

## Liebe Mitglieder!

Auch am Ende dieses Jahres kann man zweierlei feststellen: Erstens hat es auch in den vergangenen Monaten wieder beachtliche Fortschritte bei Wasserstoff und Brennstoffzellen auf technischem, wirtschaftlichem und politischem Gebiet gegeben. Wir merken das daran, dass wir uns immer weniger mit Leuten herumärgern müssen, die das ganze Gebiet in Bausch und Bogen für faulen Zauber halten. Das mag auch daran liegen, dass (zweitens) die Notwendigkeit für ein umweltfreundliches Energiesystem auch dieses Jahr wieder deutlicher geworden ist als je zuvor. Die dramatischen Verhältnisse, die im Sommer an der Elbe und ihren Nebenflüssen herrschten, sind nur ein schwacher Abglanz davon, was viele Menschen in der Dritten Welt schon jetzt mit einer gewissen Regelmäßigkeit mitmachen. Davor können wir uns auch nicht mehr verstecken. Dass das der DWV ohnehin auch im nächsten Jahr nicht tun wird, garantieren wir Ihnen.

Der Vorstand

### Die Schlagzeilen dieser Ausgabe

Die <b>Beiträge</b> sind fällig .....	S. 1
Japans Regierung bekommt die <b>ersten Wasserstoff-Autos</b> .....	S. 3
Zum ersten Mal: der <b>Deutsche Wasserstoff-energietag</b> in Essen .....	S. 4
Tankstellen-Kraftwerk in <b>Las Vegas</b> .....	S. 4
<b>Roadmap</b> : Wie die USA zum Treibstoff Wasserstoff wollen .....	S. 5
BMW will in <b>Singapur</b> testen .....	S. 5
Wie füllt man einen Behälter mit <b>700 bar</b> Wasserstoff, und das schön schnell? .....	S. 5
Neuer <b>Linde</b> -Chef setzt auf Wasserstoff ...	S. 6
Neues <b>Wasserstoff-Speichermedium</b> arbeitet mit Physisorption .....	S. 6
<b>Plug Power</b> übernimmt H Power .....	S. 7
<b>UTC</b> geht zu PEM über .....	S. 7
Hessischer <b>Kompetenzatlas</b> .....	S. 8
<b>Bäume kein Ersatz</b> für die Verminderung der Treibhausgas-Emissionen .....	S. 10



¡Bienvenidos! zum ersten großen Auftritt unserer spanischen Partner; s. Bericht auf S. 2 Foto: Wurster

Falls Sie uns im Jahre 2002 mehr als 50 € Mitgliedsbeitrag oder eine Spende gezahlt haben, erhalten Sie im nächsten Jahr von uns eine Bescheinigung für das Finanzamt, damit Sie das steuermindernd geltend machen können.

**Jubiläum:** Nicht jeder hat im Ruhestand die Zeit, die Kraft und auch noch das Geld, an der Verwirklichung seiner Visionen zu arbeiten. Bei Ludwig Bölkow kam alles zusammen. So wurde am 9. Dezember 1982 eine Firma namens EAT-Systemtechnik GmbH in das Handelsregister eingetragen. Der Name wurde wenige Jahre später in Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH geändert. Im Lauf der 20 Jahre hat sich die LBST von einem gemeinnützigen „Think Tank“ mit drei Mitarbeitern zu einem kommerziellen Strategie- und Technologieberater für nachhaltige Energie- und Verkehrssysteme mit einem 15-köpfigen Expertenstab entwickelt. Dies wurde



## Aus dem Verband

**Vorstand:** Der Vorstand hat am 12. Dezember 2002 in Ottobrunn bei München seine 28. Sitzung abgehalten.

**Beiträge:** Mit dieser Nummer bekommen Sie wieder die Rechnungen über die Mitgliedsbeiträge für das nächste Jahr. Falls Sie uns einen Einziehungsauftrag erteilt haben, brauchen Sie nichts weiter zu veranlassen. Dies ist auf der Rechnung auch vermerkt. Sollten Sie uns einen Auftrag erteilt haben, aber auf der Rechnung steht nichts davon, melden Sie sich bitte bei uns. Andernfalls bitten wir um Überweisung bis Ende Januar 2003.

## Aus unserer Sicht ...

### Speicherprobleme?

Der breiten Einführung des Energieträgers Wasserstoff im mobilen Sektor steht nicht nur die zur Zeit fehlende Infrastruktur entgegen. Auch die Speicherprobleme sind ernst zu nehmen. Könnten sie als Grund herhalten, den sauberen Kraftstoff nur zögernd in Gebrauch zu nehmen?

Element Nr. 1 hat nun mal die geringste Dichte (ca.  $0,09 \text{ kg m}^{-3}$ ) und so auch einen geringen Energieinhalt pro Volumen –  $0,003 \text{ kWh l}^{-1}$ . „Normal“ finden wir den Energieinhalt von Benzin oder Diesel mit etwa  $10 \text{ kWh l}^{-1}$ . Wird der Energieinhalt auf die Masse bezogen, ist Wasserstoff dank seiner geringen Dichte absoluter Spitzenreiter mit annähernd dem dreifachen Wert von Benzin.

Um den Energiegehalt pro Volumen zu erhöhen, wird verdichtet bzw. verflüssigt. Flüssiger Wasserstoff erreicht mit ca.  $2,4 \text{ kWh l}^{-1}$  fast ein Viertel des Wertes von Diesel. Und gasförmig muss Wasserstoff auf 700 bar verdichtet werden, um annähernd Flüssigwasserstoff-Energiedichte zu erreichen. Will man also übliche Kraftfahrzeuge mit Wasserstoff betreiben, so verringert sich die Reichweite. Busse dagegen, besonders Stadtbusse, lassen sich mit Gas betreiben. Sie haben auf dem Dach genügend Platz für die Druckgasbehälter.

Wasserstoff lässt sich außerdem in Form chemischer Verbindungen speichern, vor allem Metallhydride und Kohlenwasserstoffe. Metallhydride haben mehr als das Doppelte der volumenbezogenen Energiedichte von Flüssigwasserstoff. Diese Methode ist besonders sicher, weil erst durch den Aufwand von Energie der Wasserstoff wieder gasförmig wird. Allerdings sind mit Metallpulver gefüllte Behälter sehr schwer und deshalb nur als Nischenlösung bei Sonderfahrzeugen sinnvoll. Ganz anders liegt der Fall bei Booten und Schiffen, wo die Speicher gleichzeitig als Ballastmassen eingesetzt können.

Bei Kohlenwasserstoffen muss der Wasserstoff erst abgetrennt werden. Zumindest ein Aggregat mehr wird benötigt, und am Orte der Umwandlung wird Kohlendioxid freigesetzt. Nur bei PEM-Brennstoffzellen für den direkten Methanol- oder Äthanol Einsatz ist das nicht nötig. Es bleibt abzuwarten, ob diese Art der Brennstoffzellen auch für größere Leistungen einsetzbar werden.

Zusammengefasst: Mit Wasserstoff betriebene Busse und Schiffe sind beim derzeitigen Entwicklungsstand der Speicherung überzeugende und höchst innovative Produkte. Für Geräte mit kleinen Leistungen sind alle Speichermöglichkeiten bis auf Flüssigwasserstoff vernünftig einsetzbar. Es gibt Bedarf an Forschungs- und Entwicklungsarbeit, u.a. um im mobilen Bereich höhere Drücke einsetzen zu können, um Druckbehälter leichter zu machen, um Metallhydride bezüglich ihrer Speicherkapazität zu verbessern oder auch um andere feste Stoffe zur Wasserstoffspeicherung zu nutzen. Aber, wo in der Technik existiert keine Notwendigkeit für Verbesserung und Weiterentwicklung? Und schließlich ist für stationäre Anwendungen die vergleichsweise billige Druckspeicherung von Wasserstoff uneingeschränkt einsetzbar. Und große Reformer für Erdgas und ähnliches weisen einen befriedigenden Entwicklungsstand auf.

Alles in allem, so meinen wir, sollte die eingangs gestellte Frage klar verneint werden./l

1998 auch formal manifestiert durch die Übergabe der Mitarbeiter und aller geschäftlicher Aktivitäten von der gemeinnützigen Ludwig-Bölkow-Systemtechnik an die kommerzielle L-B-Systemtechnik.

Die LBST hat sich als Berater von Industrie, Politik und Nicht-Regierungsorganisationen weltweit einen Namen gemacht. Der dienstälteste Mitarbeiter, Reinhold Wurster, arbeitet seit 18 Jahren in der LBST, und die Hälfte aller Mitarbeiter sind seit über 10 Jahren dabei. Wasserstoff war von Anfang an ein wesentliches Element der Arbeiten der LBST, Brennstoffzellen wurden es Anfang der 1990er Jahre. So kann es kaum jemanden überraschen, dass 1996 Ludwig Bölkow, Reinhold Wurster und die L-B-Systemtechnik unter den Gründern des DWV waren; Herr Wurster wirkt seitdem im Vorstand mit. **Der DWV wünscht allen dreien noch viel erfolgreiche Arbeit und sich**

**selbst weiterhin eine so gute Zusammenarbeit mit ihnen wie bisher!**

## Unsere Partner

**Spanien:** Die im vergangenen Mai gegründete Asociación Española de Hidrógeno hielt am 8. November in Madrid ihre erste größere öffentliche Veranstaltung ab. Außer den industriellen Mitgliedern des Verbandes waren auch verschiedene Ministerien der spanischen Regierung sowie die Energiedirektion der Europäischen Kommission vertreten. Zu den industriellen Mitgliedern gehören Air Liquide, BP España, CEPESA, Energía Hidroeléctrica de Navarra, Elcogas, Emp. Agrupados, Irisbus, Praxair und Repsol. Dafür, dass der Verband so neu ist, ist er also ausgezeichnet gestartet. Im April wird es im Norden von Madrid auf dem



*Gleich zwei emissionsfreie Dienstwagen bekam Japans Regierungschef Koizumi (Mitte)*

Betriebshof des Betreibers EMT eine Tankstelle geben, in welcher die drei CUTE-Busse von DaimlerChrysler und der CITYCELL Irisbus mit Wasserstoffgas unter 350 bar betankt werden. Damit will Madrid der erste aktive CUTE-Demonstrationsstandort in Europa sein.<sup>1</sup>

**Italien:** Die erste italienische Messe und Konferenz, die ausschließlich dem Wasserstoff gewidmet ist, IDROGENO & FUEL CELLS 2003, findet vom 19. bis 23. Februar 2003 in der italienischen Wirtschaftsmetropole Mailand statt. Das italienische Umweltministerium und die lombardische Regionalregierung unterstützen das Projekt. Die Lombardei leidet unter häufigen und lang anhaltenden Luftqualitätsproblemen. Das hat die Provinzregierung veranlasst, drastische Maßnahmen wie ein Verkaufsverbot für Benzin- und Diesel-PKW zu erwägen. Dazu passen auch die Bemühungen um die Einführung von Wasserstoff und Brennstoffzellen in die Energiewirtschaft. 2001 war Mailand eine der Stationen der Weltreise der BMW-Wasserstoff-Flotte.<sup>2</sup>

## Neues vom Wasserstoff

**Beginn einer Ära:** Vielleicht wird man ja später mal lesen können, dass der 2. Dezember 2002 der erste Tag der Zukunft der Mobilität war. An diesem Tag gaben die beiden japanischen Autohersteller Toyota und Honda erstmals Wasserstoff-Autos in die Hand von Benutzern, die keine technischen Spezialisten sind. Der japanische Ministerpräsident Junichiro Koizumi soll insgesamt ein sehr talentierter Mann sein, aber wohl nicht auf diesem Gebiet. Toyota-Chef Hiroshi Okuda und Honda-Chef Hiroyuki Yoshino drückten ihm in seinem Amtssitz je einen symbolischen goldenen

1 s. Nr. 3/02 „Spanien“

2 s. Nr. 2/01 „BMW“



*Kleine Probefahrt zum Angewöhnen*

*Fotos: Amt des jap. Premierministers*



*Bürgermeister Hahn übernimmt die Neuzugänge für den Fuhrpark von Los Angeles* *Foto: Honda*

Schlüssel für die neuen Dienstwagen in die Hand (Foto).

Koizumi hat sich seit Beginn seiner Amtszeit sehr energisch für die Verminderung der Emissionen durch den Verkehr eingesetzt und sagte: „Als ich das Amt letztes Jahr übernahm, habe ich versprochen, dass wir in drei Jahren alle von der Regierung benutzten Fahrzeuge durch solche mit niedrigen Emissionen ersetzen würden, selbst wenn das etwas mehr kostet.“ Damit waren natürlich nicht nur ganz emissionsfreie Wagen wie diese gemeint. In der Tat ist der Spaß am sauberen Fahren bei diesen beiden Autos nicht ganz billig. Der fünfsitzige Toyota kostet pro Monat auf Leasingbasis knapp 10 k€, der etwas kleinere Honda schlägt mit 6500 € zu Buche. Der Honda verbleibt beim Amt des Premierministers; der Toyota und noch drei weitere werden vom METI (Ministerium für Wirtschaft, Handel und Industrie) benutzt. Das Ministerium hat auf seinem Gelände auch eine Tankstelle eingerichtet. Der Vertrag läuft über 30 Monate.

Koizumi drehte mit den beiden Autobossen in ihren jeweiligen Fahrzeugen je eine Proberunde um den Parkplatz (Foto) und urteilte dann: „Das Motorengeräusch ist leiser als erwartet, und das Fahrgefühl ist nicht anders als bei mit Benzin angetriebenen Fahrzeugen. Ich möchte, dass sowohl Toyota als auch Honda die Fahrzeuge auf Massenbasis herstellen.“

Für Hondachef Yoshino war es ein langer Tag. Direkt vom Premierminister eilte er zum Flughafen und begab sich nach Los Angeles, wo beide Firmen weitere Autos an die ersten Kunden in den USA übergaben. Sechs Toyotas werden an die University of California verleast, fünf Hondas an die Stadt Los Angeles. Die Aktion soll dazu beitragen, die Öffentlichkeit an die Technik zu gewöhnen; die Fahrzeuge werden im täglichen Betrieb benutzt werden wie der gesamte sonstige Fuhrpark, sagte Jim Hahn, Bürgermeister von Los Angeles (Foto).

Honda will im Verlauf der nächsten zwei oder drei Jahre insgesamt 30 Fahrzeuge dieser Art in Japan und den USA in den Verkehr bringen.



Links der Erdgasreformer (Air Products), rechts die Brennstoffzelle (Plug Power)

**Tankstelle Nevada:** Es gibt jetzt eine neue Ausrede, nach Las Vegas zu fahren. Am 15. November eröffneten dortselbst die Unternehmen Air Products und Plug Power gemeinsam mit der Stadt Las Vegas und dem US-Energieministerium die weltweit erste Tankstelle, an der Wasserstoff parallel zur Versorgung von Fahrzeugen auch zur Energieerzeugung eingesetzt wird. Das von privater und öffentlicher Hand finanzierte Projekt soll unter anderem Möglichkeiten zeigen, wie eine kommerzielle Infrastruktur zur Versorgung mit Wasserstoff als sicherem und sauberem Energieträger aufgebaut werden kann. Der Wasserstoff wird vor Ort durch einen Erdgasreformer erzeugt, komprimiert und gasförmig gespeichert. An speziellen Zapfsäulen können Fahrzeuge sowohl mit gasförmigem Wasserstoff als auch mit Erdgas sowie einem Erdgas-Wasserstoff-Mix betankt werden. Die Stromerzeugung erfolgt über eine PEM-Brennstoffzelle mit einer Leistung von 50 kW. Die so gewonnene Energie wird in das Städtetz von Las Vegas eingespeist.

Air Products verantwortet gemeinsam mit Plug Power und der Stadt Las Vegas Forschung, Ent-



Rechts die Zapfsäule für komprimiertes Wasserstoffgas, links gibt es ein Gemisch aus Wasserstoff und Erdgas  
 Fotos: Air Products

wicklung, Design, Bau und Betrieb der Anlage. Das US-Energieministerium (DoE) fördert die Umrüstung von Fahrzeugen der Stadt auf den Betrieb mit Wasserstoff beziehungsweise mit durch Wasserstoff angereichertem Erdgas. David Garman, im DoE verantwortlich für erneuerbare Energien, betont die Signalwirkung des Projektes „Las Vegas ist ein deutlicher Schritt auf dem Weg zu einer nachhaltigen und sauberen Energiewirtschaft. Das Konzept, die Vor-Ort-Erzeugung des Wasserstoffes zur Versorgung von Fahrzeugen mit einer Anlage zur Energieerzeugung zu kombinieren, ist vielversprechend.“ Das Projekt hat ein Investitionsvolumen von 10,8 M\$ und ist auf eine Laufzeit von fünf Jahren ausgerichtet.<sup>3</sup>

**Konferenz:** Auf der Zeche „Zollverein“ in Essen fand vom 12. bis zum 14. November erstmals der Deutsche Wasserstoffenergie-Tag statt. Hochrangige Vertreter aus Forschung, Industrie und Politik diskutierten in der zum Veranstaltungszentrum umgebauten ehemaligen Kohlegrube über Technik, Infrastruktur und Märkte. 60 Vorträge über aktuelle und neue Entwicklungen wurden gehalten. Außerdem gab es ein eintägiges Grundlagenseminar für Schüler und Studenten.

Schirmherr war Wolfgang Clement, der kurz vorher vom Amt des Ministerpräsidenten in die Bundesregierung nach Berlin gewechselt war. In einem Grußwort unterstrich er die Rolle, die Nordrhein-Westfalen seiner Ansicht nach als Energieland spielen sollte. Schon die Wahl des Tagungsortes betone den Brückenschlag zwischen alten und neuen Energien.

Die Regierungsumbildung war auch der Grund dafür, dass die Landespolitik bei der Veranstaltung

<sup>3</sup> Pressemitteilung von Air Products vom 15. November 2002

nicht so vertreten war wie es wünschenswert gewesen wäre und wohl auch geplant war. Das bisherige Wirtschaftsministerium wurde aufgelöst, und auch der bisherige Amtsinhaber Schwanhold gehört dem neuen Kabinett nicht mehr an. Geblieben ist sein Staatssekretär Hennerkes, der sich auch weiter mit Energie beschäftigen wird. Auch in seiner Rede stellte er die Rolle des Landes in der Energiewirtschaft heraus, aber auch die Aussichten auf nachhaltige Arbeitsplätze durch Wasserstoff und Brennstoffzellen.

Der Konferenzinitiator und –leiter, unser Mitglied Prof. Carl-Jochen Winter, forderte eine aktive Einführung der Wasserstoffenergiewirtschaft. Die Tagung solle dazu beitragen, dass die Überzeugung von Experten eine breite Basis in der Bevölkerung findet. Für das Forum für Zukunftsenergien wies Fritz Vahrenholt darauf hin, dass Wasserstoff auch die heimischen Energieträger nutze und uns so unabhängiger von Öl- und Gasimporten mache.

**Roadmap USA:** US-Energieminister Spencer Abraham veröffentlichte am 12. November ein als „Roadmap“ bezeichnetes Papier über den Weg zu dem Ziel, die PKW und Nutzfahrzeuge der USA mit Brennstoffzellen zu bestücken. Das Papier ist das Ergebnis einjähriger Arbeit des Ministeriums (DoE) und der führenden Auto- und Energiekonzerne des Landes. „Das Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeug der Zukunft zu schaffen stellt uns vor komplexe technische Herausforderungen“, sagte Abraham auf einer Tagung dazu. „Sie zu bewältigen erfordert intensive und ebenso komplexe Anstrengungen. Aber die Sache ist es wert, denn es steht wirklich viel auf dem Spiel.“<sup>4</sup>

**BMW in Asien:** Wenn alles glatt geht, startet BMW in drei Jahren mit Flottenversuchen in Singapur. Es laufen Gespräche mit dem Economic Development Board über die Herstellung der erforderlichen Infrastruktur. In fünf Jahren möchte BMW das Auto in den Markt einführen, und zwar zu einem Preis, der dem eines normalen Benzinautos ähnlich ist. Zu dem Preisunterschied zwischen Wasserstoff und Benzin sagte Anton Reisinger vom BMW-Marketing, der Liter Benzin habe auch einmal 25 \$ gekostet, und heute sei es weit weniger. Die gleiche Entwicklung sei beim Wasserstoff zu erwarten.<sup>5</sup>

**Ventile:** Der kanadische Druckbehälterhersteller Dynetek Industries Ltd. hat eine Ventilabteilung

gegründet. Dynetek ist mit seinen Behältern aus Verbundwerkstoff führend an den Bemühungen der PKW-Hersteller beteiligt, Wasserstoff als Treibstoff in der Gasphase unter Drücken von 700 bar im Auto zu speichern. Da das erheblich über den für gewöhnliche Gasflaschen gängigen Betriebswerten liegt, sind auch neuartige Bedienungselemente wie Ventile und Druckminderer erforderlich. Die Schaffung der neuen Abteilung erforderte einen Kapitalaufwand von etwa 1,5 M\$.<sup>6</sup>

**Füllstation:** Komprimiertes Wasserstoffgas unter einem Druck von 700 bar wird von vielen Autoherstellern als der beste Kompromiss zwischen den Anforderungen an Reichweite und Wirtschaftlichkeit von Brennstoffzellen-Autos angesehen. Allerdings ist nicht nur die Konstruktion von entsprechenden Druckbehältern nicht ohne Tücken, sondern auch das Füllen. Je schneller man das tut, desto größer sind die Temperaturschwankungen durch die am Gas geleistete mechanische Arbeit, die in Wärme umgesetzt wird. Erstens werden die Behälter beim schnellen Füllen recht warm, was besonders bei Verbundwerkstoffen nur in Grenzen zulässig ist, und zweitens sind 700 bar unter 100 °C plötzlich nur noch 550 bar bei Raumtemperatur. Erstmals will jetzt die kanadische Firma Powertech Labs eine Schnellfüllstation für solche Behälter in Betrieb genommen haben, die Füllzeiten von Minuten oder gar Sekunden zulässt. Der Vorrat wird von einem Elektrolyseur erzeugt und in einem zweistufigen Verfahren unter 875 bar in einem Tank von 660 l gespeichert. An einem Regler für Druck und Temperatur wird noch gearbeitet. Die Arbeiten gehörten zu einem Projekt mit einem Umfang von 2,3 M€ mit dem Namen „Compressed Hydrogen Infrastructure Program“ (CH<sub>2</sub>IP), mit dem Machbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Sicherheit von Druckwasserstoff als Treibstoff unter Beweis gestellt werden sollen. Teilnehmer sind außer Powertech die Firmen BOC, BP, ChevronTexaco, Dynetek Industries, ENRG, Fuel Cells Canada, Shell Hydrogen, Stuart Energy und die Bundesregierung von Kanada sowie die Regierung der Provinz Britisch-Kolumbien. Bisher befindet sich die Station noch auf dem Firmengelände; wenn die erforderlichen Genehmigungen da sind, kann auf dieser Basis auch ein gewerbliches Modell entwickelt werden.<sup>7</sup>

**Eisenbahn:** Die staatliche japanische Eisenbahn untersucht Wasserstoff als Alternative zu

<sup>4</sup> AP, 12. November 2002

<sup>5</sup> Channel News Asia, 10. Dezember 2002

<sup>6</sup> Pressemitteilung vom 12. November 2002

<sup>7</sup> Pressemitteilung von Powertech Labs vom 1. November 2002

Diesel für Lokomotiven. Die japanische Regierung fördert ein Projekt, das vom Railway Technology Research Institute und dem Gas- und Anlagenhersteller Suzuki Shokan durchgeführt wird. Die amerikanische H Power lieferte vier Brennstoffzellen zu 7kW für Prototypen.<sup>8</sup>

**Linde:** Bei dem Wiesbadener Mischkonzern soll zum Jahreswechsel der frühere BMW-Manager Wolfgang Reitzle die Führung übernehmen. Reitzle will nach seinem Amtsantritt die Wasserstoff-Aktivitäten des Unternehmens bündeln. „Wir schaffen in diesem Bereich ein virtuelles Unternehmen“, sagte Reitzle in Wiesbaden. Linde verfüge zwar bereits über hohe Kompetenz in dieser zukunftsweisenden Technologie, allerdings sei das dafür nötige Wissen auf verschiedene Bereiche im Konzern verteilt. „Und das wird sich ändern“, kündigte Reitzle an. Der frühere BMW- und Ford-Manager wollte nicht ausschließen, dass Linde auf dem Gebiet der Wasserstofftechnologie langfristig ein eigenständiges neues Geschäftsfeld aufbauen könne. „Das ist allerdings alles noch Zukunftsmusik“, sagte Reitzle.<sup>9</sup>

**Handbuch:** Ein Handbuch über die Verwendung von Wasserstoff als Treibstoff haben das amerikanische College of the Desert und das Verkehrsunternehmen Sunline Transit Agency herausgegeben. Das Verkehrsministerium hat die Arbeiten finanziell gefördert. Behandelt werden die grundlegenden Eigenschaften von Wasserstoff, Verwendung und Sicherheit sowie Brennstoffzellentechnologie, Antriebe und Wartung und die verschiedenen Typen von Fahrzeugen. Im Vordergrund stehen Busse mit Brennstoffzellen von XCELLSiS sowie andere Anwendungen in Nutzfahrzeugen. Die Sunline Transit Agency ist nämlich an mehreren Projekten mit solchen Fahrzeugen beteiligt. Das Handbuch kann aus dem Internet geladen werden.<sup>10</sup>

**Würfel-Wasserstoff:** Auf einer Veranstaltung in Mannheim gab BASF bekannt, ein neues Wasserstoff-Speichermedium namens „Nanocubes“ entwickelt zu haben. Es handelt sich um Würfel mit einer Kantenlänge von etwa 1 µm. Sie werden aus Terephthalsäure und Zinkoxid hergestellt. 1 g der Würfel hat eine Oberfläche von 3000 m<sup>2</sup>. Die Entwickler verwendeten stäbchenförmige organische Moleküle, an deren Enden jeweils eine zinkbindende Gruppe saß. Da an jedem Zinkatom meh-

tere solche Stäbchen andocken können, bildeten sich dreidimensionale Strukturen, in denen die Metallatome durch die organischen Moleküle zusammengehalten wurden. Mit einer Dichte von nur 0,59 g/cm<sup>3</sup> handelt es sich um einen der porösesten Festkörper überhaupt (Kohlenstoff-Nanotubes haben eine Dichte von 1,3 g/cm<sup>3</sup>). Auf der riesigen Oberfläche solcher von Poren und Kanälen durchzogenen Substanzen wird der Wasserstoff bei geringem Überdruck (bis zu 10 bar) als einatomige Lage locker gebunden (Physisorption, keine Chemisorption). Entsprechend leicht erfolgt auch die Abgabe des Gases, sobald der Druck erniedrigt wird. Bisherige Ergebnisse für den Beladungsfaktor liegen bei 1,85 % (gewichtsbezogen) unter 10 bar; in der Entwicklung befindliche Cubes dürften das Doppelte ermöglichen. Als Fernziel werden die 6,5 % angepeilt, die vom amerikanischen DoE als Schallmauer für die wirtschaftliche Nutzung von Wasserstoff als Autotreibstoff genannt werden. BASF ist nach eigenen Angaben in der Lage, das Material in kg-Mengen herzustellen. Es ist an der Luft bis zu Temperaturen von 300 °C beständig.<sup>11</sup>

**Nitrid:** Lithiumnitrid ist ein neues Mitglied in der Gruppe der chemischen Verbindungen, die als Wasserstoffspeicher in Frage kommen. Eine Gruppe an der Universität Singapur fand, dass Li<sub>3</sub>N mehr als 9 % Wasserstoff aufnehmen konnte, allerdings bei Temperaturen von 255 °C. Dabei nimmt ein Li<sub>3</sub>N-Molekül im Durchschnitt mehr als drei Wasserstoffatome auf. Je nach dem Umgebungsdruck und der Temperatur gibt die entstandene Verbindung den Wasserstoff wieder frei. Die Arbeitstemperatur von 255 °C ist allerdings für die meisten praktischen Zwecke noch zu hoch. Die Forscher wollen das Material so verbessern, dass es auch bei moderateren Temperaturen angewendet werden könnte.<sup>12</sup>

Die selbe Gruppe hatte 1999 berichtet, an Kohlenstoff-Nanostrukturen Speicherfaktoren von bis zu 20 % gefunden zu haben. Später hatte sich allerdings gezeigt, dass der Gewichtszuwachs der Probe hauptsächlich auf atmosphärische Feuchtigkeit zurückzuführen war.<sup>13</sup>

**Leitfähigkeit:** Wie groß ist die Leitfähigkeit eines Wasserstoffmoleküls? Diese Frage, die kürz-

<sup>8</sup> Pressemitteilung der H Power vom 8. Oktober 2002

<sup>9</sup> *manager magazin*, 14. November 2002

<sup>10</sup> [http://www.ott.doe.gov/otu/field\\_ops/hydrogen\\_class.html](http://www.ott.doe.gov/otu/field_ops/hydrogen_class.html)

<sup>11</sup> *Chemical Week*, 21. November 2002; *Neue Zürcher Zeitung*, 4. Dezember 2002

<sup>12</sup> P. Chen, Z. Xiong, J. Luo, J. Lin, K. L. Tan: „Interaction of hydrogen with metal nitrides and imides“, *Nature* 420 (2002) 302-4

<sup>13</sup> s. Nr. 4/99 „Graphitspeicher“ und Nr. 2/00 „Wasserspeicherung“

lich durch Messungen im berühmten Kamerlingh-Onnes-Laboratorium der Universität Leiden beantwortet wurde, ist keineswegs so rein akademisch, wie sie auf den ersten Blick erscheint. Vor allem organische Moleküle könnten in Kombination mit atomfeinen Metall-Kontakten die Grundlage für zukünftige, molekulare elektronische Schaltkreise liefern. Aber das einfachste aller Moleküle musste wieder mal als Modell herhalten. Bei einer Temperatur von 4,2 K froren die Forscher ein Wasserstoffmolekül wischen den atomfeinen, aber immer noch mechanisch kontrollierbaren Spitzen zweier Platin-Elektroden ein. Sie fanden mit hoher Genauigkeit den erwarteten Wert des Quantums der Leitfähigkeit von  $G_0 = 2e^2/h$ .<sup>14</sup>

**Kleinkraftwerke:** Dass Wasserstoff ein vorzüglicher Energieträger ist, wissen nicht nur die DWV-Mitglieder, sondern auch die Bakterien der Art *Helicobacter pylori*. Erst vor wenigen Jahren wurden diese Einzeller als die eigentlichen Auslöser von Magengeschwüren dingfest gemacht. Zum Überleben im Magen und Darm braucht *Helicobacter* den von anderen Darmmikroben produzierten Wasserstoff als Energiequelle. Es ist seit längerem bekannt, dass im Darm lebende Mikroben als Endprodukt ihres Stoffwechsels Wasserstoff freisetzen. Ebenso kennt man eine Vielzahl von Bakterien, die das leicht flüchtige Gas als Energiequelle nutzen. Dass es einen Zusammenhang zwischen diesen beiden Tatsachen gibt, war dennoch eine Überraschung. Der im Dickdarm produzierte Wasserstoff löst sich unter anderem in der Magenschleimhaut und steht dort als Energiequelle zur Verfügung. Vielleicht gelingt es auf der Grundlage dieser Erkenntnisse, *Helicobacter pylori* und andere Wasserstoff nutzende Bakterien schon durch eine Ernährungsumstellung von einer wichtigen Energiequelle abschneiden.<sup>15</sup>

**Korrektur** zu Nr. 5/02 „Tankstelle“: Das Kryosystem des für Berlin geplanten Busses kommt von Linde. Der Beitrag von Air Liquide besteht in der Brennstoffzelle (über die Tochterfirma Axane).

## Brennstoffzellen

**Fiat:** Nuvera Fuel Cells, eine teilweise aus einer Tochter des italienischen Ansaldo-Konzerns her-

vorgegangene Firma, hat neun PEM-Stacks an das Fiat-Forschungszentrum Centro Ricerche Fiat (CRF) geliefert. Sie sollen in Fahrzeugen des Typs „Seicento Elettra H2“ eingesetzt werden, einem für den Stadteinsatz gedachten Fahrzeug auf Basis des Kleinwagens Fiat 600. Das Projekt wird vom italienischen Umweltministerium gefördert.<sup>16</sup>

**Übernahme:** Der amerikanische Brennstoffzellenproduzent Plug Power Inc. übernimmt die ebenso amerikanische H Power Corp. für etwa 51 M\$. Beide Firmen glauben, dass das gemeinsame Unternehmen wirtschaftlich und technisch besser mit den nicht gerade einfachen wirtschaftlichen Bedingungen fertig werden kann.<sup>17</sup>

**Ende einer Ära:** Ein Pionier der Brennstoffzelle ist das Modell P25 der UTC Fuel Cells, einer Tochter der United Technologies auf der Basis einer phosphorsauren Brennstoffzelle mit jeweils etwa 200 kW elektrischer und thermischer Leistung. Seit 1991 wurden über 250 Exemplare hergestellt und 13 davon in Deutschland installiert. UTC-Präsident William Miller kündigte jetzt an, auf die PEM-Bauart übergehen zu wollen, und zwar aus Kostengründen. Die Systemkosten für die phosphorsauren Anlagen liegen jetzt bei 4500 \$/kW. So könne man nicht wettbewerbsfähig zum Stromnetz werden, und nach Millers Auffassung mit der Festoxidtechnik auch nicht. UTC Fuel Cells werde nun dieses und nächstes Jahr noch Anlagen vom Typ PC25 ausliefern, arbeitet aber unter dem Namen PC35 am PEM-Modell mit etwa 150 kW<sub>el</sub>. Bis zum Frühjahr 2004 sollen die Kosten bei 1500 \$/kW angelangt sein. Bei kleinen Anlagen sei das schwieriger als bei großen, weil dort der Anlagenpreis stärker von der Peripherie bestimmt werde. Aber UTC arbeitet auch daran, unter anderem gemeinsam mit Buderus. Nächstes Jahr sollen auf diesem Gebiet Feldversuche beginnen.<sup>18</sup>

**Telekom:** Die Telekom-Tochtergesellschaft „De-Telmmoblien“ nahm vor ihrem Sitz in München eine Schmelzkarbonat-Brennstoffzelle von MTU in Betrieb. Damit die Öffentlichkeit das auch merkt, wurde die Anlage am Marsplatz in eine Art Vitrine gestellt. Dafür lockerte die Stadt sogar die Bauvorschriften. Pro Jahr soll die Anlage die Emission von 600 t CO<sub>2</sub> vermeiden. Bewährt sich der Prototyp, will die Telekom an hundert Standorten in ganz Deutschland ihre Notstrom-Aggregate, die bisher fast alle auf Dieselsbasis laufen, durch

<sup>14</sup> R. H. M. Smit et al. : "Measurement of the conductance of a hydrogen molecule", *Nature* 419 (2002) 906

<sup>15</sup> Jonathan W. Olson, Robert J. Maier: „Molecular Hydrogen as an Energy Source for *Helicobacter pylori*“, *Science* 298 (2002) 1788-90; s. Nr. 4/01 "Innere Unsicherheit"

<sup>16</sup> Nuvera-Pressemitteilung vom 7. September 2002

<sup>17</sup> Pressemitteilung vom 12. November 2002

<sup>18</sup> VDI-Nachrichten, 22. November 2002

Brennstoffzellen ersetzen. Die 5 M€ teure Entwicklung wurde zur Hälfte aus Fördermitteln des Bundes finanziert.<sup>19</sup>

**Wuppertal:** Ungebremste Zuversicht über die Zukunft der Brennstoffzelle herrschte am 20. November auf dem 4. Symposium zum Thema Brennstoffzelle mit dem Titel „Potentiale und Marktchancen von Brennstoffzellensystemen“ in der Wuppertaler Stadthalle. Der japanische Computer-Hersteller Toshiba hat für 2004 ein erstes Notebook mit Energieversorgung per Brennstoffzelle angekündigt. In Japan wird der Brennstoffzelle ein Marktvolumen von 3,3 G\$ bis 2010 prognostiziert. Der Innovationsprozess habe mittlerweile eine erhebliche Dynamik gewonnen, durch technische Innovationen müssten aber noch weitere Kostensenkungsansätze sichtbar gemacht werden. Zwar waren sich alle Experten einig, dass die Brennstoffzelle technisch ausgereift sei. Doch wurde auch vor zu großer Euphorie gewarnt. „In der Hausenergieversorgung stehen wir mit der Brennstoffzelle erst bei der Felderprobung“, erklärte Kai Klinder von Vaillant. Weltweit gebe es noch keine Brennstoffzelle in der Hausenergieversorgung, die bereits Serienreife besitze. Die Technik sei noch nicht völlig ausgereift, das Produkt funktioniere noch nicht ausreichend zuverlässig. Klinder: „Vorher wird kein Hersteller seine Produkte flächendeckend anbieten. Das wird wahrscheinlich nicht vor 2006/2007 der Fall sein.“<sup>20</sup>

**Hessen:** Einen „Kompetenzatlas Brennstoffzelle Hessen“ hat die TechnologieStiftung Hessen GmbH herausgegeben. Dabei handelt es sich um ein Ergebnis der Arbeit der am 30. April dieses Jahres gegründeten „Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Initiative Hessen“, an der der DWV maßgeblich beteiligt ist. Das Heft, das beim Herausgeber kostenlos erhältlich ist, enthält eine ziemlich umfassende Liste aller in Hessen auf diesem Gebiet tätigen Firmen und Institute. Die Initiative ist natürlich mit einem eigenen Kapitel dabei. In einem Vorwort betont Wirtschaftsminister Posch die hohen Erwartungen, sowohl ökologisch als auch ökonomisch, die an das Thema geknüpft werden.

Im Zusammenhang mit der Internationalen Automobilausstellung in Frankfurt im September 2003 ist ein „Mobilitätskongress“ geplant. Dort soll veranschaulicht werden, welche Zukunftschancen die Brennstoffzellentechnik bietet, um die Umweltbe-

lastungen trotz steigenden Verkehrsaufkommens zu senken. Bei einem Expertentreffen im Dezember betonte Wirtschafts-Staatssekretär Herbert Hirschler, dass die Entwicklung der Brennstoffzelle langsam die Entwicklungs- und Erprobungsphase verlasse und auf dem Weg zur praktischen Anwendung stärker in den Mittelpunkt der öffentlichen Diskussion gerückt werden müsse, um rechtzeitig die ökonomischen, ökologischen und verkehrspolitischen Folgewirkungen zu erkennen.

**Westentasche:** Die Firma Medis Technologies Ltd. ist der Meinung, ihre kleine Brennstoffzelle jetzt so weit entwickelt zu haben, dass sie in absehbarer Zeit in Endprodukte eingebaut werden kann. In einem Laborversuch gab ein Ladegerät genug Energie ab, um ein Mobiltelefon zu versorgen und gleichzeitig seinen total leeren Akku wieder zu laden. Jede Füllung des Laders soll für sechs bis neun Stunden Sprechzeit oder zwei bis drei Akkuladungen reichen. Das Gerät wird zwei Drittel der Größe und das halbe Gewicht eines Telefons haben. Da die Kosten der Brennstoffzelle 2,50 bis 3,50 \$/W betragen, müsste der Preis des Geräts konkurrenzfähig sein. Das Gerät kann lange gelagert werden, weil es erst funktioniert, wenn die Methanolpatrone eingesetzt wird. Außerdem kann man es beliebig an- und abstellen.<sup>21</sup>

**Bilanz:** Über 3800 Brennstoffzellensysteme sind bisher weltweit in Betrieb genommen worden. Die ersten derartigen Systeme wurden in den 50er Jahren eingeführt. Seitdem hat die Steigerung in der Leistungstärke und der Quantität zu beeindruckenden Resultaten geführt. „Die jährliche Wachstumsrate von 58 %, die die Zahlen des letzten Jahres ergaben, ist bedeutsam, denn auch in den Jahren davor war ein hoher Anstieg zu verzeichnen“, so Mark Cropper, Mitautor eines kürzlich erschienenen Berichts zu dem Thema. „Zum Beispiel haben wir ein signifikantes Wachstum im Kraftfahrzeugsektor erlebt; hier wurden seit Mitte der 90er Jahre mehr als 300 Prototypen weltweit gebaut.“ Man erwartet, dass dieses Wachstum anhält. Auch andere Einsatzmöglichkeiten dieser Technik zeichnen sich ab, so zum Beispiel bei der Stromversorgung von Laptops. Toshiba plant den Vertrieb eines mit einer Brennstoffzelle betriebenen Laptops ab dem Jahre 2004.<sup>22</sup>

<sup>19</sup> *Süddeutsche Zeitung*, 25. November 2002; s. Nr. 2/02 „Telefon-Zellen“

<sup>20</sup> Pressemitteilung der Energieagentur NRW

<sup>21</sup> Pressemitteilung vom 20. November 2002

<sup>22</sup> [www.fuelcelltoday.com](http://www.fuelcelltoday.com)



## Energie und Klima

**Daneben:** Deutschland wird nach der Einschätzung von Umweltexperten das Ziel der Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 25 % zwischen 1990 und 2005 verfehlen. Wie das Statistische Bundesamt mitteilte, ist der Ausstoß von CO<sub>2</sub> zwischen 1990 und 2000 jährlich nur um 1,3 % zurückgegangen. Damit das Reduktionsziel von insgesamt 25 % bis zum Jahr 2005 noch erreicht werden kann, müsste sich der Rückgang deutlich auf 3,6 % jedes Jahr erhöhen. Angesichts der rückläufigen CO<sub>2</sub>-Minderung in den vergangenen Jahren gilt dies unter Experten jedoch als unrealistisch.<sup>23</sup>

**Plutonium:** Wer sich mit Plutonium beschäftigt, interessiert sich meist für den Kern des Atoms. Aber auch die Elektronenhülle birgt interessante Überraschungen. Die Wechselwirkung von 94 Teilchen neigt ja auch zur Unübersichtlichkeit. Kürzlich wurde festgestellt, dass die intermetallische Verbindung PuCoGa<sub>5</sub> bei 18,5 K Supraleitung zeigt. Das war von dieser Stoffklasse bisher nicht bekannt. Sie steht damit hinsichtlich des Mechanismus zwischen den seit langer Zeit bekannten metallischen Supraleitern und den oxidkeramischen Hochtemperatur-Supraleitern mit Sprungtemperaturen bis 130 K. Die Forscher hoffen, durch weitere Forschungen an dieser Sorte von Verbindungen auf Plutonium verzichten zu können; das ist ja nicht nur radioaktiv, sondern auch sehr giftig und Krebs erzeugend. Auf die Radioaktivität wird man wohl nicht verzichten können: die durch die Strahlung erzeugten Schäden am Kristallgitter sollen mit dem ungewöhnlich hohen kritischen Feld zu tun haben.<sup>24</sup>

**Lücke neu vermessen:** Die Bandlücke des Halbleiters Galliumindiumnitrid beträgt nicht 2 eV, wie bisher in der Fachliteratur zu lesen war, sondern nach neuen Messungen nur 0,7 eV. Das Aufregende daran ist, dass sich dieses Material daher für die Herstellung von Solarzellen eignet, mit denen ein viel größerer Anteil des Sonnenspektrums ausgenutzt werden kann als mit den bisherigen Modellen. Die Bandlücke von Galliumindiumnitrid kann nämlich je nach Anteilen von Gallium und Indium verändert und damit optimal an das Sonnenspektrum angepasst werden. Je mehr Gallium

in der Substanz enthalten ist, desto besser absorbiert es energiereiches Sonnenlicht bis in den UV-Bereich. Nimmt dagegen der Anteil an Indium zu, werden die anderen Farben des Sonnenspektrums bis hin zum Infraroten absorbiert und in Strom umgewandelt. So bietet sich die Chance, aus mehreren Schichten eine Solarzelle zu bauen, die theoretisch einen Wirkungsgrad von bis zu 70 % aufweisen könnte; praktisch wären dann vielleicht 50 bis 55 % drin. Heute liegt der Rekord für mehrschichtige Solarzellen bei einem Wirkungsgrad von rund 35 %. Allerdings ist noch eine Menge Entwicklungsarbeit erforderlich, bis die Lücke von der Grundlagenforschung zu einer effektiven und wirtschaftlichen Solarzelle überbrückt ist.<sup>25</sup>

**Stanford:** An der Stanford University wird ein neues Projekt im Umfang von 225 M\$ koordiniert, in dem eine Gruppe von Energieunternehmen Energiesysteme erforschen will, die mit geringeren Umweltbelastungen verbunden sind. Bei den Firmen handelt es sich um den Ölmulti Exxon (100 M\$), General Electric (50 M\$), E.ON (50 M\$) und Schlumberger (25 M\$), einen weltweit führenden Ausrüster für die Ölförderung. Zu den Systemen, die auf dem Programm stehen, gehört ein weites Spektrum von Technologien wie fortschrittliche Transportsysteme, Herstellung, Verteilung und Verbrauch von Wasserstoff und Bio-Treibstoffen, Geotechnik, Verbrennungsmaschinen, Energiespeicherung und erneuerbare Quellen wie Wind und Sonne. Für Scott Donnelly, Vizpräsident der GE Global Research, ist dies „die natürliche Fortsetzung der kritischen Forschung, die wir bisher schon an Wasserstoff, Brennstoffzellen, Solar- und Windtechnik durchgeführt haben“. Exxon dagegen, die größte Ölfirma der Welt, war bisher weniger für ihre Begeisterung für alternative Energien bekannt. Umweltschützer äußerten auch schnell den Verdacht, für Exxon sei die Förderung des Vorhabens nur ein Feigenblatt, mit dem man sich von der Pflicht zu konkreten emissionsmindernden Maßnahmen loskaufen und ohne eigene Anstrengung Reklame machen wolle. Greenpeacesprecher James Moore sagte: „Dieser Beitrag passt ins Bild. Sie forschen lieber das Klima zu Tode als jetzt irgend etwas zu tun.“ Exxon wies darauf hin, die 100 M\$ seien die größte Förderung, die die Firma je für Grundlagenforschung zur Verfügung gestellt habe, und die 225 M\$ zusammen sind etwa so viel, wie Stanford in den letzten zehn Jahren an Projektmitteln von Firmen eingenommen hat. Aber alles ist eine Frage des Maßstabs. Immerhin plant Exxon, in den nächsten zehn Jahren 100 G\$ für

<sup>23</sup> Berliner Zeitung, 6. November 2002

<sup>24</sup> J. L. Sarrao, L. A. Morales, J. D. Thompson, B. L. Scott, G. R. Stewart, F. Wastin, J. Rebizant, P. Boulet, E. Colineau, G. H. Lander: „Plutonium-based superconductivity with a transition temperature above 18 K“, *Nature* 420 (2002) 297-9

<sup>25</sup> bild der wissenschaft newsticker, 27. November 2002

Exploration und Geschäftsentwicklung auszugeben.<sup>26</sup>

**Wenig hilfreich:** Eigentlich klingt es einleuchtend: Kohlendioxid ist Nahrung für die Pflanzen, und so müssten Waldgebiete und Aufforstungen eigentlich ein gutes Mittel gegen den Treibhauseffekt sein. Auf dieser Basis hatten sich bei den Verhandlungen zum Klimaschutzprotokoll von Kyoto die USA und andere Länder mit der Forderung durchgesetzt, ihre Verpflichtungen teilweise mit der Anpflanzung und dem Schutz von Bäumen zu erfüllen. Bäume absorbieren CO<sub>2</sub> und speichern es, solange sie leben. Aber wie so oft in der realen Natur hat auch diese Logik ihre Grenzen. Kanadische Forscher begasten vier Jahre lang Amerikanische Zitterpappeln entweder mit CO<sub>2</sub>, mit Ozon (O<sub>3</sub>) oder mit beiden gleichzeitig. Dabei maßen sie das Wachstum der Pflanzen und untersuchten, wie stark die Bäume mit bestimmten Arten von Pilzen, Schmetterlingslarven und Blattläusen befallen waren. Ergebnis: Hohe CO<sub>2</sub>-Konzentrationen begünstigen zwar das Wachstum, schwächen aber die Schädlingsabwehr der Bäume. Der häufige Befall mit Pilzen oder Insekten schränkt wiederum das Wachstum der Pflanzen ein, so dass sie unter dem Strich doch weniger Treibhausgas aus der Atmosphäre entfernen und in die Biomasse einlagern. Vermutlich hat dies mit einer Veränderung der Blattqualität zu tun. Noch schädlicher wirkte sich Ozon aus. Hohe O<sub>3</sub>-Werte führten zu einem viermal so häufigen Pilzbefall und begünstigten die Vermehrung von Schmetterlingen, erhöhten also die Fraßschäden durch ihre Raupen.<sup>27</sup>

## Personalien

Unser Mitglied **Manfred Stefener**, Geschäftsführer der Firma Smart Fuel Cells, wurde von der Zeitschrift *Scientific American* im Rahmen des *Scientific American 50 Award* als einer der Gewinner in der Sparte Energie ausgewählt. Die Auszeichnung gilt den 50 Personen, Gruppen, Firmen oder anderen Organisationen, „deren Erfolge in der letzten Zeit den Weg für eine bessere technologische Zukunft für alle weisen“. Grund für seine Wahl war die Arbeit der von ihm geleiteten Firma an kleinen Brennstoffzellen für den portablen Einsatz.

<sup>26</sup> Reuters, 22. November 2002

<sup>27</sup> K. E. Percy, C. S. Awmack, R. L. Lindroth, M. E. Kubiske, B. J. Kopper, J. G. Isebrands, K. S. Pregitzer, G. R. Hendrey, R. E. Dickson, D. R. Zak, E. Oksanen, J. Sober, R. Harrington, D. F. Karnosky: „Altered performance of forest pests under atmospheres enriched by CO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub>“, *Nature* 420 (2002) 403-7; s. auch Nr. 2/02 "Keine Senke", 3/01 "Auch keine Lösung", Nr. 5/99 "Kein Ersatz"

**General Motors:** Der Eintritt von Frank Colvin, bisher als Vizepräsident für Brennstoffzellenaktivitäten zuständig, in den Ruhestand zum 1. Februar 2003 hat ein Personalkarussell bei den Verantwortlichen für die Brennstoffzellenautos ausgelöst. Colvins Nachfolger wird Byron McCormick, der in dieser Funktion direkt dem Forschungs-Vizepräsidenten Larry Burns unterstellt sein wird. Erhard Schubert, bisher Chef des Entwicklungszentrums in Mainz-Kastel, wird Technologiedirektor für GM Europe. In dieser Funktion wird er als Verbindungsmann zu europäischen Energie- und Umweltaktivitäten fungieren. Auch er wird direkt Larry Burns unterstellt sein. Schuberts Nachfolger in Mainz-Kastel wird Udo Winter.<sup>28</sup>

## Nachlese

C. J. Campbell, F. Liesenborghs, J. Schindler, W. Zittel: **Ölwechsel! — Das Ende des Erdölzeitalters und die Weichenstellung für die Zukunft**, Hrsgb: Global Challenges Network, erschienen bei dtv Premium Nr. 24321, ISBN 3-423-24321-4; broschiert - 280 Seiten, ab 15,00 €

Die Autoren (die beiden letztgenannten sind bei unserem Mitglied L-B-Systemtechnik in Ottobrunn tätig) beschäftigen sich mit der Frage, wie lange das Öl noch zu den gewohnten Kosten erhältlich sein wird. Die Indizien sind eindeutig und widerlegen die auf Jahrhunderte ausgelegten Prognosen der Ölkonzerne. Es gibt keinen Grund zur Panik, aber es ist höchste Zeit für eine sachliche und konstruktive Auseinandersetzung mit den Fragen der nachhaltigen Einstellung auf die in Zukunft zu erwartenden Umbrüche. Gleichzeitig wird in Szenarien aufgezeigt, wie erneuerbare Energien die fossilen ablösen können.

Bellona Foundation (Hrsgb.): **Hydrogen - Status and possibilities**, im Internet unter [http://www.bellona.no/en/energy/hydrogen/report\\_6-2002/index.html](http://www.bellona.no/en/energy/hydrogen/report_6-2002/index.html). Die norwegische Umweltorganisation kommt zu dem Schluss, dass Wasserstoff global gesehen von zentraler Bedeutung für die Bewältigung des Treibhausproblems und die Bekämpfung lokaler Luftverschmutzung sein wird.

<sup>28</sup> Pressemitteilung vom 6. Dezember

## Mitglieder

### Eintritte:

- **Forschungszentrum Karlsruhe GmbH**, Leopoldshafen, am 23. Oktober 2002
- Herr **Georg Koch**, Hamburg, am 26. Oktober 2002
- Herr **Horst Schultz**, Altlußheim, am 4. November 2002
- Herr **Markus Hackner**, Berlin, am 19. November 2002
- **Germanischer Lloyd AG**, Hamburg, am 22. November 2002
- Herr **Dr. Ulrich Stiegler**, Zürich (Schweiz), am 26. November 2002

### Austritte zum Jahresende

- Herr **Anton Fechter**, Ulm
- Herr Dr. **Horst-Henning Giere**, Bochum
- Herr Dr. **H. G. Klug**, Buxtehude
- Herr **Peter Koch**, Oberhausen
- Herr **Christian Machens**, Grimma
- Herr **Wolfram Nolte**, Bonn
- **P&T Technology AG**, Hamburg
- Herr **Christof Thomas**, Reichshof-Hespert
- Herr **Frans van Dijk**, Herdwangen-Schönach
- Herr **Dr. Horst Weinert**, Berlin

## Terminkalender

(Kursive Termine sind neu. Beachten Sie auch den aktuellen Terminkalender auf unserer Internet-Seite; dort finden Sie auch Internet-Links und E-Mail-Adressen.)

### 2003

27.,28.01.03, Heidelberg: **Brennstoffzellen-Technologie** — Wirklichkeit und Zukunft in der Energieversorgung ☞ Wirtschaftsverlag Carl Ueberreuter GmbH, Fr. Dr. Barbara Litjes ☐ Lurgiallee 6-8, 60439 Frankfurt/Main ☎ (069) 5809 05-44 ☎ -20 (bitte bei evtl. Anmeldung Ihre DWV-Mitgliedschaft angeben; Sie erhalten 250 € Rabatt auf die Teilnahmegebühr!)

11.-13.02.03, Essen: **E-World** ☞ E-world of Energy GbR ☐ Norbertstr., Messehaus Ost, 45131 Essen ☎ (0201) 1022-210 ☎ -333

14.-16.02.03, Böblingen: **erneuerbare energien 2003** ☞ erneuerbare energien GmbH, Fr. Miriam Hegner ☐ Unter den Linden 15, 72762 Reutlingen ☎ (07121) 21 30 16-0 ☎ -100

18.-20.02.03, München: **Global Alternative Fuels Forum for Automotive Applications** ☞ The Energy Exchange, Fr. Charlotte Hodson ☐ 25 St Georges Road, Cheltenham, Glos GL50 3DT (Großbritannien) ☎ (0044-1242) 529090 ☎ 570820

18.-20.02.03, München: **Alternative Power Sources for Stationary Applications Workshop** ☞ The Energy Exchange, Fr. Charlotte Hodson ☐ 25 St Georges Road, Cheltenham, Glos GL50 3DT (Großbritannien) ☎ (0044-1242) 529090 ☎ 570820

19.,20.02.03, Frankfurt am Main: **Neue dezentrale Versorgungsstrukturen** ☞ VDE Tagungs- und Seminarorganisation ☐ Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main ☎ (069) 9631-477 ☎ -5213

19.-22.02.03, I-Mailand: **Idrogeno & Fuel Cells** (1<sup>st</sup> Italian Exhibition and Conference) ☞ Solar Energy Group Srl ☐ Via Gramsci 63, 20032 Cormano (Italien) ☎ (0039-02) 66 30 17 54 ☎ 66 30 43 25

20.,21.02.03, Essen: **Brennstoffzellen-Heizgeräte zur Energieerzeugung im Haushalt** ☞ Haus der Technik e.V. ☐ Hollestr. 1, 45127 Essen ☎ (0201) 1803-1 ☎ -269

25.02.03, Ulm: **Brennstoffzellen zur Hausenergieversorgung — Ein Workshop für Anwender** ☞ Weiterbildungszentrum Brennstoffzelle Ulm e.V., Hr. Thomas Aigle ☐ Helmholtzstr. 8, 89081 Ulm ☎ (0731) 95 30-404 ☎ -666

20.-23.02.03, Bangalore (Indien): **Clean Energy Expo 2003** ☞ Pradeep Deviah & Associates Pvt. Ltd., Hr. Yogesh Srinivasan ☐ PDA House, 32/2 Spencer Road, Frazer Town, Bangalore - 560 005 (Indien) ☎ (0091-80) 5547434 ☎ 5542258

03.-06.03.03, Detroit (Michigan, USA): **SAE World Congress 2003** ☞ SAE (Society of Automotive Engineers) World Headquarters ☐ 400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096-0001 (USA) ☎ (001-724) 776-4841 ☎ -5760

04.03.03, Washington (D.C., USA): **14. Jahresversammlung der National Hydrogen Association** ☞ National Hydrogen Association (NHA), Fr. Lara Neer ☐ 1800 M St. NW, Washington, DC, 20036 (USA) ☎ (001-202) 223-5547 ☎ -5537

11.-14.03.03, Leipzig: **enertec** ☞ Leipziger Messe GmbH ☐ Postfach 100720, 04007 Leipzig ☎ (0341) 678-8293 ☎ -8292

18.,19.03.03, GB-London: **Fuel Cells for Stationary Applications** ☞ Marcus Evans Ltd., Mrs. Ola Samuelsson ☐ 4 Cavendish Square, London W1G 0BX (Großbritannien) ☎ (0044-20) 7647-2325 ☎ 7637-0843

22.,23.03.03, München: **Energie effizient nutzen** ☞ WIP ☐ Sylvensteinstr. 2, 81369 München ☎ (089) 72012-735 ☎ -791

26.-28.03.03, Aspen (Colorado, USA): **Aspen Clean Energy Roundtable X** ☞ Montreux Energy LLC, Mr. Andrew W. Bermingham ☐ 518 17th Street, Suite 1750, Denver, CO 80202 (USA) ☎ (001-303) 534-0193 ☎ -0195

01.,02.04.03, Heilbronn: **Stationäre Brennstoffzellen — Technologien, Partnerschaften, Chancen** ☞ VDI e.V. ☐ Postfach 10 11 39, 40002 Düsseldorf ☎ (0211) 6214-400

01.-11.04.03, Stralsund: **11<sup>th</sup> Stralsund Spring School Hydrogen Power by Fuel Cells** ☞ FH Stralsund, Prof. Jochen Lehmann ☐ Zur Schwedenschanze 15, 18435 Stralsund ☎ (03831) 456-703 ☎ -687

03.-06.04.03, MC-Monaco: **Monte-Carlo International Electric & Hybrid Vehicles Show 2003** ☞ MITI, Fr. Laure Hatchuel-Becker ☐ 2313, boulevard Princesse Charlotte, 98000 Monaco (Monaco) ☎ (00377) 93 50 13 44 ☎ -8429

07.-12.04.03, Hannover: Hannover Messe 2003, mit **9. Gemeinschaftsstand "Hydrogen + Fuel Cells — Technologies, Products, and Services"** in der Energiehalle ☞ Arno A. Evers FAIR-PR ☐ Achheimstr. 3, 82319 Starnberg ☎ (08151) 99892-3 ☎ -43

21.-23.04.03, F-Paris: **Eighth International Symposium on Solid Oxide Fuel Cells (SOFC-VIII)** (im Rahmen der 203. Tagung der Electrochemical Society) ☞ The Electrochemical Society, Inc. ☐ 65 South Main Street, Pennington, New Jersey 08534-2839 (USA) ☎ (001-609) 737-1902 ☎ -2743

27.04.-02.05.03, Rochester (New York, USA): **First International Conference on Fuel Cell Science, Engineering and Technology** ☞ Rochester Institute of Technology, ME Department, Dr. R. K. Shah ☐ Rochester, NY 14623 (USA) ☎ (001-585) 475-6728 ☎ -7710

03.-05.05.03, Las Vegas (Nevada, USA): **Fuel Cell Systems — Stationary, Automotive and Portable Applications** ☞ Florida Educational Seminars, Inc., Hr. Thomas DeVita ☐ 2300 Glades Road, Suite 307E Boca Raton, FL 33431 (USA) ☎ (001-561) 367-0193 ☎ -8429

08.-10.05.03, Berlin: **Solar Energy** mit Sonderschau H<sub>2</sub>-Energy  
 ☞ Profair GmbH ☒ Porschestra. 13, 31135 Hildesheim ☎  
 (05121) 20626-0 ☎ -26

13.-15.05.03, NL-Amsterdam: **Sustain 2003** ☞ Amsterdam RAI  
 ☒ Postbus 77777, 1070 MS Amsterdam (Niederlande) ☎  
 (0031-20) 549-1212 ☎ -1889

01.-06.06.03, Jeju Island (Südkorea): **1st International  
 Conference on Polymer Batteries and Fuel Cells** ☞ Korea  
 Advanced Institute of Science and Technology, Prof. Jung-Ki  
 Park ☒ 373-1, Guseong-dong, Yuseong-gu, Daejeon, 305-701,  
 Rep. Korea ☎ (0082-42) 869-3925 ☎ -3910

08.-11.06.03, Vancouver (British Columbia, Kanada):  
**Hydrogen and Fuel Cells 2003 Conference and Trade Show**  
 ☞ Advance Group Conference Management Inc., Secretariat  
 Hydrogen and Fuel Cells 2003 ☒ Suite 101 – 1444 Alberni  
 Street, Vancouver, BC V6G 2Z4 (Kanada) ☎ (001-604) 688-  
 9655 ☎ 685-3521

12.-14.06.03, Bremerhaven: **Umtech** ☞ KMN GmbH ☒ Land-  
 gut 8, 18059 Rostock / Groß Stave ☎ (0381) 499 66-41 ☎ -51

22.-23.06.03, Essen: **Einfluss von Wasserstoff bei der Verar-  
 beitung und Anwendung metallischer Werkstoffe** ☞ Haus  
 der Technik e.V. ☒ Hollestr. 1, 45127 Essen ☎ (0201) 1803-1  
 ☎ -269

23.-27.06.03, Busan (Südkorea): **6th International Conference  
 on New Energy Systems and Conversions** ☞ The Korean  
 Hydrogen & New Energy Society ☒ 1291 Wu 2-dong,  
 Haundae-gu, Busan, 612-827 (Rep. Korea) ☎ (0082-42) 869-  
 8442 ☎ -8910

30.06.-04.07.03, CH-Luzern: **2nd European PEMFC Forum** ☞  
 European Fuel Cell Forum ☒ Postfach 99, 5452 Oberrohrdorf,  
 Schweiz ☎ (0041-56) 496-7292 ☎ -4412

06.-11.07.03, Montréal (Québec, Kanada): **New Materials for  
 Electrochemical Systems** ☞ Bureau des Congrès Universi-  
 taires - New Materials ☒ 6600 Côte-des-Neiges, suite 215,  
 Montréal, Québec H3S 2A9 (Kanada) ☎ (001-514) 340-3215 ☎  
 -4440

02.-05.09.03, F-Grenoble: **European Hydrogen Energy Con-  
 ference** ☞ Association Française de l'hydrogène, Fr. Stéphanie  
 Paysant ☒ 28, rue Saint Dominique, 75007 Paris (Frankreich)  
 ☎ (0033-1) 53 59 02 11 ☎ 45 55 40 33

24.-26.09.03, GB-London: **Grove Fuel Cells Symposium 2003**  
 ☞ Elsevier Science Ltd., Fr. Sarah Wilkinson ☒ The Boulevard,  
 Kidlington Langford Lane, Oxford (Großbritannien) ☎ (0044-  
 1865) 843691 ☎ 843958

29.-30.09.03, Stuttgart: **f-cell** ☞ Peter Sauber Agentur ☒ Fritz-  
 von-Graevenitz-Str. 6, 70839 Gerlingen ☎ (07156) 48400 ☎  
 48646

06.-08.10.03, Berlin: 10. Fachforum **Brennstoffzellen — Ent-  
 wickler und Anwender berichten** ☞ OTTI Technologiekolleg,  
 Fr. Anna Fuchssteiner ☒ Wernerwerkstr. 4, 93049 Regensburg  
 ☎ (0941) 29688-28 ☎ -17

09.-11.10.03, Hamburg: **Wasserstoff Expo** ☞ Freesen & Part-  
 ner GmbH, Fr. Ines Sandra Freesen ☒ Grafenberger Allee  
 342, 40235 Düsseldorf ☎ (0211) 68 78 58-0 ☎ -33

20.-24.10.03, Peking (China): **HYFORUM 2003** ☞ Forum für  
 Zukunftsenergien e.V. ☒ Stralauer Platz 33-34, 10243 Berlin  
 ☎ (030) 726 15 998-0 ☎ -9

06.-08.11.03, Stralsund: 10. Symposium **Nutzung erneuerbar-  
 er Energiequellen und Wasserstofftechnik** ☞ FH Stralsund,  
 Prof. Jochen Lehmann ☒ Zur Schwedenschanze 15, 18435  
 Stralsund ☎ (03831) 456-703 ☎ -687

13.-15.11.03, München: **ENXPO** ☞ JVConsult GmbH ☒ Gauß-  
 ring 5, 85609 Aschheim ☎ (089) 90 77 96-30 ☎ -39

15.-19.11.03, Long Beach (Kalifornien, USA): **20th Interna-  
 tional Electric Vehicle Symposium and Exhibition (EVS20)**  
 ☞ Electric Vehicle Association of the Americas, Fr. Pam Turner  
 ☒ 701 Pennsylvania Ave., NW; Third Floor - East Building,  
 Washington, DC 20004 (USA) ☎ (001-408) 741-5870 ☎ -5872

#### ----- 2004 -----

27.06.-02.07.04, Yokohama (Japan): **15th World Hydrogen  
 Energy Conference** ☞ Yokohama National University, Dpt. Of  
 Environmental Sciences, Prof. Shegeharu Tanisho ☒ 79-2  
 Tokiwadai, Hodogaya-ku, Yokohama 240-8501, Japan ☎  
 (0081-45) 339-3996 ☎ -3996

28.06.-02.07.04, CH-Luzern: **6th European SOFC Forum** ☞  
 European Fuel Cell Forum ☒ Postfach 99, 5452 Oberrohrdorf,  
 Schweiz ☎ (0041-56) 496-7292 ☎ -4412

28.08.-03.09.04, Denver (Colorado, USA): **World Renewable  
 Energy Congress VIII** ☞ WREN, Prof. Ali Sayigh ☒ 147  
 Hilmanton, Lower Earley, Reading RG6 4HN, Großbritannien  
 ☎ (0044-118) 961-1364 ☎ -1365.

Redaktionsschluss: 25. Februar 2016

**Kommen Sie gut über die Feiertage  
 und ins neue Jahr!  
 Auch 2003 wird es bestimmt wieder viel zu  
 lesen geben.**