

Der Wasserstoff-Spiegel informiert über wissenschaftliche, technische und ökonomische Fortschritte auf dem Weg zum Einsatz des sauberen und dauerhaft verfügbaren Energieträgers Wasserstoff, besonders auf der Grundlage regenerativer Primärenergien.

Schwerpunkt dieser Ausgabe sind Arbeiten mit dem Ziel, Wasserstoff als Treibstoff einzuführen. Besonders in Kombination mit der Brennstoffzelle zeichnet sich hier das Gespann von morgen ab.

Alle Meldungen sind frei zum Nachdruck. Belegexemplare werden erbeten. Nähere Informationen geben oder vermitteln wir gerne.

Der Vorstand des Deutschen Wasserstoff-Verbandes

Graphitfaserspeicher: Die beiden Bostoner Chemiker Rodriguez und Baker hatten Ende 1996 berichtet, bestimmte Graphitfasern mit Abmessungen im nm-Bereich könnten erstaunliche Mengen Wasserstoff anlagern (s. Nrn. 2 und 3/97). Sie halten inzwischen ein Patent auf Graphit-Nanostrukturen verschiedener Art, auf eine damit arbeitende Vorrichtung zur Speicherung von Wasserstoff und das dazugehörige Verfahren. Das US-Energieministerium (DoE) unterstützt die Arbeiten mit 175 k\$ und eventuell weiteren 45 k\$ später.

Daimler-Benz arbeitet „eng“ mit Rodriguez und Baker zusammen, bewahrt aber Stillschweigen über die Ergebnisse. Wie verlautet, will Daimler demnächst die Ergebnisse der grundlegenden Bostoner Untersuchungen an Mengen zwischen 200 mg und 1 kg verifizieren.

In Deutschland haben das Ulmer Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) und weitere Projektpartner eigene Messungen an Kohlenstoff-Fasern durchgeführt. Jürgen Garche vom ZSW ist hinsichtlich der zu erwartenden Ergebnisse optimistisch.

Alle für die Wasserstoffspeicherung geeigneten Graphit-Nanostrukturen zeichnen sich durch einen hohen Anteil an kristallinem Graphit aus und durch Abstände oder Zwischenräume, deren Abmessung möglichst genau 0,335 nm beträgt. Im Graphitkristall sind die π -Elektronen des C-Atoms delokalisiert. Dadurch besitzt das Gitter eine gemeinsame Elektronenwolke, ähnlich den Metallen und im Gegensatz zur amorphen Aktivkohle. Das ermöglicht die Chemisorption von Gas- oder Dampfmolekülen, wobei die Bindung wesentlich stärker ist als bei der Physisorption an Aktivkohle und vergleichbaren Stoffen.

Unabhängig von der Wasserstoffspeicherung gibt es jetzt schon zahlreiche andere Anwendungs-

gebiete für Graphitfasern. Der Preis der Fasern bei Massenfertigung gilt daher nicht als kritisch.

Flüssiger Wasserstoff auf See: Beim Germanischen Lloyd in Hamburg laufen die numerischen Auswertungen der Versuche an einem Modelltank für flüssigen Wasserstoff (LH₂), die 1996 auf dem Versuchsgelände Horstwalde der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) durchgeführt wurden (siehe Nr. 2/97). Die Versuche lieferten Anhaltspunkte für die Konstruktion sehr großer Behälter (3600 m³) für den Seetransport von LH₂. Außerdem konnten durch den Vergleich mit dem Experiment Rechenmodelle validiert werden, die eine sehr viel bessere Vorhersage des Druckanstiegs ermöglichen. Die Ergebnisse der Versuche können auch auf andere tiefkalt verflüssigte Gase wie Stickstoff, Sauerstoff, Erdgas übertragen werden.

Der Modelltank steht derzeit nach Abschluß der Versuche „arbeitslos“ auf dem BAM-Versuchsgelände 50 km südlich von Berlin; die Benutzung durch andere Interessenten zu Forschungszwecken soll grundsätzlich ermöglicht werden.

Normung: Das Technical Committee 197 „Hydrogen Technologies“ der International Organization for Standardization (ISO) hat im Mai seine turnusmäßige Sitzung in Toronto abgehalten. Auf Vorschlag der USA wurden zwei neue Themen verabschiedet, die sich mit wasserstoffgetriebenen Fahrzeugen beschäftigen. Der Industrieverband National Hydrogen Association (NHA), von dem die US-Delegation dominiert wird, legt großen Wert auf die Einführung des Wasserstoffs als Treibstoff in den Verkehr. Von der deutschen Delegation wurde ein Vorschlag für einen Sicherheitsstandard eingebracht und angenommen.

Konferenz: Im norwegischen Grimstad fand vom 18.-22. August mit internationaler Beteiligung die „Hypothesis II“ statt.

H. Buchner (Daimler-Benz) berichtete über den Stand des von Daimler-Benz und verschiedenen Partnern, besonders mittelständischen thüringischen Firmen, betriebenen Projekts zur Verwendung von Wasserstoff als Energiequelle in Nutzfahrzeugen sowie zur Senkung der NO_x-Emissionen von Dieselmotoren.

Der ehemalige Los Alamos-Mitarbeiter W. Edeskuty referierte über den Zusammenhang zwischen der Sicherheit der Wasserstoffenergie und ihrer öffentlichen Akzeptanz. Er forderte allgemeine und internationale Normen und Regeln (siehe dazu die Meldung über die ISO-Gruppen).

Die nationalen Wasserstofforganisationen, besonders die europäischen, wollen ihre Zusammenarbeit verbessern und auch formalisieren.

Fahren mit Wasser: Autos mit Wasserstofftanks gibt es ja schon, aber Autos mit Wasserstofftanks??? Wenn man natürlich das Wasser an Bord des Fahrzeugs irgendwie zersetzen könnte...

Ein Ausschuß der amerikanischen National Hydrogen Association (NHA) denkt unter dem Titel „Renaissance Project“ über die Mobilität und die Fahrzeuge des nächsten Jahrhunderts nach und nimmt den Gedanken „Pack den Gartenschlauch in den Tank“ durchaus ernst. Eine Planungsgruppe soll sich im Herbst erstmals treffen.

Im Juliheft des „International Journal of Hydrogen Energy“ (S. 675) wird übrigens über „Photoelektrokatalytische Produktion von Wasserstoff aus natürlichem Meerwasser mit Sonnenlicht“ berichtet. Pro m² beschienener Fläche ist eine Ausbeute von bis zu 400 cm³/h Gas möglich.

Luftfahrt: Am 17. Juli 1996 stürzte vor Long Island eine Boeing 747 der TWA mit 230 Personen an Bord ab. Die Ermittlungen haben immer noch kein endgültiges Ergebnis erbracht. Als Ursache scheint inzwischen festzustehen, daß das Kerosindampf/Luft-Gemisch im fast leeren Haupttank explodierte. Woher die Zündenergie kam, ist nach wie vor ungeklärt.

Anmerkung: Luft im Tank ist der Normalzustand bei Kerosinflugzeugen wie auch bei Benzinautos. Obwohl das Gemisch bei Normalbedingungen überfettet ist, kann die Konzentration bei leerem Tank in den explosionsfähigen Bereich kommen. Wasserstofftanks enthalten im Normalbetrieb überhaupt keine Luft, so daß eine Zündung auch bei Energiezufuhr nicht möglich ist. Trotz des verbreiteten Vorurteils sind Verkehrsmittel mit Wasserstoff-

antrieb nicht nur nicht gefährlicher, sondern unter Umständen sogar sicherer als solche mit herkömmlichen Energieträgern.

Brennstoffzellen

Hamburg: Die neue Wasserstoff-Brennstoffzelle der Arbeitsgemeinschaft Hamburgische Electricitäts-Werke/Hamburger Gaswerke in der Lyserstraße in Hamburg-Bahrenfeld wurde am 14. August offiziell der Bestimmung übergeben. Es handelt sich um eine phosphorsaure Zelle mit 200 kW_{el} und 200 kW_{th} Nennleistung, die mit flüssigem Wasserstoff aus einem Standtank betrieben wird. Der Gesamtwirkungsgrad beträgt 85 %. Sie ergänzt eine andere Anlage ähnlicher Bauart, die seit Herbst 1995 störungsfrei mit Erdgas aus dem städtischen Netz läuft. Beide gehören zu einem Blockheizwerk, das 600 Wohnungen versorgt. Der die Wärmeleistung der Brennstoffzellen übersteigende Bedarf wird auf konventionelle Weise erzeugt, und die elektrische Energie der Aggregate wird ins Hamburger Stromnetz eingespeist. Probleme mit den Anwohnern gibt es nicht; die Mieter in den angeschlossenen Häusern scheinen vielmehr regelrecht stolz auf „ihre“ Anlage und die vielen Besuchergruppen zu sein.

ONSI — Berichtigung: Der amerikanische Brennstoffzellen-Hersteller ONSI hatte im Juni einen Auftragsbestand für 185 Zellen des Typs PC25. Es handelt sich dabei nicht um den Auftragseingang im Juni, wie in der letzten Nummer unzutreffenderweise gemeldet. Wir bedauern unser Versehen.

Förderung USA: Das Energieministerium der USA (DoE) fördert den Kauf von Brennstoffzellen, um die Marktfähigkeit dieser Technologie zu erhöhen. Derzeit kostet eine phosphorsaure Brennstoffzelle mit 200 kW_{el} Nennleistung etwa 600 k\$. Ein Preis von 400 k\$ wird als marktfähig angesehen. Das DoE hat 15 M\$ bereitgestellt und fördert (amerikanische) Kunden mit 1000 \$/kW bis zu 1/3 des Preises der Anlage. Wie der Anstieg der Bestellungen zeigt (siehe oben), funktioniert das recht gut. Die Hersteller sind der Ansicht, daß sie bei dieser Nachfrage durch die größeren Serien bis etwa zum Jahre 2000 die Kosten so reduzieren können, daß sie die Zellen auch ohne Subvention für 400 k\$ verkaufen können. Derzeit haben sie in erster Linie mit Kapazitätsproblemen zu tun. (Quelle: Hydrogen & Fuel Cell Letter)

Autos — Renault: Am Rande der Hypothesis II in Grimstad zeigten Renault und Partner den Stand des Projekts „FEVER“ (PKW mit LH₂-Tank und PEM-Zelle). Probefahrten sollen noch dieses Jahr

stattfinden. Parallel dazu wird bei Peugeot ein ähnliches Fahrzeug mit einem Druckgastank und einer noch kleineren PEM-Zelle entwickelt. Beide Arbeiten werden von der EU gefördert.

Autos — Toyota: Auf der IAA in Frankfurt/Main präsentierte Toyota die Weiterentwicklung des Brennstoffzellen-Fahrzeugs, das 1996 vorgestellt worden war (siehe Nr. 1/97). Es enthält statt des früheren Metallhydridspeichers jetzt einen Methanoltank, einen Reformier, eine verbesserte PEM-Zelle (25 kW) und eine Pufferbatterie.

Autos — Daimler-Benz: In einer Reaktion auf die Präsentation von Toyota zeigte Daimler-Benz am 10. September auf der Frankfurter IAA erstmals sein NECAR 3 der Öffentlichkeit. Die ausführliche Präsentation wird im Oktober in Tokio stattfinden, wie schon in Nr. 4/97 gemeldet. Vorstandschef Schrempp betonte, daß Daimler als erster Hersteller mit einem serienmäßigen Brennstoffzellen-Fahrzeug auf dem Markt sein wolle. Wie ergänzend verlautete, könnte die Serienproduktion 2004 oder 2005 beginnen.

Die im April beschlossene Partnerschaft Daimler/Ballard (siehe Nr. 3/97) ist seit dem 26. August endgültig unter Dach und Fach. Die Verträge über eine Kapitalbeteiligung und die Gründung gemeinsamer Tochterfirmen für Entwicklung und Vermarktung von Brennstoffzellen-Antrieben wurden unterzeichnet. In den nächsten Monaten werden beide Seiten zusammen mehr als 450 MCan\$ (etwa 585 MDM) investieren. PKW-Vorstand Hubbert sagte für Daimler bei der Vertragsunterzeichnung, die Brennstoffzelle habe „die größten Chancen, dem Verbrennungsmotor ernsthafte Konkurrenz zu machen.“ PKW-Entwicklungschef Petri äußerte: „Die Brennstoffzelle wird sich durchsetzen, wenn wir sie unseren Kunden zu einem attraktiven Preis-Leistungs-Verhältnis anbieten können.“

Das „Projekthaus Brennstoffzelle“ der Daimler-Benz AG hat ein neues Quartier in Nabern bei Kirchheim unter Teck bezogen. Sämtliche Arbeiten am System Brennstoffzellen-Fahrzeug mit allen seinen Komponenten sind dort aus Esslingen, Ulm, Friedrichshafen und anderswo zusammengezogen worden.

Politik

Umweltbundesamt: Am 18. September 1997 fand im Berliner Umweltbundesamt ein Gespräch zwischen Energie- und Verkehrsexperten des Hauses und Mitgliedern des DWV-Vorstandes statt. Es erbrachte Übereinstimmung darüber, daß UBA und DWV auf Gebieten von gemeinsamem Inter-

esse zusammenarbeiten, insbesondere Informationen austauschen wollen.

Das UBA beschäftigt sich grundsätzlich mit allen umweltrelevanten Technologien, wobei es bei der Beurteilung unterscheidet zwischen Technologien, die aktuell und auf absehbare Zeit einen Fortschritt versprechen und solchen, die zu einem späteren Zeitpunkt eventuell breit angewandt werden können. Es sieht die Möglichkeiten der Wasserstofftechnologie derzeit zurückhaltend, besonders wenn man bei der Beurteilung des Energieaufwandes und der Emissionen die gesamte Prozeßkette einschließlich der Wasserstoffherstellung in Betracht zieht. Das UBA ist aber daran interessiert, daß die Option der Wasserstofftechnologie offen gehalten und auch in konkreten Anwendungsprojekten untersucht wird.

Die Verkehrsseite des Hauses vertrat den Standpunkt, daß zur Verringerung der limitierten Emissionen (Kohlenwasserstoffe, CO, NO_x, Partikel) der Einsatz von Wasserstoff als Treibstoff nicht erforderlich sei. Die Verringerung der CO₂-Emissionen wird in erster Linie auf dem Wege einer Verbrauchsminderung angestrebt. Die Anwendung von Brennstoffzellen wird eher im stationären Bereich gesehen, wobei zur Zeit vorrangig fossile Energieträger als Ausgangsbrennstoffe eingesetzt werden sollten.

Die Meldungen über die Reaktion des UBA auf die Präsentation des Nebus von Daimler-Benz, die eine gewisse Irritation ausgelöst hatten, hatten nach Auskunft des Hauses durch sinnentstellende Kürzungen der Medien einen falschen Eindruck über die Bewertung der Brennstoffzellentechnologie durch das UBA erweckt. Die Erwartungen des UBA seien tatsächlich nicht so hoch wie die in den Daimler-Pressemitteilungen geweckt. Auf keinen Fall sei das Haus aber ein Gegner von Wasserstoff und Brennstoffzellen.

Berlin: Umweltsenator Strieder sieht die bayerischen Fördermaßnahmen für die Wasserstofftechnologie (s. Nr. 4/97) nicht als Modell für Berlin an, macht auch keine Zusagen über die Verwendung der Erlöse aus dem Verkauf von Landesbeteiligungen und hält einschlägige Fördermaßnahmen nicht für erforderlich. Eventuell vorhandene Mittel würden eher für die Photovoltaik verwendet werden. Dies ergibt sich aus seiner Antwort auf eine Kleine Anfrage im Abgeordnetenhaus. Die Aktivitäten in Japan und den USA sind dem Senator nicht bekannt.

Lobby: Der DWV steht jetzt auf der Liste der bei der Bundestagspräsidentin geführten Liste der Ver-

bände, die Interessen gegenüber dem Bundestag oder der Bundesregierung vertreten.

Aufgelesen

Der SPIEGEL meldet in der Nr. 35/97, daß Daimler-Benz 25 % von Ballard übernimmt, zusammen mit Ballard 400 MDM in Brennstoffzellenantriebe investieren und im Oktober in Tokio das NECAR 3 präsentieren will.

Anmerkung: *Ach, was wären das für aufregende Neuigkeiten, wenn man das nicht alles schon vor Monaten im „Wasserstoff-Spiegel“ oder auch im HyWeb gelesen hätte. Merke: Unsere Leser wissen noch mehr!*

Termine

Die Zukunft des Wasserstoffs muß heute beginnen!, Fachtagung der SPD-Fraktion im Bayerischen Landtag, 06.10.97 ☞ Fr. Dr. Metz-Schmidt, ☎ (089) 4126-2302, Fax -1351 ☞

Clean Airport Summit, 07.-09.10.97, Denver (Colorado, USA) ☞ ☎ (001-703) 528-4326, Fax -1953 ☞

Strategies for Research and Development of Photovoltaics — Japan/Europe in Comparison, 14.-16.10.97, Berlin ☞ Dr. Elmiger / Dr. Jäger-Waldau, Hahn-Meitner-Institut Berlin, ☎ (030) 8062-2634/2604, Fax -3199 ☞

Asia-Pacific Initiative for Renewable Energy and Energy Efficiency '97, 08.-10.10.97, Jakarta, Indonesien ☞ US Export Council for Renewable Energy, Mr. Griffin Thompson, US/ECERE, Washington, ☎ (001-202) 383-2561, Fax: -2555 ☞

Commercializing Fuel Cell Vehicles 97, 20.-22.10.97, Frankfurt/Main ☞ Intertech Corp., Portland (Maine, USA), Hr. Charles E. Spear, ☎ (001-207) 781-9800, Fax -2150 ☞

Alternative Energien — Wasserstoffnutzung, Vortrag von U. Schmidtchen und E. Behrend (DWV), 24.10.97, 18:15 Uhr, Volkshochschule Dresden ☞ Hr. Bloßfeld, ☎ (0351) 254 40-0, Fax -25 ☞

Nutzung regenerativer Energiequellen, Postgraduales Seminar der FH Stralsund, 06.-08.11.97 ☞ Fr. Noster, ☎ (03831) 456-713, Fax -687 ☞

2nd ASEAN Renewable Energy Conference, 06.-09.11.97, Phuket (Thailand) ☞ ASEAN Solar Energy Network, Bangkok, Fax: (0066-2) 428-4014 ☞

Markteinführung regenerativer Energieanlagen, 11.,12.11.97, Neuss ☞ VDI-GET, Postfach 10 11 39, 40002 Düsseldorf, Fax (0211) 6214-161 ☞

Jahrestagung des Deutschen Kälte- und Klimatechnischen Vereins (DKV), dabei auch Arbeitsabteilung I „Kryotechnik“, 19.-21.11.97, Hamburg ☞ Prof. H. Quack, TU Dresden, ☎ (0351) 463-2548, Fax -7247 ☞

(Thema wird noch bekanntgegeben), Kolloquiumsvortrag von R. Wurster (DWV), 02.12.97, 17:15 Uhr, TU München, Anorganisch-Chemisches Institut, Garching ☞ Münchner Chemische Gesellschaft, Prof. Beller, ☎ (089) 289-13080, Fax -13473 ☞

14th International Electric Vehicle Symposium and Exposition, 15.-17.12.97, Orlando (Florida, USA) ☞ Fr. Pam Turner, 15N Ellsworth Avenue, Suite 202, San Mateo, Ca-94401, USA ☞

9th Annual US Hydrogen Meeting, 03.-05.03.98, Vienna (Virginia, USA) ☞ NHA, ☎ (001-202) 223-5547, Fax -5537 ☞

Energy Technology Forum, 25.-27.03.98, Stockholm ☞ Bäck + Partner Marketing, ☎ (0211) 718 70-77, Fax -27 ☞

Energieversorgung mit Brennstoffzellen '98 — Stand und Perspektiven, 24.,25.03.98, Essen ☞ VDI-GET, Fachausschuß „Brennstoffzellen“, Postfach 10 11 39, 40002 Düsseldorf ☎ (0211) 6214-219, Fax -161 ☞

1998 International Conference on Energy and Environment, April 98, Schanghai ☞ Prof. Z. Chen, Shanghai University of Science and Technology, Postfach 206, 200 093 Shanghai, China, ☎ (0086-21) 657-01457, Fax -35833, E-Mail czh@npc.haplink.co.cn ☞

Hannover Messe 98, mit Gemeinschaftsstand „Wasserstoff Technologien“ auf dem Forschungsmarkt in Halle 18, 20.-25.04.98, Hannover ☞ Arno A. Evers PR-Beratung, Föhlinger Allee 11, 85774 Unterföhring, ☎ (089) 958-1724, Fax -1923 ☞

NGV'98 (Int. Kongreß und Ausstellung über Erdgasfahrzeuge), 26.-28.05.98, Köln ☞ CCM GmbH, Postfach 10 10 20, 50450 Köln, Hr. Hausberg, ☎ (0221) 92 57 93-0, Fax -93 ☞

3rd European Solid Oxide Forum, 02.-05.06.98, Nantes ☞ EDF-DER-CIMA, Hr. Philippe Stevens, Les Renardieres, Postfach 1, F-77250 Moret-sur-Loing ☞

XII World Hydrogen Energy Conference, 21.-25.06.98, Buenos Aires, Argentinien ☞ Congresos Internacionales S.A., Moreno 584, Piso 9, (1091) Buenos Aires, Argentinien; ☎ (0054-1) 342-3216, Fax 331-0223 ☞

3rd Pacific Rim Conference on Advanced Materials and Processing, 12.-16.07.98, Hawaii, USA ☞ Naval Research Laboratory, Dr. M. Abraham Imam, Washington, ☎ (001-202) 767-2185, Fax -2623 ☞

2nd Trabzon International Energy and Environment Symposium, 27.-29.06.98, Trabzon, Türkei ☞ Prof. Sadik Dost, University of Victoria, Mechanical Engineering Department, Victoria BC-V8W 3P6, Kanada ☞

12th International Conference on Photochemical Conversion and Storage of Solar Energy, 09.-14.08.98, Berlin ☞ Hahn-Meitner-Institut Berlin, Abt. Physikalische Chemie, Glienicker Str. 100, 14109 Berlin, ☎ (030) 8062-2320, Fax -3058 ☞

EuroSun 98, 21.-24.09.98, Portoz, Bernardin (Slowenien) ☞ Mr. Bojc Jermanj, Centre for Efficient Use of Energy and Environmental Protection, Ljubljana, ☎ und Fax (00386-61) 312-363 ☞

Jahrestagung des Deutschen Kälte- und Klimatechnischen Vereins (DKV) (Sonderveranstaltung der Arbeitsabteilung I „Kryotechnik“ zum 100. Jahrestag der Verflüssigung von Wasserstoff, gemeinsam veranstaltet von DKV und DWV), 18.-20.11.98, Würzburg ☞ TU Dresden, Inst. für Energiemaschinen, Prof. H. Quack, 01062 Dresden, ☎ (0351) 463-2548, Fax -7247 ☞

Energex '98, 19.-21.11.98, Manama, Bahrain ☞ Dr. W. E. Al-naser, University of Bahrain, P.O. Box 32038, Bahrain ☎ (00973) 688381, Fax 688396 ☞

Hypothesis III, 05.-08.07.99, St. Petersburg ☞ St. Petersburg State University, Faculty for Applied Mathematics, Prof. Fadeev, ☎ (007-812) 428-4250, Fax -7189, E-Mail egorov@efa.ap-math.spb.su ☞