardteile aus den bereits existierenden Hybrid- und Elektrofahrzeugen von Scania zurückgegriffen werden.

Im Juni 2017 kam dazu die Meldung, dass Hydrogenics vier HyPM™-HD90-Systeme an Asko liefern wird. Einsatzbereit könnten die Fahrzeuge Ende 2018 sein. Projektleiterin Hedvig Paradis erklärte: „Unterschiedliche Kunden in unterschiedlichen Regionen der Welt werden unterschiedliche Lösungen benötigen, und die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik kann eine dieser Lösungen sein.“

**UPS FAVORISIERT RANGE-EXTENDER** Eine weitere Option ist die Nutzung von Brennstoffzellen als Reichweitenverlängerer (Range Extender). Insbesondere bei Paketzustellern kann diese Variante sinnvoll sein, um die rein elektrisch zurücklegbare Fahrstrecke zu vergrößern. Das US-amerikanische Unternehmen UPS testet derzeit entsprechende Lieferwagen der Klasse 6 in einem Projekt gemeinsam mit dem U.S. Department of Energy (DOE) und weiteren Partnern. Ein Prototyp sollte bereits in der zweiten Jahreshälfte 2017 im kalifornischen Sacramento in Betrieb gehen. Das Fahrzeug wird mit einer 32-kW-Brennstoffzelle ausgestattet, die an ein 45-kWh-Akku-Pack angeschlossen wird. Die Kraftstoffversorgung erfolgt über einen 10-kg-H<sub>2</sub>-Tank. ||

## H<sub>2</sub> ALS OPTION IM SCHWERLASTVERKEHR

### H<sub>2</sub>-Share – Kooperation im Logistiksektor

*Hydrogen Solutions for Heavy-duty transport Aimed at Reduction of Emissions in North-West Europe.* Auf Deutsch: Wasserstofflösungen für Schwerlasttransporte zur Absenkung der Emissionen in Nordwesteuropa. Kurz: H<sub>2</sub>-Share. Unter diesem Namen läuft seit Sommer 2017 ein europäisches Förderprojekt, das zum Ziel hat, die Entwicklung eines Marktes für kohlenstoffarme Nutzfahrzeuge mit Wasserstoffantrieb für logistische Anwendungen zu erleichtern. Im Rahmen dieses von WaterstofNet koordinierten Projekts sollen praktische Erfahrungen in verschiedenen Regionen innerhalb der Europäischen Union gesammelt werden. Und es soll ein transnationales Labor entstehen, das die Grundlage bildet für die Entwicklung einer emissionsfreien Schwerlastfahrzeugindustrie. Unter anderem wird dafür ein mit Wasserstoff betriebener 27-Tonnen-Lastwagen von VDL zum Einsatz kommen, der mit einer mobilen H<sub>2</sub>-Betankungsstation von Wystrach betankt werden soll.

Im Zuge von H<sub>2</sub>-Share soll in Nordwesteuropa gemeinsam mit den beteiligten Partnern (s. Kasten S. 33) eine Roadmap für emissionsfreie Schwerlast-Lkw entwickelt werden. Als Grundlage dafür dienen bereits laufende Demonstrationsvorhaben sowie die Erfahrungen aus der Zusammenarbeit mit entsprechenden Branchenverbänden. Das EU-Projekt zielt darauf ab, den Wissensaustausch zwischen den beteiligten Regionen zu verbessern sowie die Technologie- und Marktentwicklung weiter zu stimulieren.

Konkret geht es darum, Wasserstofftechnologien in Hochleistungsanwendungen unter realen Bedingungen zu



Abb. 1: Design-Entwurf des H<sub>2</sub>-Schwerlastwagens [Quelle: H<sub>2</sub>-Share]

demonstrieren. So soll unter anderem ein 27-Tonnen-Schwerlasttransporter konzipiert werden, der Technologieentwicklungsgrad 7 (Technology Readiness Level, TRL: „Prototyp im Einsatz“) anstelle von bisher TRL 5 („Versuchsaufbau in Einsatzumgebung“) entspricht. Das Ziel ist, innerhalb von zwei Jahren eine Verringerung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes um 75 Tonnen zu erreichen. Darüber hinaus ist langfristig geplant, die Kapazitäten zur Produktion von 500 bis 1.500 schweren Lkw bis 2025 (entspricht einem Marktanteil von 0,7 %) beziehungsweise von etwa 5.000 Lkw bis 2030 aufzubauen.

Die Erfahrungen der Logistikbranche belegen ein stark wachsendes Interesse an emissionsfreien Fahrzeugen, um

WaterstofNet ist eine gemeinnützige Organisation, die in Flandern und den Niederlanden tätig ist und nachhaltige Wasserstoffprojekte entwickelt.



Abb. 2: Fotomontage eines vergleichbaren Trucks mit Logos [Quelle: Shutterstock, WaterstofNet]

negative Auswirkungen auf die Umwelt infolge des Schadstoffausstoßes zu reduzieren. Dies gilt insbesondere innerhalb der EU, wo Lastwagen für 25 Prozent der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehrssektor verantwortlich sind. Während Elektrofahrzeuge in städtischen Gebieten durchaus effizient und umweltschonend eingesetzt werden können, kommt der Wasserstofftechnologie eine Schlüsselrolle bei der emissionsfreien Logistik über größere Entfernungen und bei höheren Nutzlasten zu. Hier verfügen Schwerlastfahrzeuge mit einem Brennstoffzellen-Range-Extender über ein enormes Potenzial, auch wenn sie in der EU bislang noch nicht kommerziell verfügbar sind. Diese Einsicht wird durch die Beteiligung mehrerer namhafter Unternehmen aus der Logistikbranche an diesem Projekt bestätigt.

**UNTERSCHIEDLICHES LASTPROFIL** Im Jahr 2018 werden verschiedene Unternehmen (s. Kasten: assoziierte Partner) praktische Tests mit dem Fahrzeug durchführen, und zwar an sechs Standorten: in Deutschland, den Niederlanden, Belgien und Frankreich. Die Bandbreite des Anforderungsprofils der beteiligten Firmen aus verschiedenen Wirtschaftszweigen ermöglicht umfassende Tests unter einer Vielzahl von Betriebsbedingungen hinsichtlich unterschiedlicher Leistung beziehungsweise Geographie (Gewicht, Streckenverlauf bzw. flach, hügelig, Entfernungen).

Tijs Hanssens, Kommunikationsmanager bei der seit vielen Jahren im H<sub>2</sub>-Bereich engagierten Colruyt Group, erklärte: „Unser Ziel ist es, Wissen und Erfahrung zu sammeln, um zu beweisen, dass Wasserstofftechnologie effizient in der Schwerlastlogistik einsetzbar ist. Wir glauben fest an die wichtige Rolle von grünem Wasserstoff als nachhaltige Option: erneuerbar und ohne CO<sub>2</sub>-Emissionen. Wir freuen uns sehr über dieses europäische Testprojekt, das Wasserstofftechnologie einbinden will, um den Schwerlastlogistiksektor nachhaltiger zu machen.“

DHL wird den Lkw in Deutschland und den Niederlanden insbesondere im Fernverkehr (vom Gateway zum Service-Center) sowie auf dem letzten Kilometer (vom Service-Center zum Kunden) testen. Marijn Slabbekoorn, GoGreen-Programmmanager bei DHL, erklärte: „Unsere

Teilnahme an diesem Projekt passt gut zum GoGreen-Programm von DHL. Wir haben den Ehrgeiz, bis 2050 zu 100 Prozent emissionsfrei in unserem gesamten Netzwerk zu sein. Bis 2025 wollen wir eine CO<sub>2</sub>-Reduktion von 50 Prozent gegenüber 2017 erreichen. 70 Prozent unserer Last-Mile-Strecken müssen bis 2025 emissionsfrei sein.“ Um das zu schaffen, setzt das Unternehmen bereits viel Elektromobilität, Pedelecs und Streetscooter ein. „Wir glauben an Wasserstoff und sehen viele Möglichkeiten. Deshalb schließt dieses Projekt die Lücke“, schloss Slabbekoorn. ||

#### H2-SHARE-KONSORTIUM

Partner: VDL Enabling Transport Solutions bv – Niederlande; Wystrach GmbH – Deutschland; VDL Bus Chassis – Niederlande; AutomotiveNL – Niederlande; TNO – Niederlande; Hydrogen Europe – Belgien; e-mobil BW – Deutschland; WaterstofNet – Belgien

Weitere Partner: Gemeinde Helmond – Niederlande und VIL – Belgien

Assoziierte Partner: Deutsche Post DHL Group Deutschland sowie DHL International BV – Niederlande, beide Postdienstlogistik; Ministerium für Infrastruktur und Umwelt – Niederlande; Breytner BV – Niederlande, innerstädtische Logistik; CURE – Niederlande, Abfallverarbeitung; Colruyt Group/Codifrance – Belgien, Lebensmittel Einzelhandel

H2-Share wird im Rahmen der europäischen territorialen Zusammenarbeit (*Interreg NWE*) mit 1,69 Mio. Euro gefördert (Gesamtbudget: 3,52 Mio. Euro). Das Vorhaben läuft bis März 2020.

Autor:



Wouter van der Laak

WaterstofNet

→ [wouter.vanderlaak@waterstofnet.eu](mailto:wouter.vanderlaak@waterstofnet.eu)

übersetzt von Sven Geitmann

→ [www.waterstofnet.eu](http://www.waterstofnet.eu)

→ [www.nweurope.eu/h2share](http://www.nweurope.eu/h2share)

# AUF DER SCHIENE GEHT'S VORAN

## Großes Interesse an Brennstoffzellenzügen



Abb. 1: Der neue Deutschland-Chef von Alstom Dr. Jörg Nikutta (s. S. 5) gab zahlreiche Interviews

Das Interesse an Brennstoffzellenzügen ist groß – sowohl seitens des öffentlichen Nahverkehrs als auch der Medien: Während die Anzahl der Regionen, in denen über Wasserstoffloks auf der Schiene debattiert wird, weiter wächst, veranstaltete der bislang europaweit einzige Anbieter Alstom S.A. am 9. November 2017 eine Pressekonferenz in Wolfsburg, um die Nachfrage noch stärker anzukurbeln.

Ausgerechnet direkt vor der Tür des größten europäischen Automobilherstellers ließ das französische Staatsunternehmen Alstom seine Werbeveranstaltung für wasserstoffbetriebene Regionalzüge, die zukünftig dieselbetriebene Loks ersetzen sollen, stattfinden. In Steinwurfentfernung zum VW-Werk, wo nur die Aller den Hauptbahnhof vom Volkswagen-Betriebsgelände trennt, fanden sich vergangenen Herbst neben dem niedersächsischen Landeswirtschafts- und -verkehrsminister Olaf Lies und diversen Unternehmensvertretern zahlreiche Reporter ein, um den BZ-Zug *Coradia iLint* in Augenschein zu nehmen.

Anlass war die Vertragsunterzeichnung der versammelten Firmenlenker über die Bestellung von vierzehn Brennstoffzellenzügen sowie eine auf dreißig Jahre ausgelegte Instandhaltungs- und Energieversorgungsvereinbarung. Auftraggeber war in diesem Fall die Landesnahverkehrsgesellschaft Niedersachsen (LNVG), Auftragnehmer war AL-

### ERFAHRUNG

Von innen sehen die Waggons wie die von ganz normalen Zügen aus. Auch das Führerhaus weist keine außergewöhnlichen Schalter oder Einrichtungen auf. Weder Zugführer noch Fahrgast werden durch die neue Technik „belästigt“. Dr. Marco Brey, der zuständige Alstom-Ingenieur und Lokführer, erklärte: „Der *iLint* fährt wie ein ganz normaler Zug.“

stom für die Produktion der Schienenfahrzeuge beziehungsweise Linde für deren Wasserstoffversorgung.

Außerdem überreichte Minister Lies den Bewilligungsbescheid über die Zuwendung von 81,3 Mio. Euro Fördergeldern aus der Landeskasse an die LNVG. Das Landesunternehmen kauft die Loks und vermietet sie anschließend an das Bahnunternehmen. Die Instandhaltung erfolgt in der Werkstatt der Elbe-Weser-Verkehrsbetriebe (evb) in Bremerförde durch Alstom. Zusätzlich zur Landesförderung wird dieses Vorhaben mit 8,4 Mio. Euro aus dem NIP 2.0 unterstützt (s. nachfolgender Kasten).

Besondere Aufmerksamkeit erhielt dieser Termin, weil er quasi den Auftakt zur Verkehrsministerkonferenz bildete, die am 9. und 10. November ebenfalls in Wolfsburg abgehalten wurde. Deswegen nannte Lies diese Vertragsunterzeichnung auch ein „großartiges Signal“. Weiter erklärte der Minister stolz: „Wir sehen einen Zug, der eingesetzt wird, und nicht Technik, die zur Anwendung kommen könnte. [...] Diese Entwicklung macht nicht Halt auf der Schiene.“

### NIP 2.0

Erst im Juli 2017 hatte das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) einen Förderaufruf für Züge und Schiffe mit Brennstoffzellenantrieb im Rahmen der zweiten Phase des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) veröffentlicht. Das BMVI will damit die Wettbewerbsfähigkeit technisch ausgereifter Produkte sowie der zu deren Betrieb notwendigen Betankungsinfrastruktur fördern.

**VON GRAUEM ZU GRÜNEM KRAFTSTOFF** Geplant ist, dass zwei Prototypen der in Salzgitter gefertigten Züge ab Dezember 2021 Reisende zwischen Cuxhaven und Buxtehude befördern (s. auch HZwei-Heft Juli 2017). Bislang verkehren dort Dieseltriebwagen der evb. Anstatt diese Strecke jedoch für viel Geld per Oberleitung zu elektrifizieren, soll die Stromversorgung nun quasi intern mit Hilfe von Wasserstoff erfolgen.

Zunächst wird dafür eine mobile Betankungsanlage von Linde zum Einsatz kommen, in der grauer Wasserstoff aus der chemischen Industrie vertankt wird, bevor dann in zwei Jahren ein Elektrolyseur am Endbahnhof in Bremervörde installiert sein soll, der mit Hilfe von Ökostrom grünen Wasserstoff bereitstellt. Eine Tankfüllung mit diesem Kraftstoff soll dann ausreichen, um rund 1.000 Kilometer zurückzulegen (zuvor war die Rede von 800 km).

Nach Angaben von Alstom sind derzeit rund 20.000 km Schienenstrecke deutschlandweit nicht elektrifiziert. Wie Hans-Joachim Menn, Sprecher der LNVG-Geschäftsführung, hierzu mitteilte, seien Dieselfahrzeuge auf diesen Verbindungen mittelfristig nicht wirtschaftlich, weshalb sie seiner Meinung nach im Eisenbahnverkehr mehr und mehr vom Markt verdrängt würden. Deswegen habe sich sein Unternehmen bereits Optionen für weitere BZ-Züge gesichert.

Damit angesichts solch langfristiger Kundenverträge auch bei der Fertigung alles problemlos läuft, hat der Schienenfahrzeughersteller entsprechende Rahmenverträge mit Zuliefer-



Abb. 2: Auspuff – ein dünnes Edelstahlröhrchen anstelle einer breiten dreckigen Abgasöffnung

ern wie Hydrogenics und xperion abgeschlossen, bestätigte Dr. Jens Sprotte von Alstom Transport Deutschland gegenüber *HZwei*. Gian Luca Erbacci, Senior Vice President für Europa bei Alstom, zeigte sich zuversichtlich, diese Technik auch nach Norwegen und Nordamerika exportieren zu können.

**HEIDEKRAUTBAHN MIT WASSERSTOFF** Über fehlende Nachfrage kann sich Alstom nicht be-

schweren: Bereits 2015 hatten vier Bundesländer ihre Absicht erklärt, bei diesem Technologiewechsel mitzuziehen, und Anfang Oktober 2017 kam mit Brandenburg eine weitere Region hinzu. Dort könnte die sogenannte „Heidekrautbahn“ RB27 ebenfalls auf Wasserstoff umsatteln. Grüner Strom steht in der Uckermark dank Windkraft reichlich zur Verfügung. Alstom beabsichtigt, gemeinsam mit Enertrag, der Niederbarnimer Eisenbahn sowie der Barnimer Energiegesellschaft (BEG) einen Förderantrag für ein Pilotprojekt zu stellen. Das Gesamtinvestitionsvolumen dafür würde bei rund 35 Mio. Euro liegen. Sollte die Beantragung und Genehmigung rasch erfolgen, könnte Brandenburg sogar noch Niedersachsen die Show stehlen, denn liefern könnte der Zugerhersteller noch vor Ende dieses Jahrzehnts, wie Dr. Nikutta gegenüber *HZwei* zusicherte.

NEB-Geschäftsführer Detlef Bröcker erklärte: „Ein emissionsfreier Verkehr auf der Heidekrautbahn passt hervorragend in die bei vielen Berlinern beliebte Ausflugsregi-

„Wir hatten bisher immer ein Henne-Ei-Problem. [...] Diese Entwicklung wird den Aufbau einer H<sub>2</sub>-Gesellschaft vorantreiben und neue Lösungen für das Speichern und Transportieren von Energie hervorbringen. [...] Damit sind wir jetzt in der Lage, das Thema Infrastruktur anders zu entwickeln. [...] Das ist ein Wirtschaftsmodell, das sich trägt.“

*Bernd Eulitz, Vorstandsmitglied der Linde AG*

„Emissionsfrei, energieeffizient und kostengünstig – Triebwagen mit Brennstoffzellenantrieb sind eine umweltfreundliche Alternative zu Diesellokomotiven.“

*Enak Ferlemann, Parlamentarischer Staatssekretär im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)*

„Wir haben eigentlich nur die Antriebseinheit ausgetauscht. [...] *Lint* steht für ‚Leichter innovativer Nahverkehrstriebwagen‘.“

*Tanja Kampa, Pressesprecherin Alstom*

## FUSION

Was im Luftfahrtsektor mit Airbus seit Jahren funktioniert – eine Kooperation zum Bau von Flugzeugen zwischen Deutschland und Frankreich – könnte auch im Schienenverkehr klappen. Dieser Grundgedanke mag Ausgangspunkt des Firmenzusammenschlusses von Siemens Mobility und Alstom gewesen sein. Wie der deutsche und der französische Konzern Ende September 2017 mitteilten, wird Siemens seine Zugsparte bei den Franzosen einbringen. So unterzeichneten sie eine Absichtserklärung, dass „die Mobilitätsgeschäfte im Rahmen einer Fusion unter Gleichen zusammengelegt“ werden sollen. Damit würden zukünftig die beiden wichtigsten europäischen Schienenfahrzeuge – der *ICE* sowie der *TGV* – aus einem Haus kommen.

Die Firmenlenker verständigten sich darauf, dass die Konzernzentrale im Großraum Paris angesiedelt wird, der Alstom-CEO Henri Poupart-Lafarge neuer Vorstandschef wird und Siemens 50 Prozent der Anteile des Grundkapitals von Alstom erhält. Die Zentrale für Mobilitätslösungen soll in Deutschland, die für Schienenfahrzeuge in Frankreich gelegen sein. Joe Kaeser, Vorstandsvorsitzender von Siemens, sagte: „Wir setzen die europäische Idee in die Tat um und schaffen [...] einen europäischen Champion der Eisenbahnindustrie.“ Zunächst muss jedoch die außerordentliche Alstom-Hauptversammlung bis zum 31. Juli 2018 zustimmen.

on.“ Jörg Müller, Vorstandsvorsitzender von Enertrag, ergänzte: „Ich bin zuversichtlich, dass dieses Projekt eine hohe Signalwirkung haben wird, denn nur fünfzig Prozent des Schienennetzes in Deutschland sind elektrifiziert. Hier ist grüner Wasserstoff der perfekte Treibstoff.“

**BALLARD KOOPERIERT MIT SIEMENS** Als Mitbewerber unter den BZ-Herstellern bringt sich gerade auch Ballard Power Systems in Stellung. Mitte November 2017 unterzeichnete das kanadische Unternehmen mit Siemens eine Kooperationsvereinbarung für die Entwicklung eines Zero-Emission-Brennstoffzellensystems für den Antrieb der *Mireo*-Nahverkehrsbahn. Als Teil der Vereinbarung, die einen finanziellen Umfang in Höhe von 9 Mio. US-\$ vorsieht, will Ballard ein 200-kW-Brennstoffzellensystem konstruieren, mit dem die Bahn dann bis zu 160 Stundenkilometer schaffen soll. Dank Leichtbautechnik und intelligentem Bordnetz-Management soll der Energieverbrauch um 25 Prozent niedriger liegen als bei anderen Bahnen bei gleicher Passagierzahl. Ab 2021 könnte dieses Modell einsatzbereit sein und bisherige Dieselsechnik ersetzen.

Randy MacEwen, Ballard-Präsident, erklärte: „Wir sehen einen rapiden Nachfrageanstieg nach sauberer BZ-Technik im Schwerlastbereich (Züge, Trams, Busse, Trucks). In dieser Anwendung ermöglichen Brennstoffzellen eine Elektrifizierung mit Reichweite, ohne dass eine kostspielige Oberleitungsinfrastruktur erforderlich ist.“

Auch in Asien tut sich was auf den Gleisen: Am 26. Oktober wurde in China auf der Bahnlinie zwischen Tangshan und Xugezhuang ein Brennstoffzellenzug von CRRC Tangshan Co. Ltd. in Betrieb genommen. ||

Die nächste *International Hydrail Conference* findet vom 6. bis 8. Juni 2018 in Rom statt.

# DAS FEUERWERK BLIEB BLASS

## IAA in Frankfurt rückläufig



Abb. 1: Weltpremiere des GLC F-Cell

Die 67. Internationale Automobil-Ausstellung hat vom 14. bis zum 24. September 2017 in Frankfurt am Main stattgefunden. Anders als vor sechs Jahren wurde jedoch kein Marketing-Feuerwerk mit 0-CO<sub>2</sub>-Aufklebern und grünen Landschaften abgebrannt, sondern schlichte Produktvorstellung betrieben.

In der traditionell von Mercedes belegten Festhalle empfing die Besucher eine Handvoll Elektrofahrzeuge mitsamt Ladesäulen, allerdings waren dies Hybridmodelle (*S 560 e*, *E 350 e*, *C 350 e*, *GLE 500 e 4Matic*). Es war kein derzeit kommerziell erhältliches rein batteriebetriebenes Fahrzeug ausgestellt, wohl aber der *GLC F-Cell*, der als Weltpremiere angepriesen wurde.

Beim Rundgang durch die dreistöckige Halle wurde schnell deutlich, worauf die Schwaben stolz sind: Auf Autos wie den monströsen Maybach-SUV und zahlreiche Luxus-Limousinen. Hinter der Bühne zeigten die Stuttgarter dann aber doch, wie in Baden-Württemberg die Zukunft aussehen könnte: Hier stand der *Vision Van*, die Studie eines batteriebetriebenen Transporters, der autonom fahren kann und auf dem Fahrzeugdach eine Drohne transportiert, die Pakete ausliefert.

**NEUE ELEKTRO-FAMILIEN** Der *Vision Van* könnte Teil der neuen EQ-Marke werden, die bei Daimler sinngemäß für Emotionen und Intelligenz steht. Ähnlich wie bei BMW die i-Reihe sollen unter diesem Label zukünftige Elektroautos vermarktet werden. Neben dem Van, der frühestens im nächsten Jahrzehnt zu haben sein wird, soll ab dem ersten Halbjahr 2019 ein Elektro-Pkw (*EQC*) erhältlich sein, voraussichtlich eine Mischung aus dem heutigen EQ-Konzeptfahrzeug und dem *GLC*. Der Stuttgarter Autobauer zeigte mit dem *EQA* aber auch ein Konzeptfahrzeug, das veranschaulichen soll, wo die elektrische Reise einst hingehen könnte.

Der *GLC F-Cell* wurde jetzt – wie seit Jahren angekündigt – offiziell präsentiert (s. Abb. 1). Auf den Markt kommt dieses Vorserienfahrzeug 2018 – allerdings nur als Leasing-

Modell. Ihren Fokus im Elektromobilitätssektor richten die Stuttgarter ganz klar zunächst auf Hybrid- und dann auf batteriebetriebene Fahrzeuge. Die Brennstoffzelle sehen sie eventuell später im Bereich der Trucks und Busse. Wer bereits heute rein elektrisch Daimler fahren möchte, muss sich zunächst mit einem Smart begnügen.

**VW PRÄSENTIERT I.D.-FAMILIE** Demgegenüber hatte Volkswagen etwas mehr zu bieten. Auf dem Stand der Wolfsburger waren im hinteren Bereich die bereits erhältlichen batterieelektrischen Modelle *e-up* und *e-Golf* ausgestellt sowie die Plug-in-Hybrid-Modelle *Golf GTE* und *Passat GTE Variant*. Deutlich mehr Besucher drängten sich jedoch vor der *I.D.*-Familie. Analog zu BMW und Daimler hat VW ebenfalls eine eigene Stromermarkte kreiert. Der Kompaktwagen *I.D.* soll 2020, ebenso wie der SUV-Crossover *I.D. Crozz*, erhältlich sein – der Minibus *I.D. Buzz 2022*. Sie basieren alle auf dem neuen VW-Baukastensystem, das eigens für die Elektrifizierung konstruiert worden ist (MEB-Plattform).

Jürgen Stackmann, Vertriebs-Chef bei VW, erklärte, es werde ab 2019 keinen *e-Golf* mehr geben. Der neue *Golf 8* werde nur als Plug-in-Hybrid elektrifiziert. Der Preis des dann im selben Format auftretenden *I.D.* soll voraussichtlich dem eines Dieselmotors entsprechen. Ein Brennstoffzellenmodell ist für diese Marke allerdings bislang nicht angedacht, hieß es.

Innerhalb der Volkswagen-Gruppe liegt die Verantwortung für die BZ-Entwicklung inzwischen bei Audi. Die Ingolstädter, die in diesem Jahr auf ihren Halleneigenbau auf dem Agora-Gelände verzichteten, ließen jedoch nicht erkennen, was diesbezüglich konkret kommen könnte. Zu sehen waren lediglich der *Q7 e-tron quattro* sowie der *A3 e-tron*. Zudem boten die Konzeptstudien *Aicon* und *Elaine* einen Ausblick darauf, wo die Reise beim elektrischen und autonomen Fahren hingehen könnte. Im Umfeld der IAA erklärte allerdings Scott Keogh, seit 2012 Präsident von Audi America, dass die Brennstoffzellentechnologie von geringer Bedeutung für die Marke sei. Gegenüber *Automotive News Europe* sagte er, das Schlimmste, was man machen könne, wäre, sich halb mit Elektroautos zu beschäftigen, halb mit der Brennstoffzellentechnologie und dann wieder mit einer ganz anderen Technologie. Dem entgegnete allerdings der neue Entwicklungsvorstand Peter Mertens, er wolle

### GLC F-CELL

Der Neue von Daimler ist ein Plug-in-Brennstoffzellenfahrzeug: Sein Lithium-Ionen-Akku-Paket (13,8 kWh) kann an der Steckdose geladen und seine beiden im Fahrzeugboden installierten Karbontanks können mit 4,4 kg Wasserstoff in drei Minuten an einer H<sub>2</sub>-Station befüllt werden. Die kombinierte Reichweite geben die Stuttgarter mit 500 km im NEFZ an. Gegenüber der B-Klasse F-Cell ist die Leistung um 40 Prozent höher (Asynchronmotor 147 kW), das Brennstoffzellensystem um rund 30 Prozent kompakter und der Platinanteil um 90 Prozent geringer.

der Brennstoffzelle sowie dem Gasantrieb mehr Aufmerksamkeit widmen. Gegenüber *auto motor und sport* erklärte er: „Nehme ich die Brennstoffzelle sozusagen als Range Extender, reicht eine kleinere Batterie. Die Batterie ist derzeit der größte Kostenfaktor.“

Noch magerer sah es bei Porsche aus: Dort standen lediglich zwei Hybridmodelle (*Panamera Turbo S E-Hybrid* und *Panamera 4 E-Hybrid Sport Turismo*).

**DAS HERZ ELEKTRIFIZIEREN** BMW zeigte in diesem Jahr vergleichsweise viel Elektrisches: Der BMW *i Vision Dynamics* soll zwischen dem *i3* und dem *i8* angesiedelt werden – eventuell als *i5* – und im 3er-Format dazu beitragen, „das Herz der Marke zu elektrifizieren“, wie Firmen-Chef Harald Krüger erklärte. Das Gran Coupé soll über eine Reichweite von 600 km verfügen. Zudem wurde eine sportlichere Version des *i3*, der *i3 s*, als Weltpremiere präsentiert. Die Submarke Mini feierte mit dem *Electric Concept* Weltpremiere und zeigte zudem den *Countryman* als Plug-in-Hybrid.

Am Stand von Hyundai war überraschenderweise kein Brennstoffzellenauto zu finden. Es hieß zwar, dieses fahre im Shuttle-Service zwischen den Hallen umher, zu sehen war es allerdings nicht. Auch die zum Konzern gehörende Marke Kia zeigte nur zwei Hybride und ein BEV (Battery Electric Vehicle), obwohl ein Firmenvertreter bestätigte, es gebe „serienreife Brennstoffzellen“ im Konzern.

Im Gegensatz dazu hatte Honda den *Clarity* vor Ort und feierte mit dem *Urban EV Concept* eine Neuvorstellung, dessen Serienversion 2019 in Europa starten soll. Toyota hatte – wie schon 2015 – ganz vorne auf seinem Messestand den *Mirai* platziert – gefolgt von mehreren Hybridmodellen. Rein batterieelektrische Versionen gab es hier nicht. Wohl aber bei Renault: Die Franzosen hatten den *Twizy* und auch ihren *Formel-E*-Rennwagen mit nach Frankfurt gebracht.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass Opel den *Ampere* zeigte, Ford aber nichts zum Thema Elektromobilität beisteuerte. (s. auch Fotos auf S. 38)

**CES STATT IAA** Insgesamt konnte die IAA wieder nicht das einhalten, was vorher versprochen worden war. Seitens des Verbands der Automobilindustrie (VDA) war zuvor vollmundig angekündigt worden, es würde ein „Feuerwerk der Elektromobilität“ abgebrannt. Vor Ort war davon aber – zumindest an den Besuchertagen – nichts zu sehen. An den ersten Messtagen gab es zwar die *New Mobility World*, auf der insbesondere die Elektromobilität thematisiert wurde. Ein Knaller war aber auch die nicht: nach rund 180 Ausstellern 2015 zeigten 2017 nur noch etwa 120 Institutionen ihre Entwicklungsfortschritte. Zu ihrer Ehrenrettung erklärte der Veranstalter allerdings: „Insgesamt haben sich mehr als 250 an der NMW engagiert (Aussteller, Partner & Sponsoren, Medienpartner, usw.).“ Aber auch dies änderte nichts daran, dass das Interesse an der IAA insgesamt rückläufig ist: Während 2013 noch 1.098 Aussteller aus 35 Ländern kamen und 159 Weltpremieren den 900.000 Besuchern präsentierten, waren es 2017 rund 1.000 Aussteller und etwa 810.000 Besucher – jeweils ein Minus von rund zehn Prozent.

Hintergrund ist, dass bereits im Vorfeld der Veranstaltung einige europäische Hersteller (z. B. Alfa Romeo, Chrysler, Fiat, Peugeot, Volvo) abgesagt hatten und auch Tesla auf eine Beteiligung verzichtet hatte. Dies alles trägt dazu bei, dass insgesamt die Bedeutung der deutschen Automobil-

schau in Frage gestellt werden darf. Allem Anschein nach werden neue Entwicklungen zukünftig eher auf der *Consumer Electronics Show (CES)* in den USA vorgestellt als auf klassischen Automessen im Heimatland von Daimler, Otto und Benz.

Zur Erinnerung: 2016 hatte auch die *Auto Mobil International (AMI)* in Leipzig aufgrund zahlreicher Stornierungen großer Automobilhersteller nicht stattgefunden, dabei hätte es im 25. Jahr ihres Bestehens eigentlich besonders schön werden sollen. In Zukunft soll zwar wieder eine Fahrzeugmesse auf dem dortigen Messegelände abgehalten werden (*Auto 2018*), allerdings werden dies aller Voraussicht nach eher Händlerstage werden.

Es bleibt somit der Eindruck zurück, dass insbesondere bei den deutschen Automobilherstellern ein Trend in Richtung Elektrifizierung verschlafen wurde und dass sich Deutschland als Standort neu definieren muss. ||

Der NABU belegte anhand einer von Transport & Environment (T&E) angefertigten Studie, dass die Automobilindustrie an E-Autos lediglich ein geringes Interesse habe. Der Umweltverband kritisierte im Rahmen der IAA insbesondere die immer noch viel zu magere Modellauswahl. NABU-Bundesgeschäftsführer Leif Miller sagte: „Die Automobilindustrie ist weit von ihrer groß angekündigten ‚Elektro-Offensive‘ entfernt. Derzeit stehen in Europa gerade einmal 20 Pkw-Modelle mit Elektromotor zum Verkauf, im Vergleich zu rund 420 Modellen mit Verbrennungsmotor.“

37



## 5. FACHKONFERENZ „ELEKTROMOBILITÄT VOR ORT“

26./27. Februar 2018  
Leipzig

Die Konferenz „Elektromobilität vor Ort“ ist die zentrale Fachveranstaltung für Vertreter von Kommunen, Verkehrsbetrieben und Fuhrparkbetreiber, die Elektromobilität im lokalen und regionalen Kontext gestalten und praktisch umsetzen.



Auf Grundlage von erfolgreichen Praxisbeispielen werden auf der Konferenz Tipps und Handlungsempfehlungen zum Einsatz von E-Fahrzeugen in Flotten und ÖPNV, zum Ausbau der Ladeinfrastruktur sowie zum Aufbau emissionsfreier E-Logistik gegeben.

Wir freuen uns auf Ihre Teilnahme!



Anmeldung über die NOW-Webseite  
[www.now-gmbh.de](http://www.now-gmbh.de)

38



## PRAGMA BAUT CROWD-PEDELEC



Der französische Hersteller von Brennstoffzellenfahrrädern Pragma Industries hat Anfang November 2017 eine Crowd-Funding-Aktion gestartet und in weniger als drei Wochen sein Sammelziel von 300.000 Euro erreicht. Mit diesem Geld beabsichtigen

die Franzosen in Biarritz den Bau der ersten *Alpha*-Flotten voranzutreiben. Bei *Alpha 2.0* handelt es sich um die zweite Generation eines wasserstoffbetriebenen Pedelecs, mit dem man pro Tankfüllung 100 km zurücklegen kann. Als Antrieb dient ein 250-Watt-Elektromotor von Brose. Ein 200-bar-H<sub>2</sub>-Druckbehälter ist in den Fahrradrahmen integriert.

Die erste Modellgeneration war im Mai 2013 unter dem Namen *Alter Bike* vorgestellt worden (s. HZwei-Heft Juli 2013). Damals hieß es, das wasserstoffbetriebene Zweirad würde 2014 im Verleih und 2016 für Normalkunden erhältlich sein. Jetzt ist geplant, das H<sub>2</sub>-Vélo vorläufig für Flottenbetreiber in Cherbourg, Saint Lo und Chambéry herauszugeben. Denen offeriert Pragma zehn Brennstoffzellen-Pedelecs inklusive Betankungsanlage für 150.000 Euro. Die H<sub>2</sub>-Stationen sind für 20 bis 30 Räder ausgelegt und befüllen die Tanks innerhalb von ein bis zwei Minuten. Privatkunden müssen voraussichtlich noch bis 2019 warten.

In Deutschland hatte der Gasehersteller Linde im November 2015 ein vergleichbares Brennstoffzellenrad vorgestellt, nutzte dies aber nur für Marketingzwecke und ohne die Absicht, ins Zweiradgeschäft einzusteigen (s. HZwei-Heft Jan. 2016). ||

## POST BRAUCHT BZ-AUTOS

Mit batteriebetriebenen Autos hat StreetScooter bereits bewiesen, dass diese alltagstauglich und auch wirtschaftlich sind. Nun bereitet das Aachener Unternehmen den nächsten Schritt vor und plant, mit Brennstoffzellen die Reichweite seiner Elektroautos zu erhöhen. Dafür wurde an der Hochschule Aachen ein Modell entwickelt, das eine Reichweite von bis zu 500 km gewährleisten soll. Die Deutsche Post, die StreetScooter 2014 übernommen hat, beabsichtigt, 500 Fahrzeuge in den Probebetrieb zu übernehmen. Markus Döhn vom Geschäftsbereich Elektromobilität bei der Deutschen Post AG erklärte gegenüber *HZwei*: „Wir werden die Brennstoffzelle inklusive einer mobilen Betankung binnen der kommenden zwei Jahre erproben. Datum und Einsatzorte stehen noch nicht fest. Sehr wahrscheinlich werden Aachen sowie Strecken entlang der Korridore, die bereits heute über 700-bar-Betankungsanlagen verfügen, dabei sein.“ Hinsichtlich der Kraftstoffversorgung hatte zuvor Konzernvorstand Jürgen Gerdes gegenüber dem *Spiegel* in Aussicht gestellt: „Wir denken gerade mit einem Partner über eine Infrastrukturlösung nach.“ Ende November meldete dann H2 Mobility, dass Geschäftsführer Nikolas Iwan und Prof. Achim Kampker von StreetScooter eine Absichtserklärung unterzeichnet hätten, dass die Fahrzeuge ab Mitte 2018 an öffentlichen H<sub>2</sub>-Stationen des Firmenzusammenschlusses tanken sollen. ||

## KOSTENLOSES GRUNDSTÜCK FÜR H<sub>2</sub>-STATION

35 H<sub>2</sub>-Stationen waren Ende November 2017 in Deutschland in Betrieb. Die Nationale Organisation Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie (NOW) stellte dazu fest: „Der Ausbau des Netzes von H<sub>2</sub>-Tankstellen schreitet gut voran.“ Kurz zuvor hatte auch Rheinland-Pfalz seine erste öffentliche H<sub>2</sub>-Station erhalten. Am 21. November 2017 weihte Air Liquide in Koblenz seine neue H<sub>2</sub>-Tankstelle, die rund 900.000 Euro Förderung vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) bekommen hatte, ein. Der Standort liegt verkehrsgünstig direkt an der A61 auf dem Gelände des Autohofs Bolzplatz Koblenz-Metternich. Carina Bolz, Mitglied der Geschäftsführung der Autohof Bolz-Platz Gebr. Bolz GmbH, erklärte: „Gerne haben wir das Grundstück kostenfrei zur Verfügung gestellt, da wir schon immer an die umweltfreundlichen, alternativen Energiequellen geglaubt und diese gefördert haben.“

Zuvor war bereits eine mit 400.000 Euro geförderte H<sub>2</sub>-Station in München in Betrieb gegangen, an der Linde erstmals die neue Generation seines H<sub>2</sub>-Kryopumpen-Kompressors inklusive Speichertank für 400 kg verflüssigten Wasserstoff zum Einsatz brachte. Weitere 900.000 Euro wurden im Rahmen des NIP 2 in den Standort an der Autobahnauffahrt Bremen-Sebaldsbrück investiert (s. HZwei-Heft Jul. 2017).



Abb. 1: Einfache H<sub>2</sub>-Betankung mit Einhandkupplung [Quelle: Shell]

Ebenfalls im Oktober gingen auch die Stationen in Bad Rappenau und am Flughafen Köln/Bonn in Betrieb, wobei die Fördersumme für Köln rund 800.000 Euro betrug. Die Gesamtzahl der Wasserstofftankstellen lag Ende 2017 knapp über 40, allerdings waren nicht alle in Betrieb. Währenddessen hat Air Liquide auch eine Wasserstoffstation in Dubai, die allererste in den Arabischen Emiraten, eröffnet.

Die Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH (LBST) analysierte kürzlich die aktuellen weltweiten Installationszahlen und kam zu dem Ergebnis, dass – ausgehend vom heutigen Bestand – die Anzahl an H<sub>2</sub>-Stationen in den kommenden zehn Jahren etwa um den Faktor 20 steigen wird, falls alle aktuellen Pläne in Europa fristgerecht umgesetzt werden. Im ungünstigsten Fall steigt die Zahl noch um den Faktor 9. Die schlechte Nachricht ist allerdings, dass „Europa im internationalen Vergleich vor allem gegenüber dem asiatischen Markt für H<sub>2</sub>-Tankstellen deutlich an Bedeutung verlieren wird“, so die LBST-Wissenschaftler. ||

# WASSERSTOFF IM KOALITIONSVERTRAG

## Was passiert nach 2019?

Die zweite Phase des Nationalen Innovationsprogramms für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie soll die Markteinführung der H<sub>2</sub>- und BZ-Technologie begleiten. Das NIP 2 läuft seit 2016 und ist auf zehn Jahre ausgelegt, finanzielle Mittel wurden allerdings vorerst nur bis 2019 bewilligt. Die noch zu bildende neue Bundesregierung muss demnächst darüber entscheiden, was danach geschehen soll. Ob sich dieser Gegenstand auch im Koalitionsvertrag wiederfinden wird, ist derzeit noch offen.

Das Bundesverkehrsministerium hat bislang 250 Mio. Euro zur Unterstützung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie bis 2019 eingeplant. Doch wie soll es anschließend weitergehen?

**KOALITIONSVERHANDLUNGEN** Bei der Festlegung der grundlegenden Marschrichtung wird entscheidend sein, worauf sich die neue Bundesregierung verständigt, denn nur wenn sich das Thema im Koalitionsvertrag wiederfindet, können im Haushaltsplan entsprechende Gelder in nennenswerter Größenordnung eingeplant werden.

Aus diesem Grund haben sich bereits vor der Bundestagswahl verschiedene Institutionen in Stellung gebracht, um frühzeitig auf die Berücksichtigung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik zu drängen. So hatte die Wasserstoff-Gesellschaft Hamburg e. V. im Sommer 2017 einen Forderungskatalog zusammengestellt, in dem sie anmahnt, dass zukünftig die Wasserstofftechnologie „als effektivster chemischer Speicher für die volatilen erneuerbaren Energien“ eine Schlüsselrolle spielen müsse.

Unter anderem fordert die hanseatische Initiative, dass die „Belastung des Stromes, der zur Erzeugung von Wasserstoff aus erneuerbaren Energien eingesetzt wird, von Abgaben und Umlagen befreit werden muss“. Außerdem verlangt sie, dass „grüner Wasserstoff, der in Raffinerieprozessen zur Herstellung von Kraftstoffen genutzt wird, die gleiche CO<sub>2</sub>-Gutschrift erhält wie Biotreibstoffe“. Speziell für Norddeutschland fordert die Gesellschaft, dass „die in Deutschland vorhandenen Kavernenspeicher für die Wasserstoffspeicherung ertüchtigt werden müssen und die vorhandenen Gasnetze zumindest teilweise auf Wasserstoff umgerüstet werden“.

Während der Jamaika-Sondierungsgespräche wandte sich auch Werner Diwald, Vorstandsvorsitzender von performing energy, mit einem offenen Brief an die Politik. Darin verwies er unter anderem auf verschiedene Ministerkonferenzen, in denen bereits die enormen Potentiale von Sektorkopplung und Power-to-X benannt wurden. Um diese Potentiale ausschöpfen zu können, sei eine Überdenkung der aktuellen Position Deutschlands zur *Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED II)* erforderlich: „Nur mit Hilfe von PtX-Technologien wird eine umfängliche Sektorkopplung und damit verbunden eine wirtschaftlich effiziente Dekarbonisierung des Strom-, Wärme- und Mobilitätmarktes ermöglicht.“ Zudem forderte Diwald die künftige Bundesregierung dazu auf, bei den Schlussverhandlungen zur RED II nachdrücklich auf eine Gleichstellung der Erzeugung grüner PtX-Energieträger mit anderen Technologien zur CO<sub>2</sub>-Vermeidung hinzuwirken.

**BESSERSTELLUNG VON KMU** Optimierungsbedarf sehen einige Akteure außerdem bei der bisherigen deutschen Förderpraxis. So haben die Erfahrungen mit dem NIP 1 gezeigt, dass die geforderte Verfahrensweise bei der Beantragung von Fördervorhaben insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen nicht immer angemessen ist. Speziell für kleine Firmen sei der hohe bürokratische Aufwand kaum zu bewältigen, hieß es aus der Branche. Hinzu komme, dass bisher vom Projektträger Jülich mitunter eine feste Projektfinanzierung für ganze 24 Monate erwartet worden sei, was etliche Akteure, vor allem Kleinunternehmen, die häufig zu den Treibern der Technologie zählen, überfordere. Wie *HZwei* erfuhr, sind wegen fehlenden finanziellen Rückhalts durchaus erfolversprechende Vorhaben in Jülich gescheitert, obwohl klar sein sollte, dass Start-ups oder Kleinunternehmen keine Bilanzstruktur wie Großunternehmen vorweisen können.

Praktikabler könnte es sein, wenn, wie auf europäischer Ebene beim Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, zunächst ein Teil des Förderbetrags (z. B. 5 % Deposit) einbehalten und dieser erst bei erfolgreichem Projektverlauf ausgezahlt würde, im Gegenzug aber bei KMU die Anforderungen für die Bewilligung heruntergeschraubt würden. ||

„Die Kleinen fallen reihenweise hinten runter, weil sie keine vernünftige Bilanzstruktur aufweisen. Das ist absurd.“

Anonymisiertes Zitat

## H<sub>2</sub>-ERZEUGUNG PER ELEKTROLYSE FÖRDERFÄHIG

Seit dem 14. November 2017 können auch Elektrolyseure, die Wasserstoff direkt an der Tankstelle erzeugen, gefördert werden. Dies könnte ein wichtiger Impuls für den Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur sein. Die Nationale Organisation für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) reagiert mit dieser Maßnahme auf anhaltende Kritik, dass diese Art der H<sub>2</sub>-Versorgung im Nationalen Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP 2) bislang unberücksichtigt geblieben ist. Nun können aber öffentlich zugängliche Wasserstofftankstellen im Straßenverkehr mit bis zu 60 Prozent der Investitionskosten gefördert werden. Zu berücksichtigende Baumaßnahmen können ausdrücklich auch die Errichtung eines Elektrolyseurs zur Erzeugung von grünem Wasserstoff beinhalten. Allerdings werden entsprechende Förderanträge nur berücksichtigt, wenn sie vor dem 31. März 2018 beim Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) eingereicht werden. Der neue Förderaufruf erfolgt im Rahmen der Förderrichtlinie Marktaktivierung, für die das BMVI bis 2019 insgesamt 250 Mio. Euro zur Verfügung stellt. Anträge können über das easy-Online-Portal übermittelt werden ([www.foerderportal.bund.de/easyonline](http://www.foerderportal.bund.de/easyonline)). ||

## DICHTHEITSPRÜFUNG AUF DER MOTEK



Während der *Motek 2017* hat die CETA Testsysteme GmbH ein neues Massendurchflussprüfgerät und ein neues H<sub>2</sub>-Dichtheitsprüfgerät vorgestellt. Auf der internationalen Fachmesse für Produktions- und Montageautomatisierung, die im Oktober 2017 parallel zur *EVS30* in der benachbarten Messehalle stattfand, lockte das *CETATEST 615* zahlreiche Besucher an den Stand des Hildener Unternehmens. Das Gerät kann sehr geringe Leckagen detektieren ( $Q > 10^{-6}$  mbar·l/s), was durch praktischen Vorführungen mit den Geräten veranschaulicht wurde. Der CETA-Vertriebsleiter Dr. Joachim Lapsien verwies auf zahlreiche Gespräche mit Interessenten aus den Bereichen Automotive, Elektrofahrräder, Elektromobilität, Explosionsschutz, maritime Anwendungen und regenerative Energien und sagte: „Interesse an Prüfungen, mit denen die Dichtheit von Komponenten und Systemen nachgewiesen werden kann, besteht in fast allen Industrien.“ ||

## NEUE H<sub>2</sub>-ÜBERWACHUNGSEINHEIT



Die SL Tech2 GmbH hat im September 2017 eine mobile H<sub>2</sub>-Überwachungseinheit inklusive Stromabschaltvorrichtung vorgestellt. Der H<sub>2</sub>-Schaltschrank vom Typ *MWS-01* wurde für einen Kunden aus der Automobilindustrie konzipiert und wird dort bei Erprobungen und Werkstatttätigkeiten eingesetzt. Die Anlage ist mit allen gängigen Eingangs- und Ausgangsspannungen frei konfigurierbar, ebenso wie die Anzahl der explosionsgeschützten H<sub>2</sub>-Messstellen, die mit einer Kabellänge von bis zu 20 m frei innerhalb der Explosionszonen positioniert werden können. SL Tech2-Geschäftsführer Stefan Liphardt erläuterte gegenüber *HZwei*: „Gibt es bei Umbaumaßnahmen oder Tests eine externe H<sub>2</sub>-Leckage, unterbricht der Schaltschrank die Stromversorgung der HV-Komponenten, um eine potenzielle Zündung zu vermeiden.“ Bei Überschreitung der voreingestellten Alarmschwellen wird ein akustischer und visueller Alarm aktiviert. Die Ausgangsspannung wird dann abgeschaltet, aber die Versorgung der H<sub>2</sub>-Messstellen bleibt weiterhin erhalten. Die Anlage ist auch als Outdoor-Variante für den Temperaturbereich von -25 °C bis +40 °C erhältlich. ||

## HYPOS FÖRDERT NEUE H<sub>2</sub>-SENSOREN

Die UST Umweltsensortechnik GmbH hat während der *EVS30* in Stuttgart auch ihr patentiertes *Semicon*<sup>®</sup>-Sensorsystem vorgestellt, das zur Erfassung brennbarer Gase dient. Das thüringische Unternehmen nutzt dieses Verfahren unter anderem zur hochselektiven Messung von H<sub>2</sub>-Konzentrationen (0 ... 10 %, optional bis 100 %). In BZ-Systemen wird es beispielsweise für die Leckageüberwachung von Leitungen, Stacks und Membranen (Abgasseite) herangezogen, außerdem zur Überwachung von chemischer Prozesstechnik, von Anlagen im industriellen



und im Facility-Bereich oder auch zur mobilen und stationären Gasleckdetektion. Das mittelständische Unternehmen (100 Beschäftigte) beteiligt sich seit Mai 2017 an dem Forschungsprojekt *Hypros*, bei dem im Rahmen der mitteldeutschen H<sub>2</sub>-Initiative *Hypos* an hochsensitiver Wasserstoffsensorik gearbeitet wird. Konkret geht es dabei um die Entwicklung neuartiger, diversitär-redundanter Sensorsysteme zur Bestimmung des H<sub>2</sub>-Gehalts in Brenngasgemischen. ||

## SICHER KUPPELN UND TRENNEN

Stäubli Fluid Connectors hat im Oktober 2017 sowohl auf der *EVS30* als auch während der *emove360°* seine H<sub>2</sub>-Kupplung *CHV 08* für BZ-Fahrzeuge präsentiert. Nach Herstellerangaben gewährleistet die robuste und dennoch leichte Befüllkupplung eine zuverlässige mechanische Verriegelung und größtmögliche Sicherheit bei einer Betankung bis 350 bar. Sie ist mit einem polyurethanummantelten Edelstahlgehäuse ausgestattet und eignet sich für alle Fahrzeugmodelle, die mit Befüllnippeln nach SAE J2600 oder ISO 17268 ausgestattet sind. Außerdem bietet Stäubli die Abreißkupplung *BRH* an, die in den Schlauch integriert wird und bei versehentlichem Wegfahren mit angeschlossener Tankpistole für das sofortige Lösen des Schlauchs und das Schließen der Füllleitung sorgt. Im Fall der Fälle erfolgt eine automatische Trennung sowohl bei drucklosem als auch bei unter Druck stehendem System. Die Kupplung ist wiederverwendbar, indem sie einfach erneut aktiviert wird.

Außerdem zeigte das Tochterunternehmen Stäubli Electrical Connectors den Hochvoltsteckverbinder *PerforMore*, der hohe Dauerströme mit minimalem Leistungsverlust überträgt, und sich somit insbesondere für E-Autos und den schnellen Anschluss von Batterien, Invertern, E-Motoren und weiteren Komponenten des elektrischen Antriebsstrangs eignet. ||



Quelle: Stäubli

# MATERIALFLUSS NACHHALTIG GESTALTEN

## BZ-Anwendungen in der Logistik

42



Abb. 1: BZ-Gabelstapler von Toyota  
[Quelle: Toyota]

Der Einsatz von Brennstoffzellen in Flurförderzeugen ist längst keine Nische mehr. In Nordamerika werden ganze Lagerhallen mit wasserstoffbetriebenen Gabelstaplern bewirtschaftet und auch in Asien und Europa nimmt das Interesse an Brennstoffzellentechnik im Logistikbereich stetig weiter zu, hier allerdings bislang noch auf niedrigem Niveau.

Plug Power gilt als eine der ersten Adressen, wenn es um brennstoffzellenbetriebene Flurförderzeuge geht. Das US-amerikanische Unternehmen aus Latham, New York, liefert BZ-Gabelstapler in die ganze Welt. So erhielt der Brennstoffzellenintegrator Ende Oktober 2017 einen Auftrag von Toyota Material Handling Norway, um *GenDrive*-Einheiten an den norwegischen Großhändler Asko nach Trondheim auszuliefern. Der dafür benötigte Wasserstoff wird in Elektrolyseuren der Firma Nel ASA mit Hilfe von Solarenergie produziert. Asko prüft derzeit zudem, auch seine Lkw-Flotte auf Wasserstoff umzustellen (s. S. 32).

Auch andere Hersteller orientieren sich in diese Richtung. So kündigte die ebenfalls in den Vereinigten Staaten ansässige Firma Hyster im Herbst auf der Fachmesse *TOC Europe* in Amsterdam an, demnächst einen Schwerlastgabelstapler mit einer Traglast von 48 Tonnen anbieten zu wollen. In dieser Gewichtsklasse gab es bislang nur dieselbetriebene Modelle. Zukünftig soll es jedoch mehr Auswahlmöglichkeiten geben. So kündigte Jan Willem van den Brand, Direktor Big Truck Product Strategy, an: „Die ersten Stapler werden mit Lithium-Ionen-Batterien ausgerüstet. Am Ende der Entwicklungsphase möchten wir den Stapler jedoch mit drei verschiedenen Antriebsoptionen anbieten. Unter anderem auch mit einer Kombination aus kleiner oder mittlerer Batterie und einer Nuvera-Brennstoffzelle. Es besteht von

unseren Kunden eine wachsende Nachfrage nach emissionsfreien Staplern, die die Leistungsfähigkeit eines ‚klassischen‘ Schwerlaststaplers erreichen.“

Ian Melhuish, Vice President der Hyster-Yale-Group, hatte auf der Stuttgarter Fachmesse *LogiMAT* gegenüber *Logistik Heute* gesagt: „Stapler mit Brennstoffzellen werden eine wichtigere Rolle in der Intralogistik spielen als manche derzeit denken.“ Melhuish betonte zudem, der Kauf des BZ-Herstellers Nuvera 2014 durch die Nacco Materials Handling Group mit seinen Marken Hyster und Yale sei strategisch richtig gewesen. Hyster erhalte vor allem aus der Autobranche immer wieder Anfragen nach BZ-Staplern – sowohl aus den USA als auch aus Europa.

**TOYOTA AUCH HIER FÜHREND** Zudem haben sich in Japan verschiedene Wirtschaftskonzerne (Iwatani, Toshiba, Toyota Motor, Toyota Industries, Toyota Turbine and Systems und Japan Environment Systems) zusammengetan, um in Yokohama und Kawasaki ein umfangreiches Wasserstoffprojekt zu initiieren. Das Ziel ist die Implementierung und Evaluierung einer kohlenstoffarmen Versorgungskette, die Wasserstoff aus erneuerbaren Energien in Anlagen entlang der Bucht von Tokio nutzt, um zwölf Brennstoffzellenstapler zu betreiben. Damit sollen rund 80 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen reduzieren werden.

Dabei wird die Energie einer Windkraftanlage in Yokohama (Hama Wing, s. Abb. 1 auf S. 53) genutzt, um in einem Elektrolyseur von Toshiba Wasserstoff zu erzeugen (*H2One*<sup>TM</sup>, 10 Nm<sup>3</sup>/h), der dann komprimiert und gespeichert wird. Dieser Kraftstoff wird per H<sub>2</sub>-Tankwagen (2 x 300 l Tanks, 450 bar) zu einem Obst- und Gemüsemarkt, zu einer Fabrik und zu Lagern transportiert, wo der Wasserstoff

für den Antrieb von insgesamt zwölf Gabelstaplern genutzt wird (s. Abb. 1). Nicht benötigte Energie wird in einem stationären Akkumulator gespeichert, der aus 180 ausrangierten Fahrzeugbatterien von gebrauchten *Mirai*-Modellen besteht. Start des Projekts war der 12. Juli 2017.

Toyota präsentierte bereits im März 2016 einen BZ-Gabelstapler. Seit Januar 2017 sind zwei dieser Modelle im Motomachi-Werk in Toyota City im Einsatz. Ihr Betrieb erfolgt im Rahmen einer Initiative der japanischen Ministerien für Umwelt und Infrastruktur zur Förderung der BZ-Technik in Industriefahrzeugen. Die Toyota-Firmenleitung plant mit bis zu 180 Brennstoffzellengabelstapler im Jahr 2020.

Auch Implats setzt auf brennstoffzellenbetriebene Fahrzeuge. Der südafrikanische Platinhersteller nutzt BZ-Gabelstapler seit 2016 und testet auch einen BZ-Fahrlader, der untertage Erdrück abräumt. Ein Prototyp sollte ursprünglich noch 2017 in Betrieb gehen. Die Vorteile elektrischer Fahrlader gegenüber dieselmotorischen sind, dass sie keine Schadstoffe ausstoßen und nur halb so viel Wärme emittieren, so dass in den Stollen weniger Ventilation erforderlich ist. Dieses Projekt ist Teil der Impala Fuel Cell Development Roadmap, einer von der Süd-Afrikanischen-Regierung unterstützten Initiative.

**EU-PROJEKTE** In Europa wurde dieser Flurförderzeugsektor in den vergangenen Jahren insbesondere durch das Demonstrationsprojekt *HyLIFT-Europe* begleitet. Seit Januar 2013 arbeiten rund ein Dutzend Unternehmen an dem gemeinsamen Ziel, etwa 200 Brennstoffzellensysteme im Bereich Materialfluss (material handling) mitsamt der dazuge-

hörigen Tanktechnik an zehn bis zwanzig Standorten zum Einsatz zu bringen.

Bis heute war der größte Erfolg für das mit 9,3 Mio. Euro geförderte Projekt der Einsatz von 46 Einheiten in Prelocentre, Frankreich, oder auch die Vertragsunterzeichnung über den Einsatz einer Flotte mit 35 Einheiten, die voraussichtlich bis auf 150 Einheiten aufgestockt werden soll. Projektkoordinator Hubert Landinger von der Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH (LBST) erklärte gegenüber *HZwei*, dass nicht so viele Standorte wie ursprünglich geplant realisiert worden seien, weil ein Teilergebnis dieses Vorhabens gewesen sei, dass – wenn überhaupt – vornehmlich der Betrieb größerer Flotten Sinn mache.

Landinger sagte: „Bisher ist es noch nicht möglich, ohne finanzielle Unterstützung konkurrenzfähig zu werden, daher müssen angemessene finanzielle Unterstützungsmechanismen entwickelt und bereitgestellt werden, bis sich die Technologie vollständig selber trägt.“ Aus diesem Grund bemühte er sich auch bis zuletzt darum, dass *HyLIFT-Europe* nicht wie ursprünglich geplant Ende 2017 auflief, sondern noch um ein Jahr verlängert wird.

Ein weiteres EU-Projekt, bei dem es um die Entwicklung und Skalierung von BZ-Komponenten für Gabelstapler geht, ist *Inline* (Finanzvolumen: 3,2 Mio. Euro). Hierbei steht insbesondere die Konstruktion einer Medienzuführungseinheit (Media Supply Unit) sowie eines Tankventilreglers im Fokus, beides schwierig zu fertigende Komponenten, die bisher noch den Fertigungsprozess aufhalten. Ziel der beteiligten Partner (Fronius, Profactor u. a.) ist die Entwicklung einer kompletten skalierbaren Produktionslinie zur schnelleren Fertigung von BZ-Systemen. ||

**BATTERIETAG**  
NRW ⊕ ⊖

**KRAFTWERK**  
Batterie ⊕ ⊖

## BATTERIETAGUNG 2018

09. - 11. April 2018 in Münster

Mehr als 600 internationale Wissenschaftler, Entwickler und Ingenieure diskutieren die rasanten Entwicklungen der Batterietechnik von innovativen Materialien über Anwendungen bis zu spannenden Geschäftsmodellen.

Hören Sie Vorträge von Stanley Whittingham (Binghamton University), Dr. Venkat Srinivasan (Argonne National Lab), Dr. Christian Danz (Bosch), Dr. Andreas Wendt (BMW Group) und anderen.

» Melden Sie sich jetzt an! [www.battery-power.eu](http://www.battery-power.eu)



# MEGATREND NACH 15 JAHREN DURSTSTRECKE

## Aktienanalyse von Sven Jösting

Damals, zur Jahrtausendwende, kannten Brennstoffzellenaktien an der Börse kein Halten mehr, da es sicher schien, dass der technologische Durchbruch bereits erfolgt sei und nun große, neue Wachstumsmärkte vor den Unternehmen lägen. Aber die Aktionäre irrten sich – zu früh gefreut. Die führenden Akteure der Branche gerieten unter Druck, da die Entwicklung der neuen Technologien erst einmal viel Geld kostete – zunächst für die Forschung und dann für die Markteinführung. Viele Unternehmen waren zudem arg gesplittet, was die Zielmärkte und die einzelnen BZ-Produkte anbelangte. So verteilten einige die Forschung auf mehrere Einzelmärkte, statt sich auf aussichtsreiche Teilmärkte zu fokussieren.

Ironie am Rande: Damals arbeiteten Millennium Cell und Protonex eng zusammen. Heute ist letztgenannte eine 100%ige Tochter von Ballard Power.

und zukünftig einen sehr wichtigen Beitrag in der weltweiten Energieerzeugung (Strom, Wärme, Kälte) sowie der Mobilität (Kfz, Nfz, Schiene, Schiffe, usw.) leisten wird.

Gemäß der Philosophie des Zukunftsforschers John Nassbitt ist nun der Startschuss gefallen: Im Durchschnitt dauert es fünfzehn Jahre, bis sich ein neuer Megatrend abzeichnet – mit allen Höhen und Tiefen –, aber stets nach der Devise „The trend is your friend“. Entwicklungen wie die Elektromobilität, aber auch die Preisentwicklung von Rohöl und die Diskussion um CO<sub>2</sub>-Emissionen und Klimawandel mögen dabei Pate gestanden haben, der Brennstoffzelle neue und vor allem nachhaltige Perspektiven zu geben.

An der Börse hat mittlerweile ein Umdenken stattgefunden, auch wenn es sich noch um ein kleines Pflänzchen handelt, denn die meisten börsennotierten BZ-Unternehmen haben über die Jahre gegenüber den ersten Kursnotizen deutlich verloren, teils 99 %, da sie aufgrund des Kapitalbedarfs für Forschung und Entwicklung permanente Kapitalerhöhungen zu ungünstigen Konditionen (Verwässerung des Anteils der Altaktionäre) durchführen mussten. Die Aktie von Ballard Power müsste beispielsweise um über 2.000 Prozent zulegen, um wieder die Kurse aus dem Jahr 2000 zu erreichen (heute US-\$ 5, damals US-\$ 120).

Inzwischen sieht es aber eindeutig so aus, dass nun die Früchte intensivster langjähriger Forschungsarbeit in der Entwicklung von BZ-Systemen wie auch der Generierung, Lagerung und Speicherung von Wasserstoff geerntet werden können und dass dies auch an der Börse über steigende Notierungen seinen Ausdruck findet. Ist der neue Megatrend erst einmal sichtbar, könnte es kein Halten mehr geben, da dann etliche Marktteilnehmer mit dabei sein wollen.

Branchenexperten wie der Verwaltungs-Chef von Toyota, Takeshi Uchiyama (Erfinder des Prius), sehen das Zeitalter der Brennstoffzelle vor allem in der Mobilität ab dem Jahr 2020. Andere Fachleute wagen die Prognose, dass – ebenfalls ab 2020 – die Brennstoffzelle die gleiche Entwicklung nehmen wird wie die Solar- und Windtechnik in den 1990er Jahren.



Abb. 1: Kursübersicht [Quelle: [www.wallstreet-online.de](http://www.wallstreet-online.de)]

Aussichtsreiche Unternehmen wie Millennium Cell erreichten damals Kurshöhen im Milliardenbereich, um danach in steilem Abwärtsgang in den Konkurs zu geraten, obwohl die 1998 gegründete US-amerikanische Firma sehr vielversprechende BZ-Technologien unter anderem für Drohnen entwickelt hatte. Viele BZ-Unternehmen ließen sich dennoch nicht beirren und zweifelten auch nicht an ihrem Erfolg – nur waren die schlau genug, sich auf BZ-Teilmärkte zu konzentrieren, um dort perspektivisch eine wichtige Rolle spielen und Forschungsmittel konzentrieren zu können.

**FÜNFZEHN JAHRE BIS ZUM DURCHBRUCH** Es sollte gut fünfzehn Jahre dauern, bis im Jahr 2017 das Gefühl obsiegte, dass die Brennstoffzelle endlich im Heute angekommen ist

## BALLARD: VISION 30% IN 2030

Ballard Power als Marktführer gelangte damals zu der Erkenntnis, dass das Unternehmen im Kfz-Sektor keine Chance hätte, da die notwendigen Investitionen einfach zu hoch waren. Der Kfz-Bereich wurde daraufhin in AFCC ausgelagert – einen Zusammenschluss mit Daimler, Nissan und Ford als Anteilseigner, der Ballard aber weiterhin als Partner sieht.

Heute sieht das anders aus: CEO MacEwen beschreibt die Brennstoffzelle als „disruptive Technik“ und sein Unternehmen als „einzigartig positioniert“. Und er hat eine 30%-Vision: 30 % aller Kraftfahrzeuge sollen im Jahr 2030 mit einer Brennstoffzelle oder als Hybrid ausgestattet sein (30 : 30).



Abb. 2: Mireo – neue Regional- und Pendlerzugplattform (s. S. 35)

Das sind heute nur noch zwölf Jahre bis zu diesem erklärten Ziel. Beide – Batterie und Brennstoffzelle – würden sich via Hybrid perfekt ergänzen, da die Brennstoffzelle die Limitation der Batterie erheblich verringern und zu größerer Flexibilität führen würde. MacEwen denkt jedoch noch weiter: Brennstoffzellen sollen die dominante Antriebsform für schwere Lkw werden, erklärte er bei der Telefonkonferenz zum dritten Quartal Ende September 2017. (s. auch S. 35)

Der Druck, verstärkt auf die BZ-Technik zu setzen, kommt derzeit aus allen Richtungen: Sei es, dass Länder wie China und Indien dies zur Bedingung machen, oder seien es die vierzig führenden Großstädte der Welt, die sich die Verbannung von Kfz mit Verbrennungsmotor bis 2030 zum Ziel erklärt haben – zwölf davon wollen schon bis zum Jahr 2025 raus. Allein dies entspricht einem Volumen von circa 60.000 Bussen. Das sind gewichtige Gründe, sich intensiver mit den BZ-Unternehmen und dem Börsenbezug zu beschäftigen.

Auf Jahresbasis wird Ballard 2018 an der Fertigung von gut 20.000 Bus-Stacks in China beteiligt sein – aktuell sind es 6.000 pro Jahr. Ballard hat damit die beste Ausgangsbasis aller Unternehmen, die sich mit der Elektrifizierung von Bussen mittels Brennstoffzelle befassen; ein nicht zu unterschätzender Wettbewerbsvorteil angesichts dieser Wachstumsprognosen.

Zu den Zahlen: 54 % Umsatzwachstum und eine Bruttogewinnmarge von 32 % sprechen für das Unternehmen. US-\$ 31,9 Mio. Umsatz im dritten Quartal. Der Verlust wird immer geringer und lag bei US-\$ 1 Mio. im Berichtsquartal (entspricht einem Minus von US-\$ 0,01 pro Aktie). „The trend is your friend“ gilt auch hier, kommt es doch von Quartal zu Quartal zu permanenten Verbesserungen, wobei die unverändert hohen Aufwendungen für Forschung und Entwicklung die Verluste begründen. Der Bargeldbestand fiel auf US-\$ 60,1 Mio., was weiterhin sehr gesund ist. Der Auftragsbestand liegt nach Firmenangaben bei US-\$ 236,8 Mio. – ein Rekord.

**PROTONEX WIRD ZUR PERLE** Die inzwischen erfolgte Genehmigung der U.S. Army für den Einsatz von Brennstoffzellensystemen in militärischen Produkten (u. a. Drohnen) soll ab 2018 die Grundlage für Aufträge allein dieses Kunden in Höhe von US-\$ 150 bis 250 Mio. über einen Zeitraum von fünf Jahren sein. Die Ballard-Tochter Protonex wird damit ein Juwel für die Muttergesellschaft, da die Perspektiven ausgesprochen positiv sind und man davon ausgehen kann, dass die Gewinnmarge hoch ausfallen wird. 150 bis 250 Mio. über fünf Jahre bedeuten auch, dass Ballard allein in diesem Segment US-\$ 30 bis 50 Mio. p. a. Erlösen könnte, was in Relation zu dem für dieses Jahr bei US-\$ 100 Mio. geschätzten Gesamtumsatz erheblich ist und damit bereits ein zu erwartendes Gesamtwachstum von mindestens 30 % untermauert – ohne all die anderen Aktivitäten von Ballard (z. B. Bus-Stacks in China).

**SCHIENEN UND SCHIFFE** Mit CRRC, dem weltgrößten Schienenfahrzeugkonzern, hat Ballard eine H<sub>2</sub>-betriebene Straßenbahn (Tram) entwickelt, die 336 Passagiere befördern kann, 70 km/h schnell ist und einen Radius von 40 km besitzt. Das H<sub>2</sub>-Volumen beträgt 12 kg. Auch wenn es sich bei diesem Projekt – ebenso wie bei anderen Vorhaben – bislang um ein Pilotprojekt handelt, könnten daraus perspektivisch sehr hohe Aufträge generiert werden. Auch hier ist Ballard bestens positioniert. CEO MacEwen sagte: „Unsere Vision ist, dass FCEVs das dominierende Antriebssystem in den Märkten für Schwerlastfahrzeuge und mittlere Nutzfahrzeuge wird, in den Fällen, wo Reichweite, Betankungszeit und Routenflexibilität für Kunden und Benutzer wichtig ist.“

Weitere gute News mit Zukunftsfantasie kommen von ABB, denen Ballard ein BZ-System für ein Kreuzfahrtschiff geliefert hat, und von Siemens, bei denen es um Schienenfahrzeuge (US-\$ 9 Mio. Forschungsauftrag) geht. Beides zeigt, dass sich Ballard zum einen nicht von einzelnen Kunden abhängig macht und dass zum anderen Großunternehmen klar zum Ausdruck bringen, wie sie Ballard als Technologiepartner zu schätzen wissen. Aus solchen kleinen Anfangsaufträgen können dann später Großaufträge werden.

**GUTER GESAMTAUSBLICK** Ich spinne mal: Warum sollte der Börsenkurs von Ballard in den kommenden Jahren nicht mehrere Milliarden US-\$ erreichen können? Der Unternehmenswert lag ja schon mal bei über US-\$ 11 Mrd. im Jahr 2002 (s. Abb. 1). Aber heute ließe sich eine solche Bewertung mittel- bis langfristig klar begründen – über Lizenzeinnahmen, Zulieferungen von BZ-Stacks unter anderem für Busse und die Potentiale der diversen BZ-Märkte, in denen Ballard die Führungsrolle besitzt und technologisch bestens positioniert ist. Demgegenüber sind bei Tesla, dessen Marktwert bei über US-\$ 50 Mrd. liegt, absehbar hohe Verluste zu erwarten, die dessen Bewertung immer fragwürdiger erscheinen lassen.

Bei Ballard verhält es sich umgekehrt: Nach vielen Jahren hoher Verluste ist jetzt damit zu rechnen, dass die Kanadier endgültig nicht nur in die Gewinnzone kommen, sondern diese mit hohem Wachstum ausbauen können und die Börse dies bewerten wird – antizipativ. Nun geht es daran, die Früchte jahrelanger Forschung zu ernten.

---

## FCES: NEUE EINSTIEGSCHANCE

FuelCell Energy Solutions (FCES) hat einen scharfen Kursrückgang erlebt, ohne dass es dafür stichhaltige Gründe gab. Es könnte sich jedoch um ein Manöver gehandelt haben, wonach man den Kurs drücken wollte, um zum Beispiel Warrants umzuwandeln, aber via Short-Sale auch noch vorher am Rückgang partizipieren wollte. Dies ist reine Theorie, soll aber so an der Börse schon vorkommen sein. Indes sind die jüngsten Kapitalmaßnahmen ein klares Zeichen, dass institutionelle Anleger von den Perspektiven des Unternehmens und seiner Technologie überzeugt sind: ExxonMobil pflastert Medien wie das *Handelsblatt* aber auch die *Financial Times* mit Anzeigen, in denen auf die Carbon-Capture-Technologie von FCES besonders hingewiesen wird. Als Greenwashing, also dass Exxon sich ein nachhaltiges Umweltmäntelchen via Carbon Capture umhängt, ohne dass es in dieser Form dann auch real umgesetzt wird, kann ich mir dies nicht vorstellen. Da gehe ich sogar noch weiter: Sollte Exxon dies nicht machen, wird sicherlich der Wettbewerb nicht schlafen und sich da ebenfalls engagieren, so meine



Abb. 3: SureSource 3000, bestehend aus zwei 1,4-MW-Modulen

Überzeugung. Kurzum: eines der aussichtsreichsten BZ-Investments in den kommenden Jahren.

**TOYOTA PRODUZIERT BALD H<sub>2</sub> SELBST** Am 30. November wurde die Meldung bekanntgegeben, dass Toyota Fuel Cell Energy damit beauftragt hat, ein BZ-Kraftwerk SureSource™ im Hafen von Long Beach, Kalifornien, zu bauen, welches durch die Umwandlung von Biogas zu einer Produktionsstätte für zu 100 % regenerativen Wasserstoff wird und damit für die wasserstoffbetriebenen Zuliefer-Lkw des Hafens genutzt werden kann. Parallel erzeugt die Anlage Strom für 30.000 Haushalte. Diese Meldung hat Sprengstoff und dürfte viele weitere Aufträge zur Folge haben.

Der Markenchef von VW, Herbert Diess, gab kürzlich im *Handelsblatt* seine Meinung kund, dass die Brennstoffzelle noch überhaupt nicht ausgereift sei, dass es ja keine H<sub>2</sub>-Tankstellen gebe und es sich zudem nicht rechnen würde, Wasserstoff zu produzieren (Wirkungsverluste u. a.). Toyota sieht dies indes völlig anders und setzt Akzente. Zudem wird es immer wahrscheinlicher, dass Länder wie China dabei sind, ihre auf die Batterie fokussierte Elektromobilitätsstrategie auf die Brennstoffzelle und grünen Wasserstoff umzulenken. VW hat dies – noch – nicht erkannt, wird es aber dann tun müssen, da China der größte Markt ist. Aktuell setzen die Wolfsburger auf Stromladestationen, während Toyota das Problem noch fehlender H<sub>2</sub>-Tankstellenstruktur mit Partnern selber löst.

## PLUG: HOHE ERWARTUNGEN

Plug Power enttäuschte mit dem Ergebnis für das dritte Quartal, auch wenn der Ausblick – so die Firmenangaben – sehr gut sei. Großkunden wie Walmart und Amazon lassen grüßen. Wir sprechen hier über Auftragsvolumina von über US-\$ 600 Mio. in den kommenden Jahren. 2.753 *GenDrive*-Systeme für die Umrüstung von Gabelstaplern wurden in der Berichtszeit ausgeliefert, womit ein Umsatz von US-\$ 61,4 Mio. erzielt wurde. Die Produktionskapazität liegt auf Jahresbasis bei 15.000 Systemen. 95 % davon werden nun selbst inhouse gefertigt, das heißt, der Anteil von Zulieferungen von Ballard hat damit erheblich abgenommen.

Neun H<sub>2</sub>-Tankstellen konnten neu in Betrieb genommen werden. Damit verfügt Plug eindeutig über die meisten H<sub>2</sub>-

Tankstellen in den USA. Neuaufträge (bookings) werden mit etwa US-\$ 44 Mio. für das dritte Quartal angegeben, so dass es insgesamt aktuell US-\$ 160 Mio. für das laufende Jahr sind (es sollen über US-\$ 300 Mio. werden). Angesichts einer etwas schwierigen Nachvollziehbarkeit bei der Ausgabe von Warrants als Begleiterscheinung für Kapitalerhöhungen und deren steuerlicher Behandlung (hieraus leiten sich meines Erachtens – ohne Obligo – buchhalterische Verluste ab), ist ein kritischer Blick notwendig. Anders verhält es sich, wenn Amazon und/oder Walmart ihre Bezugsrechte (Warrants) umwandeln, also Plug Kapital zufließen lassen und selbst zum Aktionär werden. Das wäre dann äußerst positiv zu bewerten.

Das vierte Quartal soll sehr positiv ausfallen (Umsatz, Auftragseingänge), doch sehe ich die Situation des Unternehmens eher etwas kritisch, auch wenn die Großkunden sehr gute Perspektiven verheißen, da im Jahresverlauf manche Prognose abgegeben worden ist, die dann aber „einkassiert“ werden musste. Plug wird sicherlich immer in einer allgemein sehr positiven Stimmungslage gegenüber BZ-Aktien partizipieren, doch erscheinen mir erst einmal die Perspektiven bei anderen BZ-Unternehmen wie Ballard Power (diese könnten mit ihrem Know-how einen anderen Gabelstaplerhersteller als Partner gewinnen) erheblich besser, was das Erreichen der Gewinnschwelle wie auch das Erntee in verschiedene BZ-Märkte und deren Wachstum angeht.

Warten wir das vierte Quartal ab und sehen, ob die Prognosen so eintreffen, wie es das Management voraussagt. Das Unternehmen ist an der Börse hinreichend bewertet. Das recht aggressive Börsenmarketing ist mir einfach etwas zu laut. Plug müsste erst einmal zeigen, dass es – wie bei Ballard – eine gute Bruttogewinnmarge erzielen kann und gemachte Prognosen auch eintreffen.

## ITM: GEWINNMITNAHMEN



Abb. 4: Anlage von ITM Power bei der Thüga in Frankfurt a. M.

Nach dem Höhenflug – der Kurs der Aktie verdreifachte sich zwischenzeitlich fast – kam es zur Ernüchterung. Börsenfachleute sprechen da gerne von Konsolidierung und Gewinnmitnahmen. Das Unternehmen konnte eine Kapitalerhöhung erfolgreich abschließen. Mit über 120 Mio. Euro ist das britische Unternehmen – trotz der guten Aussichten – nun sehr gut bewertet, und man sollte die Aktie auf die Watchlist nehmen, aber Investitionen eher in erfolversprechenderen BZ-Unternehmen suchen. Zwar hat das Unternehmen gut GBP 42 Mio. an festen und prognostizierten Aufträgen in der Pipeline (zuletzt ca. GBP 5,9 Mio. dazu), doch ist die Relation

der Aufträge und Umsätze zum Börsenwert von über Euro 120 Mio. sehr sportlich, wenn man ITM mit anderen Unternehmen, gerade wie Hydrogenics, vergleicht.

## TESLA: VERLUSTE NEHMEN ZU



Abb. 5: Studie des neuen Roadsters [Quelle: Tesla]

Die Zahlen für das dritte Quartal fielen nicht nur schlecht aus, sie waren – was den Verlust von über US-\$ 671 Mio. anbetrifft – jenseits dessen, was die meisten Analysten prognostiziert haben. Nach den verschiedenen Rechnungslegungsmethoden non-GAAP (mit Bereinigungen) ein Minus von US-\$ 2,92 pro Aktie und GAAP (die meines Erachtens relevantere Zahl) minus US-\$ 3,70 pro Aktie. Umsatz bei US-\$ 2,98 Mrd. – inklusive SolarCity.

Psychologisch belastend kam hinzu, dass die Produktion des so wichtigen *Model 3* alles andere als im Plan liegt: Wir sprechen von ein paar hundert gefertigten Exemplaren (260 Stück). Es wird noch längere Zeit benötigen, hier auch nur annähernd an die Prognosen und Zielvorgaben von Elon Musk heranzukommen. Das soll zum Ende des ersten Quartals 2018 losgehen. Nur: Diese Vorgaben werden erst einmal hohe Kapitalabflüsse im vierten beziehungsweise ersten Quartal 2018 auslösen, da massiv in die Produktionsanlagen investiert werden muss.

**WIEDER NEUE NEBELKERZEN** Die mediale Wirkung konnte nicht besser ausfallen, hat Tesla-Chef Elon Musk doch kürzlich neue Fahrzeugvarianten vorgestellt: einen Semi-Truck und einen Roadster. Nur werden diese noch einige Zeit benötigen, um überhaupt produziert werden zu können. Beim e-Truck – Walmart und DHL haben erste Bestellungen abgegeben – soll es im Jahr 2019 losgehen, beim Roadster (US-\$ 250.000) wohl eher ab dem Jahr 2020. Letzterer ist vorbestellbar – mit US-\$ 50.000 Anzahlung –, und es gilt als ausgemacht, dass sich da gut und gerne 1.000 bis 5.000 Tesla-Fans interessiert zeigen werden. Tesla kann sich dann freuen, würde allein dies doch gut US-\$ 250 Mio. auf die Firmenkonten pumpen – quasi als zinsloses Darlehen.

**OPTIMIST ODER PESSIMIST?** Die felsenfest vom Erfolg von Tesla überzeugten Anleger sehen das „Glas halbvoll“, bewerten die hohen Verluste als notwendige Investitionen in die Zukunft und setzen den hohen Kapitalabfluss als Voraussetzung für den Aufbau der Produktionsanlagen und die Batteriefabrik. Der ab 2018 von dieser Gruppe erwartete dramatische Umsatzanstieg und Ausblick auf hohe Gewinne in den folgenden Jahren wären die Basis dafür, das Unternehmen so hoch und noch viel höher bewerten zu lassen.

Auf der anderen Seite stehen die Pessimisten, die mit der hohen Zahl an Leerverkäufen (Short Sales, über 30 Mio. Stück) die Zukunft von Tesla alles andere als rosig sehen. Der permanent stark steigende Kapitalbedarf wie auch die Produktionsverzögerungen dienen dieser Gruppe als Argumen-

### MEGABATTERIE

Es sollte 100 Tage dauern, und so war es. Tesla hat das weltgrößte Lithium-Ionen-Batteriesystem in Südaustralien fertiggestellt – wegen einer Wette. Klar ist mir aber bislang nicht, über welchen Wert wir hier sprechen und wer die Batterie bezahlt. Als Meldung sicherlich gut, auch wenn es bei Tesla nur eine „Randerscheinung“ ist.

tationsbasis, schwarz zu sehen. Denn: Je schlechter die Unternehmenszahlen – auch steigende Umsätze gelten nicht als Ausgleich –, umso schwieriger wird es für Tesla, neues Kapital zu mobilisieren. Anders ausgedrückt: Die nächsten Kapitalerhöhungen könnten einen hohen Discount zum Börsenkurs bedeuten, da sich institutionelle Anleger hier ein Entgegenkommen erwarten. Das aber ist per se kein gutes Zeichen. Und: Tesla muss in den kommenden Jahren diverse Schulden refinanzieren – u. a. auch die von SolarCity. Da kann man zwar manches Asset durch Wertpapiere zu Geld machen (asset-backed securities), aber damit geht auch Substanz verloren.

**KURSRANGE: US-\$ 400 BIS 200** Ich halte es wie JP Morgan: Man kann sich bei der Aktie eine Kursspanne von 200 bis 400 US-\$ in den kommenden Monaten vorstellen. Es kann unterstellt werden, dass das vierte Quartal 2017 dem dritten Quartal in nichts nachstehen wird, was den Verlust angeht – eher wird dieser noch höher ausfallen. Prognosen, dass ein Quartalsverlust von über US-\$ 1 Mrd. auftreten könnte, halte ich für übertrieben, aber auch das ist nicht undenkbar, wenn Tesla seine Pläne und die damit verbundenen massiven Investitionen und daraus resultierenden Aufwendungen umsetzt. Denn dann fallen erst einmal hohe Kosten an.

Zudem gehe ich davon aus, dass weiteres Kapital besorgt werden muss, zumal neben der Batteriefabrik und der Produktion des *Model 3* ja nun noch hohe Investitionen anfallen, wenn Tesla den Semi-Truck und den Roadster produzieren will. Sehr hohe Lieferantenkredite im Milliardenbereich wollen auch bedient werden, und manche Schuld ist zeitlich begrenzt (z. B. Anleihen von SolarCity). Bei der Börsenbewertung sind mit über US-\$ 50 Mrd. meines Erachtens alle positiven Entwicklungen „eingespeist“. Dabei sollte nicht übersehen werden, dass derzeit viele neue Technologien entwickelt werden, was die Materialien wie auch die Struktur von Batterien angeht, wie es Toyota mit der „Solid State Battery“ zeigt. Last but not least wird die Brennstoffzelle in den kommenden Jahren der Elektromobilität neuen Wettbewerb bereiten. Tesla-Chef Musk beschreibt diese ja als „Fool Cell“ – vielleicht ist er selbst irgendwann dieser Fool? Who knows? Meine Prognose: eher 200 als 400. ||

### RISIKOHINWEIS

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

# GOLDGRÄBERSTIMMUNG IN CHINA

## Fuel Cell Industry Review von E4tech

Anfang Dezember ist der *Fuel Cell Industry Review 2017* mit Marktdaten und Analysen der Brennstoffzellenbranche veröffentlicht worden. Für die Erstellung dieses Reviews kontaktiert ein Team um E4tech seit 2014 weltweit Brennstoffzellenfirmen, aggregiert deren Lieferzahlen und ermöglicht so einen jährlichen unabhängigen Blick auf den Stand des H<sub>2</sub>- und BZ-Sektors. Im Folgenden werden einige Auszüge vorgestellt.

Der Brennstoffzellensektor wuchs auch 2017 weiter: Mit nahezu 700 MW wurden 30 % mehr Leistung ausgeliefert als noch 2016. In Stückzahlen gemessen betrug das Wachstum immerhin rund 15 %. In den letzten Monaten des Jahres wurden gefühlt fast schon täglich neue Projekte, Kooperationen und Industrieallianzen verlautbart. Womit es herausfordernder, aber auch spannender wurde, möglichst alle Entwicklungen des Jahres im jährlichen Bericht abzubilden.

Die vorläufigen Marktdaten für 2017 stützen sich auf tatsächlich ausgelieferte BZ-Systeme bis Oktober sowie auf Vorhersagen der einzelnen Firmen für die letzten Monate des Jahres. Wichtig zu erwähnen ist, dass im Transportbereich die Fahrzeuge, nicht jedoch die BZ-Module als System gezählt wurden.

Über 100 Firmen wurden im Rahmen der Industrieumfrage kontaktiert und die Rückläufe mit öffentlich zugänglichen Daten abgeglichen und, wo nötig, ergänzt. Abschließende Zahlen für 2017 sowie vorläufige Zahlen für 2018 werden wie gewohnt Ende des Jahres im nächsten *Fuel Cell Industry Review* veröffentlicht.

Aus Sicht der noch immer vergleichsweise kleinen Brennstoffzellenindustrie waren die Erfolgsmeldungen, insbesondere im Transportbereich, 2017 überaus positiv. Insgesamt wurden etwa 5.000 BZ-Fahrzeuge mehr als noch 2016 in der Statistik gezählt. Zusammengenommen sind Transportanwendungen um 50 % gewachsen (gemessen an der elektrischen Leistung) und tragen nun mit über 450 MW zur industrieweiten Leistungssumme bei.

Blickt man hingegen von außen auf die Branche, zeigt sich ein weiterhin durchmischtes Bild: Sehr viel mehr Firmen investieren sehr viel mehr Geld in batterieelektrische Fahrzeuge, welche in ganz anderen Größenordnungen abgesetzt werden als die weltweit gut 3.000 neuen BZ-Pkw aus 2017. Und obwohl sich zwischenzeitlich mehrere Industrieconsortien das Thema Wasserstoffmobilität auf die Fahnen geschrieben haben – das Hydrogen Council scheint hier besonders ambitioniert – gibt es, mit Ausnahme von Toyota, weiterhin nur recht bescheidene Pläne, die Stückzahlen bei Pkw in den kommenden Jahren hochzufahren.

Die Musik in der Branche spielte 2017 ganz klar in China. Dort ist die Erkenntnis gereift, dass batterieelektrische Fahrzeuge kaum die alleinige Lösung für die Emissionsproblematik des Transportsektors darstellen können. Seit 2016 gelten dort die wohl weltweit attraktivsten Fördersätze für verschiedene Brennstoffzellenfahrzeugklassen. Dies hat quasi über Nacht einen Boom bei 7,5-t-Lkw und Bussen ausgelöst, in welchen nun Batterie und Brennstoffzelle kombiniert werden. Die Stückzahlen wachsen Monat für Monat rasant, da mehr und mehr Fabriken eröffnet werden. In diesen wird momentan noch vornehmlich importierte BZ-Technologie

aus Nordamerika im Rahmen diverser Kooperationsvereinbarungen assembliert, um dann von spezialisierten chinesischen Unternehmen in die Fahrzeuge integriert zu werden.

In die vorläufigen Summen für 2017 sind rund 2.500 neue BZ-Fahrzeuge in China eingegangen. Viele davon sind noch nicht im täglichen Betrieb, da Regularien und die sehr wenigen Wasserstofftankstellen noch Hürden darstellen. Das Inventar an Stacks und Modulen, die in den dargestellten Summen nicht berücksichtigt sind, lassen für 2018 auf einen weiter stark wachsenden BZ-Fahrzeugmarkt in China schließen.

Schwerlastanwendungen gewannen auch außerhalb von China, und zwar insbesondere in Europa und Nordamerika, an Bedeutung. Auch wenn dort die Stückzahlen nicht so rasant wie in China wachsen, ist die Tatsache, dass viele der Vorhaben seitens der Industrie beziehungsweise durch Anwender angestoßen wurden, vielversprechend, da sie nicht in erster Linie staatlichen Förderaufrufen folgten.

Betrachtet man die Verteilung der gesamten BZ-Absatzmärkte, so stellt sich auf den ersten Blick ein bekanntes Schema ein: Asien führt klar mit einem Anteil von 80 % bei der Zahl der ausgelieferten Systeme, was nach wie vor durch das Ene-farm Programm für Kleinst-KWK getrieben ist. Allerdings hat sich hier der Anteil von SOFC stark erhöht, was auch mit dem Ausscheiden von Toshiba als Akteur in diesem Feld zu tun hat (s. auch S. 53). Kleine Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen für kommerzielle Anwender im Leistungsbereich von einigen Kilowatt werden momentan von mehreren Firmen in Japan in den Markt gebracht – unterstützt von einer Förderung, die seit April 2017 verfügbar ist. Wesentlichen Einfluss auf die Absatzzahlen werden hiervon ab 2018 erwartet.

Auch bei der in Megawatt gemessenen BZ-Leistung hat sich ein scheinbar bekannter Trend fortgesetzt: So liefern sich Asien und Nordamerika wie in den Vorjahren ein Kopf-an-Kopf-Rennen und teilen sich hier 95 % des weltweiten Markts (670 MW). Eine Detailebene tiefer zeigen sich jedoch durchaus bedeutende Veränderungen für 2017: In Asien haben sich die Marktanteile nach Anwendungen und Ländern verschoben. Zum einen setzten Toyota, Honda und Hyundai dort zusammen nur etwa 1.000 Pkw ab, während dies 2016 noch um die 1.500 waren. Diese Firmen haben sich 2017 offensichtlich mehr darum bemüht, Fahrzeuge in die USA und hier insbesondere nach Kalifornien zu bekommen. Zum anderen sind die Zahlen im Transportsegment trotzdem auch in Asien gestiegen, was mit den geschilderten Entwicklungen in China zusammenhängt. Zugleich wurden aber etwas weniger große stationäre Systeme insbesondere in Südkorea abgesetzt. Dies dürfte voraussichtlich eine vorübergehende Erscheinung sein, die durch die Mitte des Jahres bei Doosan in Südkorea in Betrieb gegangene neue Fabrik für Phosphorsäure-Systeme (PAFC) 2018 bereits wieder ausgeglichen sein könnte.

In Nordamerika ist der Absatz von großen stationären Anlagen im niedrig zweistelligen Prozentbereich weiter gestiegen. Da von den asiatischen Automobilherstellern fast 2.000 BZ-Pkw, und damit deutlich mehr als im Vorjahr, in den USA ausgeliefert wurden, ist die Megawattsumme für diese Weltregion weiter stark gestiegen. Nicht zu vernachlässigen ist dabei auch der Beitrag von Plug Power, denn im

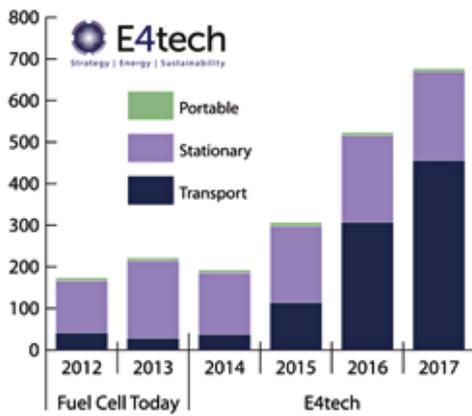


Abb. 1: Jährlich ausgelieferte BZ-Leistung nach Anwendungsart 2012 bis 2017 (Megawatt)

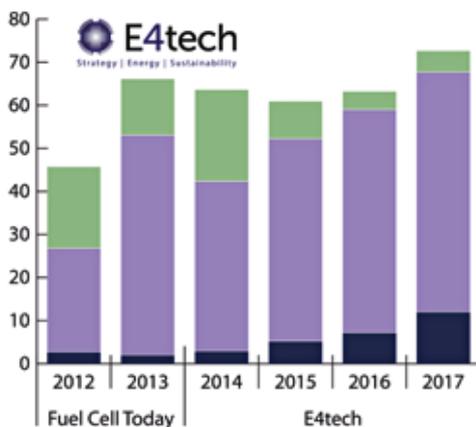


Abb. 2: Jährlich ausgelieferte Stückzahlen nach Anwendungsart 2012 bis 2017 (1.000 Stück)

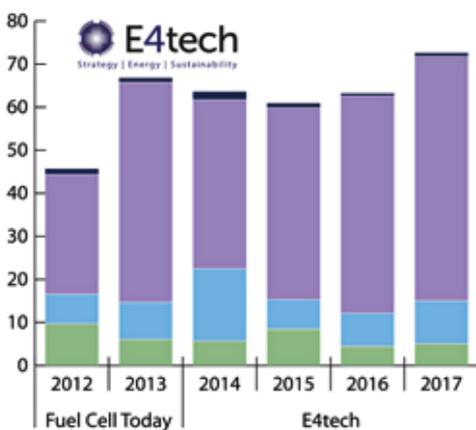


Abb. 3: Jährlich ausgelieferte Stückzahlen nach Marktregion 2012 bis 2017 (1.000 Stück)

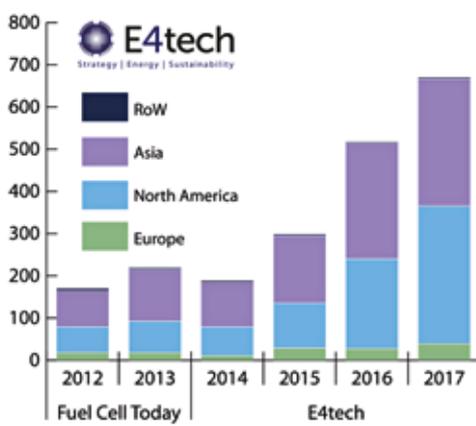


Abb. 4: Jährlich ausgelieferte BZ-Leistung nach Marktregion 2012 bis 2017 (Megawatt)

Intralogistikbereich gab es 2017 besonders satte Zuwächse, jedoch weiterhin fast ausschließlich in Nordamerika.

Europa ist nach wie vor ein vergleichsweise überschaubarer Markt, allerdings ist dieser auf niedrigem Niveau 2017 spürbar gewachsen. So wurden etwa 40 % mehr Megawatt gezählt – vornehmlich durch etwa 300 BZ-Pkw der asiatischen Anbieter, was immerhin 50 % über dem Vorjahreswert liegt. Trotz der Bemühungen im Ausbau der Tankstelleninfrastruktur hinkt Europa bei der Zahl an Pkw auf der Straße weiterhin Japan und Kalifornien deutlich hinterher. Dafür hat Europa bei anderen Anwendungen auf sich aufmerksam gemacht: Die Wasserstoff-Züge von Alstom haben weit über Deutschland hinaus Impulse gesetzt, um Brennstoffzellen auch im Bahnbereich zu etablieren.

Mehrere Aktivitäten und Vorhaben mit BZ-Lkw für Logistik und Handelsketten tragen ebenso zu einem positiven Ausblick bei wie der Einsatz von Brennstoffzellentechnologie auf Schiffen; dort mittlerweile nicht mehr nur für die Bordstromversorgung, sondern auch zu Antriebszwecken. All diese spannenden Entwicklungen trugen 2017 allerdings noch vergleichsweise wenig zu den Stückzahlen bei. Diese sind aber dank etwa 1.500 neuer Systeme im Rahmen des KfW433-Programms in Deutschland sowie der letzten Runde des europäischen Enfield-Projekts ebenfalls gestiegen.

Die detaillierten, aber durchaus positiven Marktzahlen einmal beiseitegelassen, wurde 2017 deutlich, dass das Konzept, grünen Wasserstoff mittels immer günstigerem Strom aus Wind und Sonne im großen Stil verfügbar zu machen, entscheiden an Bedeutung gewonnen hat. In bislang ungekannter Weise ist es ganz oben auf der Agenda von Entscheidungsträgern in Wirtschaft und Politik angelangt. Brennstoffzellen fügen sich in dieses Konzept als sauberes Bindeglied einer emissionsfreien Umwandlung von Wasserstoff in nutzbare Energie ein.

Die mittel- und langfristigen Treiber, die diese Vision unterstützen, erscheinen aber fundamental genug, um auch tatsächlich Bestand zu haben. Kurzfristig bleibt indes die Herausforderung, sich Stück für Stück am Markt behaupten zu müssen, für die BZ-Technologie und die hinter ihr stehenden Akteure bestehen. ||

Gesamtbericht mit Lieferzahlen, Datentabellen, Analysen und Kommentaren zu firmenspezifischen Entwicklungen als kostenloses Download: [www.FuelCellIndustryReview.com](http://www.FuelCellIndustryReview.com)

#### Literatur:

□ D. Hart, F. Lehner, R. Rose, J. Lewis, M. Klippenstein; The Fuel Cell Industry Review 2017. Dez. 2017

#### Autoren:



Franz Lehner  
→ [franz.lehner@e4tech.com](mailto:franz.lehner@e4tech.com)



David Hart  
→ [david.hart@e4tech.com](mailto:david.hart@e4tech.com)

beide E4tech, Lausanne/Schweiz

# NORWEGEN SETZT AUF MARITIME ANWENDUNGEN

## Brennstoffzelleneinsatz im Land der Fjorde



Abb. 1: Geplante Personen-Schnellfähre im Nahverkehr von Florøe

Eine der wichtigsten Säulen der norwegischen Wirtschaft ist neben der Mineralöl- und Erdgasindustrie der maritime Sektor, wobei in Norwegen beide Industrien eng miteinander verbunden sind. Neben dem Bau, der technischen Ausrüstung und der Wartung von Förderplattformen werden für deren Montage und Verankerung auf dem Meeresboden entlang der norwegischen Küste hochspezialisierte Schiffe und Unterwassergeräte eingesetzt. Darüber hinaus verfügt das skandinavische Land über eine der größten Handelsschiffsflotten der Welt und wickelt einen großen Teil seines öffentlichen Transports zu Wasser mit Auto- und Passagierfähren ab – sei es zu seinen Nachbarländern, entlang der norwegischen Fjordküste oder zwischen den vielen Inseln. Treibstoff ist standardmäßig immer noch der Diesel mit entsprechenden Auswirkungen auf Umwelt und Klima.

Die Regierung Norwegens sowie führende Unternehmen des Landes setzen sich seit Anfang der 2000er Jahre für den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft insbesondere im Verkehrssektor ein. Bereits 2006 wurde in Stavanger die erste öffentliche H<sub>2</sub>-Station eröffnet. Sie sollte der Auftakt für ein H<sub>2</sub>-Tankstellennetz für Brennstoffzellenfahrzeuge werden, um Stavanger im Süden Norwegens mit Oslo zu verbinden.

**NORWEGEN WAR WASSERSTOFFPIONIER** Von der ursprünglichen Idee eines „Hydrogen Highways“ ist faktisch nur ein kleines Netz mit einer Handvoll Stationen rund um die Hauptstadt übriggeblieben. Es waren nicht nur – wie überall – die angekündigten Brennstoffzellenfahrzeuge ausgeblieben. Auch führende norwegische Unternehmen wie Statoil und Norsk Hydro, die ursprünglich die treibenden Kräfte beim Wasserstoff waren, zogen sich nach ihrem Merger im Jahr 2007 nach und nach aus der Zukunftstechnologie zurück. Zuletzt wurde 2011 das Elektrolysegeschäft an NEL Hydrogen abgegeben – seitdem einer der erfahrensten Anbieter von H<sub>2</sub>-Systemlösungen.

Auch die norwegische Regierung, die mit der Präsentation einer eigenen Wasserstoffstrategie im Jahr 2005 und der Einberufung eines Beratergremiums die Technologie damals unterstützte, nahm das Thema in den Folgejahren von der Prioritätenliste herunter. Zudem sorgte 2012 die Änderung des regulatorischen Rahmens zur Etablierung einer klimafreundlichen und nachhaltigen Mobilität für einen Boom bei batterieelektrischen Fahrzeugen.

Norwegen ist gegenwärtig eine der führenden Nationen bei der Elektromobilität. In keinem anderen Land gibt es pro Kopf mehr Elektroautos. Bei den Neuzulassungen hat mittlerweile mehr als jedes dritte Fahrzeug einen Elektromotor. Dieses anhaltende Wachstum hat auf beeindruckende Art und Weise vorerst die Einführung einer Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in der Straßenmobilität scheinbar überflüssig gemacht.

Im vorletzten Jahr aber hat die Regierung nach intensiver Lobbyarbeit durch das Norwegische Wasserstoff Forum (NHF) und dessen Mitglieder Wasserstoff wieder ins Weißbuch zur norwegischen Energieversorgung aufgenommen. Auch die sich abzeichnenden Folgen der Anpassung des regulatorischen Rahmens beim Klimaschutz und beim Ausbau der erneuerbaren Energien (Stromüberschüsse und Netzengpässe) dürften mit ein Grund dafür gewesen sein, warum Wasserstoff in Norwegen wieder in den Mittelpunkt politischer Diskussionen geraten ist. Die norwegischen Wasserstoff- und Brennstoffzellenfirmen sind jedenfalls bereit. Um den Anschluss nicht zu verlieren, hatten sich viele in den letzten Jahren stark in den europäischen Förderprojekten des FCH JU und in internationalen Gremien engagiert.

**HERAUSFORDERUNG BESONDERER ART** Anders als viele andere Länder muss Norwegen allerdings die erneuerbaren Energien nicht erst für sich entdecken: Norwegens Energieversorgung basiert längst zu großen Teilen auf regenerativen Quellen. Das Land erzeugt heute nahezu 100 Prozent seines Stroms aus Wasserkraft und produziert je nach Tages- und Jahreszeit erhebliche Stromüberschüsse (rund 10 TWh jährlich). Und obwohl das nordeuropäische Land beim Aufbau und Ausbau seines Stromnetzes von Anfang an die Netzanbindung und den Stromaustausch mit seinen Nachbarländern Schweden, Dänemark, Finnland und Russland berücksichtigt hat, stößt das Übertragungsnetz immer häufiger an seine Grenzen.

Der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten norwegischen Energieverbrauch wird im Rahmen der Umsetzung der europäischen Renewable Energy Directive (RED) von 61 Prozent im Jahr 2010 auf 67,5 Prozent bis 2020 steigen. Dies bedeutet, dass auch die Stromüberschüsse in Norwegen anwachsen und die Strompreise weiter unter Druck geraten werden. In diesem Zusammenhang wird Wasserstoff in Norwegen nun als Energiespeicher zur Flexibilisierung des Energiesystems betrachtet. Seine Verwendung als Kraftstoff in der Mobilität ist dabei ein logischer Teil der Diskussion.



Abb. 2: H<sub>2</sub>-Technik an Bord der Fähre [Quellen: Broedrene Aa]

Die großen Mengen Wasserstoff, die in Norwegen regenerativ mittels Elektrolyse erzeugt werden könnten, haben verschiedene Akteure auf den Plan gerufen, da sich neue Exportchancen eröffnen könnten. Zudem hat Norwegens maritime Industrie erkannt, dass sie mit Wasserstoff als Schiffstreibstoff ihre Emissionen deutlich senken könnte. Zwar hat man sich im internationalen Schiffsverkehr vorerst auf LNG (Flüssiggas) als zukünftigen Treibstoff geeinigt, da dieser gegenüber Diesel deutlich klimafreundlicher ist. Das Land könnte aber auch Wasserstoff nutzen, um die Emissionen der national und regional agierenden Schiffsflotten gänzlich auf null zu senken. Hier stehen insbesondere die Segmente der Auto- und Passagierfähren, die als sogenannte Wasserbusse operierenden Expressfähren sowie große Ausflugsboote im Tourismusbereich im Fokus.

**PROJEKT H<sub>2</sub>-PERSONENSCHNELLFÄHRE** 2015 ging die erste rein batterieelektrisch betriebene Fähre *B/F Ampere* auf dem Sognefjord zwischen Lavik und Oppeda in den Einsatz. Letztes Jahr wurde mit der *Vision of The Fjord* ein Ausflugsschiff mit Hybridantrieb präsentiert, das auf dem Naeroyfjord größtenteils elektrisch unterwegs ist. Inzwischen ist den Beteiligten klar, dass es weiterer Lösungen bedarf, um in Zukunft längere Strecken elektrisch zurücklegen zu können und um auch leistungsstärkeren Schiffen einen rein elektrischen Betrieb zu ermöglichen. Deswegen wird bei batterieelektrischen Fähren jetzt der Einsatz von BZ-Range-Extendern untersucht.

Im Segment der Personenschnellfähren wurde ein erster Prototyp mit Brennstoffzellenantrieb konzipiert, der in den kommenden Jahren aufgebaut wird und 2021 in Betrieb gehen soll. Das Schiff wird eine Länge von 30 Metern haben und ist für bis zu 100 Passagiere ausgelegt. Ausschlaggebend für das Projekt war das große Potenzial, Dieselkraftstoff und damit Emissionen einzusparen.

Ein rein batterieelektrischer Antrieb fiel aufgrund der Leistungsanforderungen der Schnellfähre (ca. 1.500 kW) und des täglichen Streckenumlaufs aus (115 nautische Meilen – 213 km). Zudem wollte man den Effizienzvorteilen eines Schiffes aus Karbon nicht mit dem hohen Gewicht der Batterien entgegenwirken. Die geplante H<sub>2</sub>-Schnellfähre soll eine dieselbetriebene Fähre ersetzen, die aktuell jährlich rund eine halbe Million Liter Dieselkraftstoff verbraucht.

Um den Wasserstoffbedarf der Fähre decken zu können, wird mit Unterstützung der Kommunalverwaltung in Floroe ein Elektrolyseur und eine eigene Tankstelle mit entsprechenden Kapazitäten aufgebaut. Der für den Elektrolyseurbetrieb notwendige Strom ist ausreichend vorhanden:

Von den knapp 16 TWh Strom, die im Regierungsbezirk mit Wasser- und Windkraft erzeugt werden, stehen heute über 8 TWh als Überschuss zur Verfügung. Da der Aufbau der kompletten Infrastruktur aber am derzeitigen städtischen Anleger für die Schnellfähren nicht möglich ist, wird die gesamte erforderliche Anlage auf einer gegenüberliegenden Insel, die dafür extra vergrößert wird, errichtet.

Das großangelegte Projekt wird durch die Regionalregierung und die beteiligten Kommunen gefördert. Koordiniert von der Kommunalverwaltung in Floroe haben sich dafür drei regionale Unternehmen zusammengeschlossen: der auf Karbon-Schnellfähren spezialisierte Hersteller Broedrene Aa in Hyen, der Bootsantriebshersteller Mancraft in Bergen sowie das Nahverkehrsunternehmen Skyssbat, das die Schnellfähre rund um Floroe ab 2021 betreiben wird.

Floroe liegt im Regierungsbezirk Sogn og Fjordane im Westen des Landes. In diesem Bezirk liegt auch Norwegens größter Fjord, der Sognefjord. 55 Prozent der Emissionen des öffentlichen Nahverkehrs stammen in diesem Bezirk von Schiffen. Schnellfähren mit einer Reisegeschwindigkeit von bis zu 30 Knoten (ca. 55 km/h) sind in der Region ein wichtiges Verkehrsmittel. Sie verbinden nicht nur die bewohnten Inseln (Schären) vor der Küste mit dem Festland. Mit ihnen lassen sich auch die Städte und Gemeinden entlang der Küste und des Fjords sehr viel schneller erreichen als mit Autos und Überlandbussen. Der Regionalregierung geht aber nicht nur um die technische Machbarkeit und um die Demonstration. Vielmehr soll im Rahmen der Projekte auch untersucht werden, wie die Wertschöpfung aussieht und wo neue Potentiale gehoben werden können. ||



Wasserstoff-Kompetenz-Zentrum




**ANWENDERZENTRUM  
H2HERTEN**

- Erstes Technologiezentrum für Firmen der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik
- Büroräume und Technika
- Integrierte Wasserstoffversorgung
- H<sub>2</sub>-basiertes Energiekomplementärsystem
- Meetingräume inkl. Präsentationstechnik

**Kontakt:**  
[info@h2herten.de](mailto:info@h2herten.de)  
[www.h2herten.de](http://www.h2herten.de)

# STEUERPLÄNE VERUNSICHERN BZ-BRANCHE

## USA-Update von Bob Rose

Der Trend der Trump-Regierung in Richtung fossiler Energieträger hat sich im vierten Quartal nochmals verstärkt. Das Energieministerium schlug beispielsweise vor, dass konventionelle Kraftwerke einen garantierten Strompreis erhalten sollen, um darüber die Grundlastabsicherung gewährleisten zu können. Die Environmental Protection Agency (EPA) setzt sich zudem dafür ein, den Clean Power Plan zu überarbeiten und möglicherweise zu streichen. Der Clean Power Plan war aufgelegt worden, um die von den USA im Übereinkommen von Paris zugesagten CO<sub>2</sub>-Reduzierungen zu erreichen. Außerdem will die Regierung Kraftstoffverbrauchsregelungen für den Zeitraum 2021 bis 2025 zurücknehmen.

US-Präsident Donald Trump machte Anfang Dezember damit Schlagzeilen, dass er fast zwei Millionen Morgen staatlicher Nationalparks in Utah freigab, um dort eine Öl- und Gasförderung zu ermöglichen. Kurz zuvor hatte die Regierung zudem vorgeschlagen, einen Zoll auf chinesische Solarzellen und Solarpanels einzuführen, der zwischen 30 und 35 % liegen soll, was die Kosten für kleine und große Solaranlagen in die Höhe treiben würde.

Die Symbolik dieser Maßnahmen ist bezeichnend, auch wenn es unwahrscheinlich ist, dass diese oder andere Schritte erhebliche Auswirkungen auf den Energiemix in den USA haben, selbst wenn alle Änderungen umgesetzt werden. Im Hintergrund sind sehr viel größere Kräfte am Wirken, insbesondere das Überangebot an kostengünstigem Erdgas und die zunehmend wettbewerbsfähig werdenden erneuerbaren Energien – trotz etwaiger Zölle.

Im Mobilitätssektor wird der Standard derzeit durch den Bundesstaat Kalifornien gesetzt, da der Sonnenstaat die Befugnis hat, seine eigenen Emissionsvorschriften für Fahrzeuge festzulegen. Auch wenn die Details kompliziert und durchaus diskussionswürdig sind, hat Kalifornien seine Emissionsgrenzwerte weiter verschärft, um den Kraftstoffverbrauch weiter zu reduzieren. Es hat zwar bereits Gerüchte über eine Aufhebung der kalifornischen Autorität gegeben, aber bislang sind noch keine ernsthaften Bemühungen erkennbar.

All dies ist aus zwei Gründen wichtig für Brennstoffzellen: Die strikten Fahrzeugstandards in Kalifornien treiben den Einsatz von Brennstoffzellenfahrzeugen voran, und alle CO<sub>2</sub>-reduzierenden Vorschriften oder Anreize haben zumindest das Potenzial, die Einführung von BZ-Energieversorgungssystemen zu fördern.

Ein noch stärkerer Einfluss auf die Entwicklung der Brennstoffzellen kommt dem DoE-Forschungsbudget für BZ- und H<sub>2</sub>-Anwendungen zu. Wie wir bereits berichtet haben, hat die Regierung vorgeschlagen, die Ausgaben von 102 Mio. US-\$ im Geschäftsjahr 2017 für 2018 auf 45 Mio. US-\$ und den Etat für SOFC-Forschung von 30 Mio. US-\$ auf 2 Mio. US-\$ zu senken. Zumindest einige dieser Kürzungen werden voraussichtlich wieder zurückgenommen, aber die endgültige Entscheidung ist verknüpft mit einer größeren Debatte über Bundesausgaben, Einwanderungspolitik und andere Angelegenheiten. Die Probleme werden daher möglicherweise erst im Laufe des Jahres gelöst. Die SOFC-Branche wird wahrscheinlich nochmals Glück haben, aber im Mobilitätssektor wird wohl eine Kürzung von mindestens fünfzehn Prozent oder mehr erfolgen.

**INVESTMENT TAX CREDITS** Währenddessen wurden bei den Bemühungen zur Wiederherstellung der Steuervergünstigungen für Unternehmensinvestitionen in Brennstoffzellen und andere Technologien im Erneuerbare-Energien-Sektor Fortschritte erzielt. Die Zugeständnisse, die Ende 2016 ausgedauert waren, wurden in das neue auf fünf Jahre angelegte Steuerprogramm aufgenommen, das vom Repräsentantenhaus genehmigt wurde. Allerdings gab es keine entsprechende Vorgabe für den Senat, weshalb sich zunächst beide Gremien einigen müssen, um eine endgültige Genehmigung noch vor 2018 realisieren zu können. Es wurde über eine Finanzsumme in Höhe von 1 Mrd. US-\$ diskutiert, weshalb eine endgültige Genehmigung nicht garantiert, aber wahrscheinlich ist.

Verschiedene Brennstoffzellenfirmen hatten indes in Aussicht gestellt, dass der ursprünglich geplante Rückbau der Investment Tax Credits (ITC) auch einen Rückschlag für ihre Geschäfte bedeuten würde. Bloom Energy teilte dem Bundesstaat Delaware Ende Oktober mit, die Steuerpläne „ersticken Blooms Wachstum“ und hätten „negative Auswirkungen auf unsere Wachstumspläne“. Bloom hatte 2012 im Rahmen einer Finanzhilfevereinbarung versprochen, 900 Arbeitsplätze in Delaware im Gegenzug für staatliche Zuschüsse, bestimmte Einkommensgarantien, mietfreie Einrichtungen und andere Verlockungen zu schaffen. Nun berichtete der Brennstoffzellenhersteller von nur 302 Arbeitskräften. 1,5 Mio. Dollar der Zuwendungen gab das Unternehmen an den Staat zurück.

FuelCell Energy und Plug Power wären ebenfalls betroffen, da die Käufer derer Systeme den Steuerkredit bislang für Gabelstapler und Kraftwerke in Anspruch nehmen konnten. Beide Firmen unternahmen bereits Schritte, um potentielle negative Auswirkungen zu verringern: FuelCell Energy geht zu einem neuen Geschäftsmodell mit Stromabnahmeverträgen über, bei dem den Aktionären mitgeteilt wird, dass diese mit einem solchen Ansatz mehr Geld verdienen können als mit dem Verkauf der Einheiten.

Wie bereits berichtet (s. HZwei-Heft Okt. 2017) schloss Plug Power indes mit Wal-Mart und Home Depot Kaufver-



Abb. 1: Werbung von ExxonMobil und FuelCell Energy [Quelle: ExxonMobil]

träge über Swap-Verkäufe für Aktien-Warrants ab. Die erste Rechnung für diese Vereinbarung wurde im letzten Quartal fällig: Plug reduzierte den Umsatz um 26,1 Mio. US-\$ und warnte die Anleger im November vor noch viel mehr Einbußen.

**BZ-BUSSE IM DEMO-MODUS** Die langjährigen Anstrengungen Kaliforniens, Brennstoffzellen für Busse zu fördern, scheinen sich zumindest auf bescheidene Weise zu bewähren. Das Energieministerium (DoE) berichtete im November 2017, dass sich die BZ-Busflotte im Sonnenstaat in den nächsten ein bis zwei Jahren mehr als verdoppeln wird. Vier kalifornische Verkehrsunternehmen betrieben im Jahr 2017 insgesamt 19 Busse. Zwei Betreiber wollen insgesamt 33 weitere Einheiten hinzufügen. Die Busflotte in Ohio wird von fünf auf zwölf erweitert, während drei andere Verkehrsunternehmen jeweils einen Bus einsetzen wollen. Dies würde die Gesamtzahl der in den USA betriebenen BZ-Busse auf 48 erhöhen.

Während Kalifornien regulatorische Anreize gesetzt hat und finanzielle Unterstützung für Demonstrationsprojekte anbietet, haben die meisten US-amerikanischen Städte und Bundesstaaten noch keine nennenswerte Unterstützung eingeführt. Trotz jahrzehntelanger Bemühungen und technischen Fortschritts sind Brennstoffzellenbusse in den USA immer noch im Demonstrationsmodus.

Währenddessen betreibt ExxonMobil mittlerweile im Rahmen seiner Forschungspartnerschaft mit FuelCell Energy aktiv TV-Werbung zur besten Sendezeit, um eine kostengünstige CO<sub>2</sub>-Abscheidungstechnologie für die Stromerzeugung zu entwickeln. ExxonMobil verfolgt die Brennstoffzellentechnik seit vielen Jahren, obwohl ihre jüngste Stellungnahme lautete, dass kohlenstoffhaltige Brennstoffe noch für lange Zeit eine wichtige Bedeutung beibehalten würden. Mit dem neuen verstärkten Engagement Shells im kalifornischen H<sub>2</sub>-Markt scheint nun bei Exxon eine Neubewertung erfolgt zu sein. ||

→ <https://www.youtube.com/watch?v=9i41P68Yg0I>

Thema: International | Autor: Robert „Bob“ Rose |

## FORCIERUNG DER SOFC-TECHNOLOGIE

### Japan-Update von Bob Rose



Abb. 1: Hama-Wind-Windkraftanlage in Yokohama [Quelle: Toyota]

Der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft gehört zu Japans Erfolgsgeschichten, trotz hoher Kosten und noch fehlender Nachfrage. Deswegen konzentriert sich das Land jetzt auf Kostensenkungen. Im Juni 2017 wurden dafür wesentliche Änderungen im Regulierungsrahmen zur Errichtung von H<sub>2</sub>-Stationen beschlossen, die bislang als Industrieanlagen angesehen wurden. Die neuen Vorschriften regeln jetzt alle Fragen rund um Sicherheitsprüfungen, Qualitätskontrollen, unbeaufsichtigten Betrieb und eine Vielzahl anderer technischer Themen.

Die durchschnittlichen Stationskosten beliefen sich bisher auf 2,7 Mio. Euro, die Betriebskosten auf 0,3 Mio. Euro, was zu einem großen Teil auf das bisherige strenge Regulierungssystem zurückzuführen war. Das Ziel ist jetzt eine Reduktion um etwa 50 %, unter anderem über neue Rahmenbedingungen, Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, besseren Informationsaustausch, Design-Standardisierung und weitere Maßnahmen.

Die andere Erfolgsstory im Land ist – zumindest bis jetzt – ENE-FARM, das Kooperationsprogramm zur Vermarktung von Brennstoffzellen in Wohngebäuden. Mehr als 220.000 Einheiten wurden seit seinem Start im Jahr 2009 installiert. Der Preis für PEM-Einheiten wurde um zwei Drittel auf etwas mehr als 7.500 Euro gesenkt. Der Zielwert liegt bei 6.000 Euro. Dazu prüft die Regierung nun weitere Möglichkeiten, die Akzeptanz in Mehrfamilienwohneinheiten zu verbessern, wo bislang nur eine Handvoll Einheiten installiert wurde. Etwa 40 % der japanischen Häuser sind Mehrfamiliengebäude.

Ein überraschendes Phänomen war der Zuwachs bei den SOFC-Einheiten im ENE-FARM-Mix: Mehr als zehn Prozent der installierten Einheiten sind mittlerweile Festoxidbrennstoffzellen. Obwohl die Hochtemperaturtechnologie eine höhere elektrische Effizienz aufweist, hatte sie zuletzt mit Kosten- und Haltbarkeitsproblemen zu kämpfen. Inzwischen hat sie aber eine Haltbarkeit von zehn Jahren erreicht, wobei die Kosten für SOFC-Einheiten sinken: Nach Schätzungen der Regierung sind sie seit 2011 um etwa die Hälfte zurückgegangen, wobei eine weitere Reduzierung um 30 % erforderlich ist, um die Regierungsziele zu erreichen.

Toshiba hat währenddessen im Jahr 2017 beschlossen, seine PEM-Geräte nicht mehr anzubieten, was einen merklichen Rückschlag für das Programm darstellt. Aber das Unternehmen hat in Japan mit dem Bankrott seiner Kernkraftabteilung zu kämpfen. Dadurch bleiben in ENE-FARM zumindest temporär nur ein PEM- und ein SOFC-Anbieter übrig.

Einige weitere Unternehmen entwickeln allerdings derzeit mit staatlicher Unterstützung SOFC-Einheiten für kleine und mittlere kommerzielle Anwendungen. Einheiten mit 3 bis 250 kW wurden getestet oder sind in der Entwicklung. Erste Systeme werden bereits angeboten. Dies scheint die neue Marschrichtung für Brennstoffzellen in Japan zu sein.

Japans Haushaltsentwurf für das Geschäftsjahr 2018 sieht eine Weiterführung der Aktivitäten von 2017 vor. ||

---



---

**TERMINKALENDER**
**JANUAR****16.-17.01. Qualifizierung von Materialien und Komponenten im BZ-System**

Workshop, Duisburg, ZBT,  
Tel. 0203-7598-0,  
[www.zbt-duisburg.de](http://www.zbt-duisburg.de)

**22.-23.01. Kraftstoffe der Zukunft**

Kongress, Berlin, BBE & UFOP,  
Tel. 0228-81002-22, Fax -58,  
[www.kraftstoffe-der-zukunft.com](http://www.kraftstoffe-der-zukunft.com)

**24.-25.01. Hydrogen & Fuel Cells Energy Summit**

Kongress, Brüssel/Belgien, ACI,  
Tel. +48-616-467047,  
[www.wplgroup.com/aci/](http://www.wplgroup.com/aci/)

**31.01.-01.02. Energy Storage**

Konferenz, Köln, ACI,  
Tel. +44-20-31410621,  
[www.wplgroup.com/aci/](http://www.wplgroup.com/aci/)

**31.01.-01.02. El-motion**

Konferenz, Wien, Feierl-Herzele,  
Fax +43-(0)2236710417,  
[www.elmotion.at](http://www.elmotion.at)

**FEBRUAR****06.-08.02. E-world energy & water**

Messe, Essen, E-world energy & water,  
Tel. 0201-1022-210, Fax -333,  
[www.e-world-essen.com](http://www.e-world-essen.com)

**11.-16.02. Latsis Symposium Hydrogen & Energy**

Symposium, Lausanne/Schweiz, EPFL,  
Tel. +41-21-6958222,  
[www.hesymposium.ch](http://www.hesymposium.ch)

**26.-27.02. Elektromobilität vor Ort**

Konferenz, Leipzig, NOW,  
Tel. 030-3116116-15,  
[www.now-gmbh.de](http://www.now-gmbh.de)

**27.-28.02. Zulassung – Zertifizierung – Normung**

Workshop, Freiburg, Fraunhofer ISE,  
Tel. 0761-4-5880, Fax -791444,  
[www.ise.fraunhofer.de](http://www.ise.fraunhofer.de)

**28.02.-02.03. FC Expo & Battery Japan**

Messe, Tokio/Japan,  
Reed Exhibitions Japan Ltd.,  
Tel. +81-3-334985-76, Fax -35,  
[www.fcexpo.jp/en/](http://www.fcexpo.jp/en/)

**MÄRZ****06.-09.03. SHK**

Messe, Essen, Messe Essen,  
Tel. 0201-7244-0, Fax -248,  
[www.shkessen.de](http://www.shkessen.de)

**07.-08.03. DBI-Fachforum Wasserstoff & Brennstoffzellen**

Konferenz, Mainz, DBI,  
Tel. 0341-24571-29, Fax -37,  
[www.dbi-gti.de](http://www.dbi-gti.de)

**13.-15.03. IRES – Speicherung Erneuerbarer Energien**

Konferenz, Düsseldorf, Eurosolar,  
Tel. 0228-36-2373, Fax -1279,  
[www.eurosolar.org](http://www.eurosolar.org)

**13.-15.03. Energy Storage Europe**

Konferenz & Messe, Düsseldorf,  
Messe Düsseldorf,  
Tel. 0211-4560-01, Fax -900,  
[www.energy-storage-online.de](http://www.energy-storage-online.de)

**13.03. Hydrogen & Fuel Cells – Gearing up for Commercialisation**

Konferenz, Birmingham/UK,  
Climate Change Solutions,  
Tel. +44-2476-21-774-6, Fax -6,  
[www.climate-change-solutions.co.uk](http://www.climate-change-solutions.co.uk)

**14.03. Hydrogen & Fuel Cells Technical Conference**

Konferenz, Birmingham/UK,  
University of Birmingham,  
Tel. +44-121-7804141,  
[www.fch2.co.uk](http://www.fch2.co.uk)

**14.03. EEVConvention**

Konferenz, Genf/Schweiz, Electri-city.  
mobi, Tel. +32-477-3648-16,  
[www.eevc.eu](http://www.eevc.eu)

**14.-16.03. European Hydrogen Energy Conference (EHEC)**

Konferenz, Málaga/Spain, AeH2,  
Tel. +34-91-8045372, [www.ehec.info](http://www.ehec.info)

**17.-18.03. Energiemesse element e**

Messe, Hirschaid, element-e group,  
Tel. 09543-4425900, Fax -850382,  
[www.energiemesse.element-e.eu](http://www.energiemesse.element-e.eu)

**21.-25.03. eMobility world**

Messe, Friedrichshafen,  
Messe Friedrichshafen,  
Tel. 07541-708-376, Fax -2376,  
[www.e-mobility-world.de](http://www.e-mobility-world.de)

**26.-29.03. International Battery Seminar & Exhibit**

Konferenz & Messe, Fort Lauderdale/  
USA, Florida Educational Seminars,  
Tel. +1-561367-0193, Fax -8429,  
[www.internationalbatteryseminar.com](http://www.internationalbatteryseminar.com)

**APRIL****04.-05.04. HyVolution**

Konferenz, Paris/Frankreich, AFHY-  
PAC, Tel. +33-1-535902-11, Fax -29,  
[www.hyvolution-event.com](http://www.hyvolution-event.com)

**05.-08.04. auto motor und sport i-Mobility**

Messe, Stuttgart,  
Landesmesse Stuttgart GmbH,  
Tel. 0711-18560-2656, Fax -701,  
[www.messe-stuttgart.de/i-mobility/](http://www.messe-stuttgart.de/i-mobility/)

**09.-11.04. Batterietag**

Konferenz, Münster, Haus der Technik,  
Tel. 0201-1803-211, Fax -280,  
[www.battery-power.eu](http://www.battery-power.eu)

**09.-11.04. Kraftwerk Batterie**

Konferenz, Münster, Haus der Technik,  
Tel. 0201-1803-211, Fax -280,  
[www.kraftwerk-batterie.de](http://www.kraftwerk-batterie.de)

**11.04. Hauptstadt-Konferenz Elektromobilität**

Konferenz, Berlin, eMO,  
Tel. 030-46302-351, [www.emo-berlin.de](http://www.emo-berlin.de)

**11.-12.04. Electric Vehicles**

Konferenz, Berlin, IDTechEx,  
Tel. +44-1223-812300, [www.idtechex.com](http://www.idtechex.com)

**21.-22.04. Fahrzeugschau Elektromobilität**

Messe, Bad Neustadt a.d. Saale, Stadt  
Bad Neustadt, Tel. 09771-9106103,  
[www.m-e-nes.de](http://www.m-e-nes.de)

**23.-27.04. Hannover Messe**

Messe, Hannover, Deutsche Messe,  
Tel. 0511 89-0, Fax -32626,  
[www.hannovermesse.de](http://www.hannovermesse.de)

**MAI****07.-09.05. Berliner Energietage**

Messe & Konferenz, Berlin, Berliner  
ImpulsE, Tel. 030-2014308-04, Fax -10,  
[www.berliner-energietage.de](http://www.berliner-energietage.de)

**13.05. GreenTec Awards**

Gala, Berlin, Voigt Krüger & Partner,  
Tel. 030-24087821-0, Fax -2,  
[www.greentec-awards.com](http://www.greentec-awards.com)

**14.-15.05. Residential Energy Storage Forum**

Konferenz, Berlin, Dufresne,  
Tel. +65-624-30050, Fax -57232,  
[www.energystorageforum.com](http://www.energystorageforum.com)

**16.-18.05. Energy Storage World Forum**

Konferenz, Berlin, Dufresne,  
Tel. +65-624-30050, Fax -57232,  
[www.energystorageforum.com](http://www.energystorageforum.com)

**15.-17.05. The Battery Show / electric & hybrid**

Messe, Hannover, Smarter Shows,  
Tel. +44-1273-916300, [www.thebattery-show.eu](http://www.thebattery-show.eu), [www.evtechexpo.eu](http://www.evtechexpo.eu)

## FIRMENVERZEICHNIS

## ARMATUREN, REGLER, VENTILE



**HPS Solutions GmbH**,  
Fraunhoferstr. 5, 82152 Martinsried,  
Tel. 089-744926-0, Fax -10,  
[info@hps-solutions.de](mailto:info@hps-solutions.de),  
[www.hps-solutions.de](http://www.hps-solutions.de)



[www.ptec.eu](http://www.ptec.eu)

**PTEC – Pressure Technology GmbH**, Rohrleitungen, Verschraubungen, Filter, Ventile, Regler, TPRD, Linde 11, 51399 Burscheid, Tel. 02174-748-722, [www.ptec.eu](http://www.ptec.eu)

## BERATUNG &amp; PLANUNG



**EMCEL GmbH – Ingenieurbüro für BZ, H2-Technologie und E-Mobilität.** Machbarkeitsstudien, Normen & Zulassung, Instandhaltung.

Brüsseler Str. 85, 50672 Köln, Tel. 0221-29931929,  
[email@emcel.com](mailto:email@emcel.com), [www.emcel.com](http://www.emcel.com)

**H2Gate**,  
Rosenhagenstr. 42, 22607 Hamburg,  
Tel. 040-89018247,  
[www.h2gate.de](http://www.h2gate.de)

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

**Technology Management SK**,  
Benedikt Eska, Innovationsmanagement,  
Strategieentwicklung, Projektmanagement,  
Technologie- und Marktanalysen,  
Münchener Str. 35a, 85748 Garching,  
Tel. 089-36037836,  
[www.temsk.de](http://www.temsk.de)

## BETANKUNGSTECHNIK



**WEH GmbH Gas Technology**, Josef-Henle-Str. 1,  
89257 Illertissen, Tel. 07303-95190-0, Fax -9999,  
[h2sales@weh.com](mailto:h2sales@weh.com), [www.weh.com](http://www.weh.com)



**Wenger Engineering GmbH**,  
Ingenieurbüro für Thermodynamik,  
CFD-Simulation & H<sub>2</sub>-Technik,  
Einsteinstr. 55, 89077 Ulm, Tel. 0731-15937-500, Fax -501,  
[mail@wenger-engineering.com](mailto:mail@wenger-engineering.com), [www.wenger-engineering.com](http://www.wenger-engineering.com)

## BRENNSTOFF- UND LUFTVERSORGUNG



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



**Gebr. Becker GmbH**, Hölker Feld 29-31,  
42279 Wuppertal, Tel. 0202-697-255, Fax -38255,  
[info@becker-international.com](mailto:info@becker-international.com), [www.becker-international.com](http://www.becker-international.com)



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



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

## BRENNSTOFFZELLEN



**Hydrogenics GmbH**,  
Am Wiesenbusch 2, 45966 Gladbeck, Tel. 02043-944 141, Fax -6,  
[powersales@hydrogenics.com](mailto:powersales@hydrogenics.com), [www.hydrogenics.com](http://www.hydrogenics.com)



**Proton Motor Fuel Cell GmbH**, Benzstrasse 7, 82178 Puchheim,  
Tel. 089-1276265-0, Fax -99,  
[www.proton-motor.de](http://www.proton-motor.de)

**Siqens GmbH**,  
Landsberger Str. 318d, 80687 München, Tel. 089 4524463-0,  
[info@siqens.de](mailto:info@siqens.de), [www.siqens.de](http://www.siqens.de)

**udomi GmbH – competence in fuel cell systems**,  
Hochfeldstr. 8, 74632 Neuenstein,  
Tel. 07942-942089-1, Fax -8, [www.udomi.de](http://www.udomi.de)

## ELEKTROLYSEURE



**AREVA H<sub>2</sub>Gen GmbH**,  
Eupener Straße 165, 50933 Köln, Tel. 0221-2919073-0, Fax -9,  
[www.arevah2gen.com](http://www.arevah2gen.com)

# AsahiKASEI

Asahi Kasei Europe GmbH,  
Am Seestern 4, 40547 Düsseldorf, Tel 0211-8822-030,  
[info@asahi-kasei.eu](mailto:info@asahi-kasei.eu), [www.asahi-kasei.eu](http://www.asahi-kasei.eu)



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



Giner, Inc.,  
89 Rumford Avenue, Newton,  
Massachusetts 02466, USA,  
Tel. 001-781-529-0500,  
[information@ginerinc.com](mailto:information@ginerinc.com),  
[www.ginerinc.com](http://www.ginerinc.com)

h2agentur Uwe Küter & Matthias Bromeis GbR,  
Handelsvertretung – Beratung – Projektmanagement,  
Beckergrube 87, 23552 Lübeck,  
Tel. 0451-7072-7210,  
[info@h2agentur.de](mailto:info@h2agentur.de), [www.h2agentur.de](http://www.h2agentur.de)



Hoeller Electrolyzer GmbH, The Stack Company,  
Alter Holzhafen 17b, 23966 Wismar, Tel. 03841-758-3030,  
[www.hoeller-electrolyzer.com](http://www.hoeller-electrolyzer.com)



Hydrogen is now.  
**H-TEC SYSTEMS** H-Tec Systems GmbH,  
PEM-Elektrolyseure  
für industrielle Anwen-  
dungen,  
Maria-Goeppert-Str. 9a, 23562 Lübeck, Tel. 0451-39941-0,  
Fax -799, [info@h-tec-systems.com](mailto:info@h-tec-systems.com), [www.htec-systems.de](http://www.htec-systems.de)



Hydrogenics GmbH,  
Am Wiesenbusch 2, 45966 Gladbeck, Tel. 02043-944 141, Fax -6,  
[hydrogensales@hydrogenics.com](mailto:hydrogensales@hydrogenics.com), [www.hydrogenics.com](http://www.hydrogenics.com)



iGas energy GmbH,  
Cockerillstr. 100, 52222 Stolberg,  
Tel. 02402-9791600,  
[info@igas-energy.de](mailto:info@igas-energy.de), [www.iGas-energy.de](http://www.iGas-energy.de)



ITM Power GmbH, Energy Storage – Clean Fuel,  
Mragowo Strasse 15, 35305 Grünberg, Tel. 06401-225757-0,  
Fax -2, [www.itm-power.com](http://www.itm-power.com)

McPhy Energy Deutschland GmbH,  
Schmiedestr. 2, 15745 Wildau, Tel. 03375-497210-0, Fax -9,  
[www.mcphy.com](http://www.mcphy.com)

Nel Hydrogen, 10 Technology Drive, Wallingford, CT  
06492, USA, Tel. +1-203-949-8697, Fax -8016,  
[info@protononsite.com](mailto:info@protononsite.com), [www.NelHydrogen.com](http://www.NelHydrogen.com)



sunfire GmbH, Gasanstaltstraße 2, 01237 Dresden,  
Tel. 0351-896797-0, Fax -885, [www.sunfire.de](http://www.sunfire.de)

## ENERGIESPEICHERUNG



HPS Home Power Solutions GmbH,  
Carl-Scheele-Str. 16, 12489 Berlin,  
Tel. 030-5169-5810,  
[mail@homepowersolutions.de](mailto:mail@homepowersolutions.de),  
[www.homepowersolutions.de](http://www.homepowersolutions.de)



MicrobEnergy GmbH, Spezialist für biologische Methanisie-  
rung, Bayernwerk 8, 92421 Schwandorf, Tel. 09431-751-400,  
Fax -5400, [info@microbenergy.com](mailto:info@microbenergy.com), [www.microbenergy.com](http://www.microbenergy.com)

## FORSCHUNG & ENTWICKLUNG

DLR Institut für Technische Thermodynamik,  
Pfaffenwaldring 38-40, 70569 Stuttgart,  
Tel. 0711-6862-346, Fax -747, [www.dlr.de/tt](http://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](http://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](http://www.izm.fraunhofer.de)

Fraunhofer ICT-IMM, Reformer und Wärmetauscher,  
Carl-Zeiss-Str. 18-20, 55129 Mainz, Tel. 06131-9900,  
[info@imm.fraunhofer.de](mailto:info@imm.fraunhofer.de), [www.imm.fraunhofer.de](http://www.imm.fraunhofer.de)

Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material-  
und Küstenforschung GmbH, Max-Planck-Str. 1,  
21502 Geesthacht, Tel. 04152-87-2541, Fax -2636, [www.hzg.de](http://www.hzg.de)

Zentrum für Brennstoffzellen Technik ZBT gGmbH,  
Carl-Benz-Str. 201, 47057 Duisburg, Tel. 0203-7598-0,  
Fax -2222, [info@zbt-duisburg.de](mailto:info@zbt-duisburg.de), [www.zbt-duisburg.de](http://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](mailto:info@zsw-bw.de), [www.zsw-bw.de](http://www.zsw-bw.de)

## GAS-DIFFUSIONS-LAGEN (GDL)



MeliCon GmbH, GDL-Komponenten in Titan und Edelstahl,  
metallische Filtermedien, Porschestr. 6, 41836 Hückelhoven,  
02433-44674-0, Fax -22, [www.melicon.de](http://www.melicon.de)



SGL Carbon GmbH, Werner-von-Siemens-Str. 18,  
86405 Meitingen, Tel. 08271-83-3360, Fax -103360,  
[fuelcellcomponents@sglgroup.com](mailto:fuelcellcomponents@sglgroup.com), [www.sglgroup.com](http://www.sglgroup.com)

#### INFRASTRUKTUR

H<sub>2</sub> MOBILITY Deutschland GmbH & Co.KG,  
EUREF-Campus 10-11, 10829 Berlin,  
Tel. 0170-5870317,  
[presse@h2-mobility.de](mailto:presse@h2-mobility.de), [www.h2-mobility.de](http://www.h2-mobility.de)

#### MESSDATENMANAGEMENT UND MONITORING

DiLiCo engineering GmbH,  
Moldenstr. 4, 39106 Magdeburg, Tel. 0391-505859-86,  
[info@dilico.de](mailto:info@dilico.de), [www.dilico.de](http://www.dilico.de)



SMART Testsolutions GmbH,  
Rötestraße 17, 70197 Stuttgart,  
Tel. 0711-25521-10, Fax -12,  
[www.smart-testsolutions.de](http://www.smart-testsolutions.de),  
[sales@smart-ts.de](mailto:sales@smart-ts.de)

#### MESS- UND REGELUNGSTECHNIK

Labom Mess- und Regeltechnik GmbH,  
Im Gewerbepark 13, 27798 Hude, Tel. 04408-804-0, Fax -100,  
[info@labom.com](mailto:info@labom.com), [www.labom.com](http://www.labom.com) organisation

neo hydrogen sensors GmbH, Hersteller von Wasserstoff-  
sensoren und Katalysatoren, Bussardweg 12, 41468 Neuss,  
Tel. 02131-2090112, Fax -6629600, [www.neohysens.de](http://www.neohysens.de)

#### ORGANISATION



Nationale Organisation Wasserstoff-  
und Brennstoffzellentechnologie

NOW GmbH, Nationale Organisation Wasserstoff- und  
Brennstoffzellentechnologie, Fasanenstrasse 5, 10623 Berlin,  
Tel. 030-3116116-43, Fax -77, [www.now-gmbh.de](http://www.now-gmbh.de)

#### PRÜFTECHNIK



Greenlight Innovation  
Corp. Canada,  
Europäische Vertretung:

Dr. Lutz Consulting GmbH, Kahlenbergstr. 44,  
66849 Landstuhl, Tel. 06371-914914,  
[tlutz@greenlighteurope.com](mailto:tlutz@greenlighteurope.com), [www.greenlightinnovation.com](http://www.greenlightinnovation.com)

Maximator GmbH, Hochdrucktechnik,  
Lange Straße 6, 99734 Nordhausen,  
Tel. 03631-9533-0, Fax -5010, [info@maximator.de](mailto:info@maximator.de)

SL Tech2 GmbH – Ihr Entwicklungspartner für die  
Mobilität von morgen, Weinbergweg 13, 73230 Kirchheim,  
Tel. 07021-993968-0, Fax -1, [www.sl-tech2.de](http://www.sl-tech2.de)



TesTneT Engineering GmbH,  
Schleißheimer Str. 95,  
85748 Garching bei München,  
Tel. 089-23710939,  
[info@h2-test.net](mailto:info@h2-test.net), [www.h2-test.net](http://www.h2-test.net)

#### RECHTSBERATUNG

Becker Büttner Held, Rechtsanwälte – Wirtschaftsprüfer –  
Steuerberater, Magazinstr. 15-16, 10179 Berlin,  
Tel. 030- 6112840-0, Fax -99, [www.bbh-online.de](http://www.bbh-online.de)

#### SPEICHERTECHNIK

Ballonbau Wörner GmbH, flexible Gasspeicher,  
Zirbelstraße 57 c, 86154 Augsburg,  
Tel. 0821-4-50406-0, Fax -19641,  
[info@ballonbau.de](mailto:info@ballonbau.de), [www.ballonbau.de](http://www.ballonbau.de)



Hydrogenious Technologies GmbH,  
Weidenweg 13, 91058 Erlangen,  
Tel. 09131-12640-220, Fax -29,  
[www.hydrogenious.net](http://www.hydrogenious.net)

McPhy Energy Deutschland GmbH, Schmiedestr. 2, 15745  
Wildau, Tel. 03375-497210-0, Fax -9, [www.mcphy.com](http://www.mcphy.com)

#### STATIONÄRE SYSTEME

SOLIDpower GmbH, Borsigstraße 80, 52525 Heinsberg,  
Tel. 02452-153-758, Fax -755,  
[bluegen@solidpower.com](mailto:bluegen@solidpower.com), [www.solidpower.com](http://www.solidpower.com)

#### SYSTEMINTEGRATION



Ansprechpartner:  
Frau Gemmer-Berkbilek  
Tel.: +49 (0) 9131 90095221  
AREVA GmbH  
Paul-Gossen-Straße 100  
91052 Erlangen  
[www.aveva.de](http://www.aveva.de)



ENERGY<sup>®</sup>  
STORAGE  
EUROPE

International  
Renewable  
Energy  
Storage  
Conference

IRES



EXPO UND  
KONFERENZ

13. – 15. März 2018  
Düsseldorf  
[www.ESEexpo.de](http://www.ESEexpo.de)

POWERED BY



IRES ORGANIZED BY



ENERGY STORAGE  
EUROPE  
ORGANIZED BY



Messe  
Düsseldorf

**ECG GmbH ElektroChemischeGeneratoren,**  
Benzstr. 23-25, 51381 Leverkusen,  
Tel. 0221-6777-3530,  
[kontakt@ecg-online.com](mailto:kontakt@ecg-online.com), [www.ecg-online.com](http://www.ecg-online.com)

**McPhy Energy Deutschland GmbH,**  
Schmiedestr. 2, 15745 Wildau,  
Tel. 03375-497210-0, Fax -9,  
[www.mcphy.com](http://www.mcphy.com)

#### TECHNOLOGIEZENTREN

**HIAT gGmbH,**  
Schwerin, CCMs/MEAs für PEFC, DMFC & PEM-Elektro-  
lyse, DMFC-Membranentwicklung, Prozessentwicklung  
MEA/CCM-Fertigung, Qualitätssicherung,  
[www.hiat.de](http://www.hiat.de)



**H2Herten, Wasserstoff-Kompetenz-Zentrum**  
Doncaster-Platz 5, 45699 Herten  
[d.kwapis@herten.de](mailto:d.kwapis@herten.de), [www.wasserstoffstadt-herten.de](http://www.wasserstoffstadt-herten.de)

#### TESTSTÄNDE



**AVL List GmbH, Hans-**  
List-Platz 1, 8020 Graz,  
Österreich, Tel. +43-316-  
787-0, Fax -400,  
[info@avl.com](mailto:info@avl.com), [www.avl.com](http://www.avl.com)

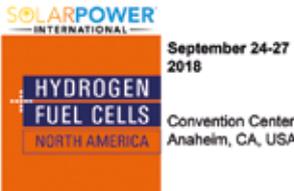


**FuelCon AG,**  
Steinfeldstr. 1, 39179  
Magdeburg-Barleben,  
Tel. 039203-5144-00,  
Fax -09, [info@fuelcon.com](mailto:info@fuelcon.com),  
[www.fuelcon.com](http://www.fuelcon.com)

#### VERANSTALTER



April 23-27  
2018  
Hall 27, C66  
Exhibition Grounds  
Hanover, Germany



September 24-27  
2018  
Convention Center  
Anaheim, CA, USA



**European Fuel Cell Forum,**  
Obgardihalde 2, 6043 Luzern-Adligenswil, Schweiz,  
Tel. +41-4-45865644, Fax 35080622,  
[forum@efcf.com](mailto:forum@efcf.com), [www.efcf.com](http://www.efcf.com)



**Peter Sauber Agentur Messen und Kongresse GmbH,**  
f-cell und BATTERY+ STORAGE, Wankelstr. 1,  
70563 Stuttgart, Tel. 0711-656960-55, Fax -9055,  
[www.f-cell.de](http://www.f-cell.de), [www.battery-storage.de](http://www.battery-storage.de)

#### VEREINE & VERBÄNDE

**Deutscher Wasserstoff- & Brennstoffzellen-Verband e.V.,**  
Moltkestr. 42, 12203 Berlin,  
Tel. 030-398209946-0, Fax -9,  
[www.dwv-info.de](http://www.dwv-info.de)

**FEE – Fördergesellschaft Erneuerbare Energien e.V.,**  
Invalidenstraße 91, 10115 Berlin,  
Tel. 030-84710697-0, Fax -9,  
[info@fee-ev.de](mailto:info@fee-ev.de),  
[www.fee-ev.de](http://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](http://www.forum-elektromobilitaet.de)

**H2BZ-Initiative Hessen e.V.,**  
Konradinallee 9, 65189 Wiesbaden,  
Tel. 0611-95017-8959,  
[info@h2bz-hessen.de](mailto:info@h2bz-hessen.de),  
[www.h2bz-hessen.de](http://www.h2bz-hessen.de)

**h2-netzwerk-ruhr,**  
Doncaster-Platz 5, 45699 Herten,  
[info@h2-netzwerk-ruhr.de](mailto:info@h2-netzwerk-ruhr.de),  
[www.h2-netzwerk-ruhr.de](http://www.h2-netzwerk-ruhr.de)

**HyCologne – Wasserstoff Region Rheinland e. V.,**  
Goldenbergstr. 1, 50354 Hürth,  
Tel. 02233-406123,  
[www.hycologne.de](http://www.hycologne.de)



HYPOS HYDROGEN POWER STORAGE & SOLUTIONS EAST GERMANY

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

#### WEITERBILDUNG

**forumKWK – Berufsbildungs- und TechnologieZentrum**  
der Handwerkskammer in Osnabrück,  
Brennstoffzellen in der Haustechnik –  
Aus- und Weiterbildungsangebote für das Handwerk,  
[forumKWK@hwk-osnabrueck.de](mailto:forumKWK@hwk-osnabrueck.de),  
[www.btz-osnabrueck.de](http://www.btz-osnabrueck.de)



**H-Tec Education**  
GmbH, Demonstra-  
tion & Ausbildung für  
Schulen, Universitäten,

Maria-Goeppert-Str. 9a, 23562 Lübeck,  
Tel. 0451-39941-0, Fax -799,  
[info@h-tec-education.com](mailto:info@h-tec-education.com), [www.h-tec.com](http://www.h-tec.com)

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

## ZULIEFERER



Anleg GmbH, MSR, Anlagenbau, H<sub>2</sub>- & Ventiltechnik,  
Am Schornacker 59, 46485 Wesel,  
Tel. 0281-206526-0, Fax -29, [www.anleg.de](http://www.anleg.de)



Borit NV,  
Bipolarplatten und  
Interconnects,  
Lammerdries 18e,  
2440 Geel, Belgien,

Büro Deutschland: Tel. 08171-3650039,  
[joachim.kroemer@borit.be](mailto:joachim.kroemer@borit.be), [www.borit.be](http://www.borit.be)



Christian-Bürkert-Str. 13-17, 74653 Ingelfingen,  
Tel. 07940-10-0, Fax: -91204, [www.burkert.com](http://www.burkert.com)

Bürkert Werke GmbH  
Magnetventile,  
Mass Flow Control-  
lers, Fluidtechnische  
Systemlösungen,

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

Eisenhuth GmbH & Co. KG,  
Friedrich-Ebert-Str. 203, 37520 Osterode am Harz,  
Tel. 05522-9067-14, Fax -44,  
[www.eisenhuth.de](http://www.eisenhuth.de)



ElringKlinger AG,  
Max-Eyth-Str. 2, 72581 Dettingen/Erms,  
Tel. 07123-724-0, Fax -9006,  
[info@elringklinger.com](mailto:info@elringklinger.com), [www.elringklinger.com](http://www.elringklinger.com)



[www.eph-elektronik.de](http://www.eph-elektronik.de), [www.g-e-o-s.de](http://www.g-e-o-s.de)

EPH elektronik Produktions-  
& Handelsgesellschaft mbH,  
Rudolf-Diesel-Str. 18,  
74354 Ottmarsheim,  
Tel. 07143-8152-0, Fax -50,

FUMATECH BWT GmbH,  
Carl-Benz-Str. 4,  
74321 Bietigheim-Bissingen,  
Tel. 07142-3737-900, Fax -999,  
[www.fumatech.de](http://www.fumatech.de)



Gräbener Maschinenteknik GmbH & Co. KG,  
Metallische Bipolarplatten & Separatorplatten, Am Heller 1,  
57250 Netphen-Werthenbach, Tel. 02737-989-367,  
[a.edelmann@graebener-group.com](mailto:a.edelmann@graebener-group.com),  
[www.graebener-maschinenteknik.de](http://www.graebener-maschinenteknik.de)



Kerafol Keramische Folien GmbH, Koppe-Platz 1, 92676  
Eschenbach, Tel. 09645-884-30, Fax -90, [www.kerafol.com/sofc](http://www.kerafol.com/sofc)

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



Theisen GmbH & Co. KG, GH<sub>2</sub> & LH<sub>2</sub> Rohrleitungs- und  
Regelsysteme, H<sub>2</sub>-Verdampfer und Kühler, Druckbehälter,  
Abfüll- und Betankungsanlagen, Anlagenwartung,  
[www.theisen-gmbh.de](http://www.theisen-gmbh.de), [info@theisen-gmbh.de](mailto:info@theisen-gmbh.de)



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

59

# WindEnergy Hamburg

## The global on & offshore expo

Hamburg,  
25 – 28 September 2018

Over 1,400 exhibitors from more than 34 countries and some 35,000 trade visitors from 48 countries – that is WindEnergy Hamburg. Be a part of the world's leading expo for wind energy, and find everything that the global wind industry onshore and offshore has to offer.

Register now!

[windenergyhamburg.com](http://windenergyhamburg.com)

Join the Global Wind Summit



The global on & offshore expo



The global on & offshore conference



TOYOTA

NICHTS IST  
UNMÖGLICH

0 % EMISSION  
100 % INNOVATION



Toyota Mirai – die erste  
Wasserstoff-Limousine in Großserie.

ToyotaBusiness  
Plus

[toyota.de/mirai](http://toyota.de/mirai)

Investieren Sie in die Zukunft und leasen Sie den Toyota Mirai für **585,- €** zzgl. MwSt. im Monat\*.

**Jetzt Probefahrt beim Mirai Stützpunkt vereinbaren.**

Hotline: 02234 / 102-2110

E-Mail Adresse: [info@toyota-mirai-taskforce.de](mailto:info@toyota-mirai-taskforce.de)

Kraftstoffverbrauch (Wasserstoff) innerorts/außerorts/kombiniert 0,69/0,80/0,76 kg/100 km, Stromverbrauch kombiniert 0 kW/100 km, CO<sub>2</sub>-Emissionen kombiniert 0 g/km.

\*Unser Toyota Business-Leasing-Angebot<sup>1</sup> für den Toyota Mirai. Leasingsonderzahlung: 0,00 €, Vertragslaufzeit: 48 Monate, Gesamtleistung: 40.000 km, 48 mtl. Raten à 585,00 € zzgl. MwSt.

<sup>1</sup> Ein **unverbindliches** Angebot der Toyota Leasing GmbH, **Toyota-Allee 5, 50858 Köln**. Nur bei teilnehmenden Toyota Vertragshändlern. **Gilt bei Anfrage und Genehmigung bis zum 31.03.2018**. Alle Angebotspreise verstehen sich auf Basis der **unverbindlichen Preisempfehlung** der Toyota Deutschland GmbH, Toyota-Allee 2, 50858 Köln, per 09/2017, zzgl. MwSt., zzgl. Überführung. **Dieses Angebot ist nur für Gewerbekunden gültig. Individuelle Preise und Angebote erhalten Sie bei teilnehmenden Toyota Partner.**