



# Biowasserstoff-Magazin

## Energie für neues Denken

9. Ausgabe • 16. August 2008

Aktualisiert am 15. Juli 2009

### Themen in dieser Ausgabe:

- Denn Sie wissen nicht, was sie tun...
- Autotherme Flugstrom-Druckvergasung - Das Bioliq-Verfahren
- MtS - Potemkinsche Dörfer in Deutschland
- Bahnansichten (Aktualisiert 15.07.09)
- Die Wasserstoff-Lokomotive
- Wasserstoff-Highways Kalifornien, Kanada, Österreich
- Wasserstoff-Autobahn Deutschland
- Wasserstofftankstellen im Ruhrgebiet
- Wasserstoff-Speicher
- Durchbruch bei Wasserstoff-Betankungstechniken

Impressum: Seite 24

**Bio-Wasserstoff** ist aus Biomasse herstellbar und **billig!** Die **Energieausbeute** beträgt **90-110 %!**

Warum es ihn noch nicht gibt? Fragen Sie das die Politiker und Verantwort-

### Denn sie wissen nicht, was sie tun ...

Das ist der Eindruck, der sich einem in letzter Zeit immer öfter aufdrängt, wenn man die ‚Lösungsversuche‘ der hohen Politik in Berlin beobachtet.

Da will Deutschland den Vorreiter spielen und den CO<sub>2</sub>-Ausstoß bis 2020 um 40 Prozent senken. Aber gleichzeitig wird die EU-Vorgabe zur Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes aus Kraftfahrzeugen mit massivem Einsatz verwässert, damit deutsche Autobauer ihre ‚Immer stärker, immer schneller und genauso durstig wie immer‘ - Autos in aller Ruhe weiter bauen dürfen. Und dann wird der Neubau von bis zu 20 Kohlekraftwerken vorangetrieben, was den CO<sub>2</sub>-Ausstoß weiter erhöht. Gemäß einer Meldung des WWF verursachen allein die vier größten Braunkohlekraftwerke 11,4 Prozent der gesamten Emissionen Deutschlands. Wenn man sich gar nicht mehr helfen kann, dann müssen Laufzeitverlängerungen alter und unsicherer AKWs her und sogar neue sollen gebaut werden, obwohl es eigentlich auch bis nach Berlin vorgedrungen sein sollte, dass die Uranvorräte auch bald zu Ende gehen und nur unter massivem Einsatz von CO<sub>2</sub>-ausstoßenden Maschinen abgebaut werden können. Dieser CO<sub>2</sub>-Ausstoß geschieht natürlich in fernen Ländern und nicht bei uns.

Zur Rettung der CO<sub>2</sub>-Senkung müssen dann die Hausbesitzer herhalten, denen man teure und aufwendige Dämm-Maßnahmen vorgibt, um damit Energie und CO<sub>2</sub> einzusparen.

Auf der anderen Seite verdienen die großen Quasi-Monopol-Energiekonzerne soviel, wie noch nie und gehen auf Einkaufstour, um ihre Macht noch weiter auszubauen.

Wenn es nicht so traurig wäre, könnte man sich den Bauch vor Lachen halten...

**Aber wir haben ein massives Problem:** Unsere Politiker der 'hohen' Politik in Berlin. Zerstritten, nur auf den Vorteil der eigenen Partei, ihrer Diäten und Alterspensionen bedacht, sich 'von Wahl zu Wahl' hangelnd, von Lobbyisten beeinflusst und durchdrungen. So werden gute Lösungen verwässert oder verhindert. Wenn es schief geht, kann man es immer noch auf Brüssel (die EU) schieben und/oder sich einen lukrativen Posten im Aufsichtsrat eines Großkonzerns suchen, dessen Lobbyarbeit man unterstützt hat..

Da überlässt man es doch nur zu gern den 'Fachleuten' und Beratern, wie die Energie von morgen aussieht. Diese 'Fachleute' und Berater sind die dieselben Leute/Gruppen, die noch vor wenigen Jahren behauptet haben, es gibt genug Erdöl für die nächsten 50 bis 100 Jahre und der Preis würde nicht über 40 bis 50 US-\$ pro Barrel steigen. Diese wollen uns heute erzählen, die beste Lösung sei, neue Atomkraftwerke und Kohlekraftwerke zu bauen, die Laufzeiten der alten AKWs zu verlängern, in den Wüsten große Solarfelder anzulegen oder Super-Windanlagen offshore zu installieren um dann den Strom mit Gleichstromkabeln zu uns zu transportieren.

**Damit sollen alte Abhängigkeiten festgeschrieben werden! Zu unseren Lasten, auf unsere Kosten! Das müssen wir verhindern!**

Albert Einstein hat gesagt: ‚**Wir können Probleme nicht mit den Denkmustern lösen, die zu ihnen geführt haben**‘. Recht hat er!

Dabei gäbe es **hervorragende Lösungen**, wenn man sich endlich mit dem **raschen Einstieg in eine (Bio-)Wasserstoffwirtschaft** befassen würde.

**Das geht natürlich nicht mit den bisherigen Denkmustern und vermutlich auch nicht mit den bisherigen Politikern. Also brauchen wir neue. Denkmuster und Politiker!**

*Viele Länder handeln, während Deutschland die Zukunft verschläft!*

## Autotherme Flugstrom-Druckvergasung Torsten Pörschke

### Das Bioliq-Verfahren

Wissenschaftler am Forschungszentrum Karlsruhe (FZK-Team: E. Dinjus, E. Henrich, N. Dahmen, K. Raffelt, R. Stahl) beschäftigen sich seit einigen Jahren mit der Entwicklung des Bioliq-Verfahrens. Die dahinter stehende Idee ist die energetische Verwertung von Lignosezellulose (z.B. Stroh, Holz, Heu) durch biochemische und thermochemische Prozesse, d.h. man möchte aus trockener Restbiomasse Kraftstoffe und Chemikalien herstellen. Hierbei hat man im Auge, dass es wenig Konkurrenz mit der Nahrungsmittelerzeugung bzw. anderen Nutzungskonzepten gibt. Hinsichtlich des Strohs ist aber nicht von der Hand zu weisen, dass dieses sehr effektiv zunächst in der Viehzucht für die Bindung von Gülle und Harn eingesetzt werden sollte, bevor es energetisch verwertet wird.

### Vorbehandlung und Konzentration von Biomasse

Wegen der geringen Energiedichte und des geringen Aufkommens der favorisierten Restbiomasse rechnet man mit bis 65 km langen Transportwegen, um entsprechende Energiemengen zusammen zu bekommen. Zusätzliche Transportstrecken sind anschließend nur sinnvoll, wenn die Restbiomasse zunächst in eine konzentrierte Form gebracht wird. Deshalb soll das überschüssige Getreidestroh und Schlagabraum von der Stammholzgewinnung zunächst durch Pyrolyse in eine konzentrierte ölähnliche Masse (Bioslurry) umgewandelt und anschließend nach einem weiteren Transport in Tankwagen oder Tankkesselwagen (Bahn) zentral in einem Flugstrom-Druckvergaser zu einem Synthesegas umgesetzt werden.

Die Zwischenstufe Bioslurryherstellung ist eine Möglichkeit, Wasserstoff aus Pflanzenresten herzustellen. Für die Nutzung von sonst wenig sinnvoll verwertbarer Biomasse mit sehr geringem Wasseranteil ist der hier dargestellte Prozess durchaus eine Lösungsvariante. Als erstes wird die Restbiomasse zerkleinert/zermahlen und mit einem Wärmeübertrager (z.B. Sand, Stahlschrot) vermischt. Danach gibt man die Biomasse in einen Pyrolysereaktor (z.B. Doppelschnecken-Mischreaktor, seit 40 Jahren praxisbewährt) und erhitzt sie unter Luftabschluss sehr schnell auf ca. 500 Grad Celsius. Anschließend erfolgt eine schlagartige Abkühlung. Dabei werden die wässrigen und teerartigen Schwelddämpfe auskondensiert (Pyrolyseöl) und mit dem zu Pulver zermahlene Schwelkoks (Pyrolysekoks) in einem Kolloidmischer zu einer energetisch hochverdichteten Masse vermengt. Als Produkt erhält man einen transport- und lagerfähigen ölähnlichen Slurry, der bis zu 90 Prozent der ursprünglichen Biomasseenergie enthält. Bei dem folgenden Transport in Spezialtankwagen auf der Straße bzw. Schiene zum zentralen Flugstrom-Druckvergaser sollte jedoch bedacht werden, dass eine hohe Gefahr für das Trinkwasser von dem hoch giftigen und kanzerogenen Bioslurry ausgeht, sollte es zu einem Unfall kommen. Diese Art der Vorkonzentration der Biomasse erfordert Energie sowie zusätzliche Apparate und Maschinen.

### Vergasung der Bioslurries

Nach dem Transport werden die Bioslurries mit Hilfe von Schlamm-pumpen in einen Vorratsbehälter befördert. Für die Vergasung der ölähnlichen Masse nutzt man einen Flugstrom-Druckvergaser. Solche Vergaser werden von verschiedenen Unternehmen im industriellen Maßstab errichtet bzw. betrieben. Das FZK nutzte Forschungsarbeiten eine Anlage der Firma Future Energy (heute SFGT - Siemens Fuel Gasification Technology GmbH, 09599 Freiberg/Sachsen). Bei vier Versuchskampagnen vergaste man fast 25 Tonnen verschiedener Biomasse-slurries in einer neuen 5 MW (th) -Anlage bei einem Druck von 26 bar. Während der Versuche hat man festgestellt, dass eine aufwendige sehr reine Slurryherstellung nicht unbedingt notwendig ist, um diese dann im Vergaser umzusetzen.

Über Schlamm-pumpen wird der vorgeheizte Bioslurry zum Vergaser befördert und über eine

(Fortsetzung auf Seite 3)

(Fortsetzung von Seite 2)

Spezialdüse zentral gemeinsam mit dem ebenfalls vorgeheizten Drucksauerstoff im Vergaser zerstäubt. Die Flamme im Vergaser ist abwärts (Richtung Vergaserboden) gerichtet. Die bereits erfolgte Verflüssigung der Biomasse durch den Konzentrationsprozess vereinfacht das Einbringen in den unter hohem Druck stehenden Flugstrom-Druckvergaser.

### **Flugstrom-Druckvergaser - eine Beschreibung**

Anhand der Technologie der Firma SFGT soll einmal exemplarisch beschrieben werden, was sich genau hinter dem Begriff Flugstrom-Druckvergaser verbirgt. Für das Bioliq-Verfahren wurde bisher dieser Vergasertyp genutzt, deshalb folgt eine genauere Darstellung der Prozesse auf dieser Grundlage.

Die Regierung der DDR fasste 1976 den Beschluss zur Entwicklung eines neuen Vergasungsverfahrens im Rahmen des Ausbaus der Braunkohlewirtschaft. Die Aufgabe bestand darin, die stark alkalischhaltige Braunkohle im Raum Halle-Leipzig für die Herstellung von Synthesegas zu nutzen. Geplant war eine Ringleitung, die die großen Chemiekombinate in Leuna, Buna, Böhlen usw. miteinander verbinden sollte. Über diese sollten die Anlagen mit Wasserstoff und Kohlenmonoxid versorgt werden. Das war der Auslöser für die Entwicklung der Flugstrom-Vergasertechnik. Dabei spielten sicher auch Gedanken zur Energieautonomie eine gewisse Rolle. Ursprünglich bezeichnete man das neue Gasifizierungsverfahren auch als GSP-



GSP-Vergaser in Schwarze Pumpe mit 200 MW (th), seit 1986 in Betrieb

Bild: Torsten Pörschke

(Fortsetzung auf Seite 4)

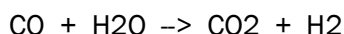
(Fortsetzung von Seite 3)

(Gaskombinat Schwarze Pumpe) Verfahren. Der erste kommerziell damit arbeitende Vergaser wurde am Standort Schwarze Pumpe in der damaligen DDR im Jahr 1984 in Betrieb genommen. Ziel der Technologie war es, aus minderwertigen Brennstoffen ein hochwertiges Synthesegas zu erzeugen. In 22 Betriebsjahren stellte die errichtete Anlage mit 200 MW (th) ihre Tauglichkeit unter Beweis. Im praktischen Betrieb wurde der Vergaser mit einer Vielzahl von Einsatzstoffen gefahren.

Die eigens gegründete Siemens Fuel Gasification Technology Holding AG übernahm im Mai 2005 die Geschäftsanteile der Firma Sustec Holding AG an der Future Energy GmbH zu 100 Prozent. Damit gelangte Siemens in den Besitz der Patente, Technologien und Testanlagen für das GSP-Verfahren. Das Siemens Gasification Test Center befindet sich am Stammsitz des Unternehmens in Freiberg. Diese Einrichtung beherbergt nach offiziell zugänglichen Firmenangaben die fortschrittlichste Testeinrichtung für die Gasifizierung in der Welt. Bis jetzt sollen mehr als 90 verschiedene Ausgangsstoffe, die von Kohle über Petrolkoks, Altöl, verschiedene flüssige Chemikalienrückstände, kommunale und industrielle Abwasserschlämme reichen, bis hin zu Biomasse (Bioslurries; Glycerinphasen als Beimischung zu anderen Stoffen) vergast worden sein.

Eine wesentliche Verbesserung des SFGT (GSP)-Verfahrens ist der neuartige Kühlschirmvergaser. Dieser Reaktor kann mit verschiedenen festen oder flüssigen kohlenstoffhaltigen Ausgangsmaterialien beschickt werden, die zunächst für den Einsatz vorbehandelt werden müssen. Neben dem Bioslurry werden in den Reaktorraum auch noch Sauerstoff (über eine Luftzerlegeanlage) und Wasserdampf (optional) gegeben. Bei Temperaturen von 1.300 bis 1.800 Grad Celsius und einem hohen Druck (30 bis 50 bar) im Brennraum wandelt man den Bioslurry zu einem Synthesegas um und kühlt es anschließend durch Eindüsung von Wasser unterhalb des Brennraumes auf 200 Grad Celsius herunter. Dabei sorgt der Kühlschirm am Reaktorrand für gute Beherrschung der hohen Reaktionstemperaturen und für lange Standzeiten des Reaktors. Gleichzeitig wird das Start-/Stopp-Verhalten verbessert.

Nach Reinigung und Aufbereitung steht ein teerfreies wasserstoffhaltiges Synthesegas mit sehr geringem Anteil an Methangas zur Verfügung. Bei praktischen Versuchen mit Bioslurries im Flugstromvergaser enthielt das produzierte Rohgas je nach Ausgangsmaterial bis zu 30 Prozent Wasserstoff (H<sub>2</sub>), bis zu 50 Prozent Kohlenmonoxid und dann noch zwischen 15 und 18 Prozent Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Stickstoff (N<sub>2</sub>) sowie Spuren von anderen Gasen. Um die Wasserstoffausbeute zu erhöhen, kann nun das Synthesegas einer vollständigen CO-Konvertierung zugeführt werden. Die Umsetzung erfolgt nach der chemischen Gleichung:



Der Prozess verläuft dabei üblicherweise in zwei Stufen unter Anwendung eines auf Eisenoxidbasis arbeitenden Katalysators. Die Hochtemperatur-Shiftstufe erfolgt bei 350 bis 530 Grad Celsius sowie die Niedertemperatur-Shiftstufe bei 180 bis 270 Grad Celsius durch Zugabe von Wasserdampf. Eine anschließende Trennung von H<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub> führt schließlich zum anvisierten Ziel. Auch das SFGT (GSP)-Verfahren könnte somit erfolgreich zur Herstellung von Wasserstoff aus Biomasse verwendet werden.

Die Entstehung einer glasartig aufgeschmolzenen Asche kann durch die hohen Vergasungstemperaturen von über 1.200 Grad Celsius im Augenblick nicht verhindert werden. Somit ergibt sich bei Anwendung des bisherigen SFGT (GSP)-Prozesses keine Möglichkeit, diese wieder in den Stoffkreislauf der Ackerflächen einzubringen. Der Ascheabzug erfolgt über eine Öffnung am Boden des Vergasers.

(Fortsetzung auf Seite 5)

(Fortsetzung von Seite 4)

### **Biowasserstoff ist besser**

Für die Weiterentwicklung der Vergasung denkt man über die Zusammenstellung bestimmter Slurrymischungen zur Senkung der Vergasungstemperatur nach. Auch die universelle Gestaltung der Brenners steht im Fokus, um flexibel bei der Verwertung unterschiedlicher Einsatzstoffe zu sein (Stichwort: "Allesfresser"- z.B. Klärschlamm, Müll). Neben Stroh, Heu und Holz können für das beschriebene Bioliq-Verfahren (mit Pyrolyse-Zwischenstufe) auch Papier- und Pappeabfälle verwendet werden. Des weiteren untersucht das FZK die Verwendung von Energiepflanzen wie Miscanthus. Vor allem möchte man eine aufwendige Vorbereitung der Biomasse vermeiden. Nähere Ergebnisse sind dazu bisher nicht bekannt geworden.

In Kraftwerken (z.B. mit IGCC-Technologie) wird das in Flugstrom-Druckvergasern hergestellte wasserstoffreiche Synthesegas in extra dafür angepassten Gasturbinen verbrannt, um daraus Strom zu erzeugen. Die Verbesserung dieses Systems durch Nutzung der entstehenden Abwärme in herkömmlicher Kraft-/Wärmekopplung führt in eine Sackgasse, die in der heute bekannten stromgeführten Energiewirtschaft endet.

Gleichzeitig versucht man, das Synthesegas auch zur Herstellung von flüssigen Kraftstoffen zu verwenden. Der dabei häufig angewendete Fischer-Tropsch-Prozess setzt ein Verhältnis von 1,8 bis 2,1 zu 1 von Wasserstoff und Kohlenmonoxid voraus. Das ist gleichzeitig das große Problem der Herstellung von BtL-Kraftstoffen, da die Biomasse von ihrer natürlichen Zusammensetzung her dafür nicht ideal geeignet ist. Deshalb wendet man nach der Vergasung einen partiellen CO-Shift (für Wasserstoffherstellung wird ein vollständiger CO-Shift benötigt; beides ist Stand der Technik) an, um die Zusammensetzung des Synthesegases nachträglich entsprechend zu beeinflussen. Der zusätzliche Bedarf an Energie für die FT-Synthese und die Verwendung der Treibstoffe in wirkungsgradarmen Verbrennungsmotoren sorgen für weitere Energieverluste, die in einer echten Wasserstoffwirtschaft in dieser Höhe systembedingt nicht auftreten können.

Der Anschluss von Flugstrom-Druckvergasern an ein Rohrleitungsnetz, der Transport des Wasserstoffs bis zum Kunden und die Umwandlung in Brennstoffzellen zu Strom, Wärme und Mobilität ist die kostengünstigere und energiesparendere Alternative.

Das Alle Rechte an diesem Artikel liegen bei Torsten Pörschke, Pirna  
Nutzung bzw. Veröffentlichung nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung  
durch den Autor. Anfragen bitte an: [kontakt@bio-wasserstoff.info](mailto:kontakt@bio-wasserstoff.info)

## MtS - Potemkinsche Dörfer in Deutschland Torsten Pörschke

Sprüche machen, mit allerlei fragwürdigen Aktionen das Interesse der Öffentlichkeit gewinnen und sich auf Teufel komm raus als Held verkaufen, das kommt leider in unserer Gesellschaft immer noch am besten an. Blickt man dann hinter das aufgebaute Pappmodell, dann kommt schnell die Erkenntnis, dass wenig Substantielles an der Sache dran ist, die als so toll angepriesen wird.

So ist das auch mit den Biokraftstoffen der zweiten und dritten Generation, die uns in der Öffentlichkeit als eine Art Lösung der vorhandenen Probleme präsentiert werden. Obwohl schon heute jeder weiß, dass die Potentiale für eine Vollversorgung niemals genügen werden, möchte man unbedingt die Technologie vorantreiben sowie Forschungs- und Entwicklungsgelder verheizen. Wer sich über den Unsinn genauer informieren will, sollte unser Sonderheft "Biowasserstoff und Energiepflanzen" lesen. Besonders viel Spaß scheint es zu machen, öffentliche Fördergelder zum Fenster rauszuwerfen. Vor einigen Jahren hat sich Porsche-Chef Wendelin Wedeking einmal zu Subventionen für die deutsche Automobilindustrie geäußert. Seine Meinung war damals, dass dieser Industriezweig in Deutschland keinerlei öffentlicher Förderung bedarf. Das scheint heute nicht mehr zu gelten. VW lässt sich jetzt den Bau einer Methanol-to-Synfuels- (MtS-) Anlage in Wolfsburg vom Steuerzahler teilweise finanzieren. Von den insgesamt 8 Mio. Euro Investitionskosten kommen 4,5 Mio. Euro aus dem Staatshaushalt (FNR-Budget !!!). Die Anlage soll in der Lage sein, Methanol zu Benzin und Diesel zu verarbeiten. Gegenüber dem Fischer-Tropsch-Verfahren verspricht man sich eine größere Vielseitigkeit hinsichtlich der Produkte. Es gilt die Erfahrungen einer Laboranlage auf den industriellen Maßstab mit dem Faktor 20 zu übertragen. Entsprechende Katalysatoren von Süd-Chemie werden für die Prozesssicherheit sorgen. Bereits nächstes Jahr wird mit dem Bau der Anlage am Standort Wolfsburg begonnen und mit den Versuchsläufen möchte man im Jahr 2011 fertig sein. Für die Anlage in Niedersachsen wird wohl das erforderliche Methanol aus Venezuela importiert, das man zuvor aus Erdöl hergestellt hat. Mit Gewinnung des Kraftstoffs aus Biomasse hat das natürlich nichts zu tun.

### Neuer Bioliq-Baukasten aus einer Hand

Bevor der Schritt Methanol-to-Synfuels begangen werden kann, müssen noch zwei weitere Prozessstufen durchlaufen werden, um aus Biomasse synthetische Kraftstoffe gewinnen zu können. Wie das Bioliq-Verfahren im einzelnen abläuft, haben sie bereits in dieser Ausgabe lesen können. Am Forschungszentrum Karlsruhe wurde bereits 2007 eine neue Pyrolyseanlage für Biomasse von der Firma Lurgi fertiggestellt. Sie wird also die erforderlichen Bioslurries für die geplanten Flugstrom-Vergaser bereitstellen. Jetzt beginnt man offenbar mit der Errichtung von MPG-Vergasern, die die Slurry-Mischungen zu einem Synthesegas verarbeiten sollen. Damit ist auch klar, dass die Firma SFGT (Siemens) nicht mehr länger Partner des Programms ist. Die Technik der MPG-Vergasung haben wir bereits in unserer letzten Ausgabe des Biowasserstoff-Magazins ausführlich beschrieben. Anschließend wird aus dem Synthesegas (Wasserstoff, Kohlenmonoxid u.a.) per MtS-Synthese in einer Anlage, die ebenfalls von Lurgi errichtet werden soll, Kraftstoff für die unverbesserlichen "Pyromanen" erzeugt. Der Wahnsinn will nicht enden.

(Fortsetzung auf Seite 7)

(Fortsetzung von Seite 6)

### BtL-Weg ins Nirgendwo

Der größte Witz ist allerdings, dass niemand diesen Kraftstoff bezahlen können. Die Verarbeitungskosten sollen für einen Liter Ökokraftstoff nach dem Bioliq-Verfahren bei unter 50 Eurocent liegen. Dazurechnen muss man noch die Einkaufspreise für die zu verarbeitende Biomasse mit 50 Eurocent. Heute kostet der Liter Superbenzin 1,50 Euro. Der Preis setzt sich aus 0,60 Eurocent Produktanteil (Diesel: 0,79 Eurocent) für Förderung, Verarbeitung, Transport zur Tankstelle, Abgabe an den Verbraucher, Gewinn usw.; 0,66 Eurocent Mineralölsteuer (Diesel: 0,47 Eurocent) und 0,24 Eurocent Mehrwertsteuer zusammen.

Bei einem Produktpreis von knapp unter 1 Euro schlagen dann die bereits genannten Steuern extra noch zu und führen zu Abgabepreisen von knapp 2 Euro pro Liter Benzin bzw. Diesel. Für die Markteinführung wird eine Steuerermäßigung gefordert, warum dürfte eigentlich jedem klar sein. Auf Dauer kann sich der Staat das aber nicht leisten, also bleiben die hohen Kosten letztendlich bei uns allen hängen. Sparsamere Triebwerke retten niemanden vor den hohen Treibstoffkosten. Die Verbrennungsmotoren sind genau wie die flüssigen Treibstoffe ein Auslaufmodell. Es ist Zeit für einen Wechsel zur Wasserstoffgesellschaft. Der Schlüssel dazu sind geeignete Vergasungsverfahren für Biomasse (Stichwort: geschlossener Stoffkreislauf), ein leistungsfähiges Pipeline-System und Brennstoffzellen.

Abschließend noch eine Übersicht der Effizienz des Bio-Wasserstoffs im Vergleich mit BtL:



20.000 km/a; Verbrauch: 6 l/100 km Dieseläquivalent; 0,26 kg/100 km H<sub>2</sub>; Quelle: Motortreibstoffe: VW, H<sub>2</sub>: Tetzlaff

**Bio-Wasserstoff ist die bessere Lösung! Wir sollten diese Technologie so schnell wie möglich auf den Weg bringen und die kostspieligen Umwege über Biodiesel, Ethanol und BtL beenden!**

Den gesamten Beitrag finden Sie in unserer Sonderausgabe ‚Biowasserstoff - Wie kann man beginnen?‘ vom 31. Juli 2008 ([www.biowasserstoff-magazin.de/sonderausgaben.htm](http://www.biowasserstoff-magazin.de/sonderausgaben.htm))

Alle Rechte an diesem Artikel liegen bei Torsten Pörschke, Pirna  
Nutzung bzw. Veröffentlichung nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung  
durch den Autor. Anfragen bitte an: [kontakt@bio-wasserstoff.info](mailto:kontakt@bio-wasserstoff.info)

**Bio-Wasserstoff ist die bessere Lösung!**

## Bahnansichten Torsten Pörschke (Ergänzt 15. Juli 2009)

### Welches Verkehrsmittel ist das umweltfreundlichste?

Um diese Frage ranken sich Mythen und Legenden. Wie so oft in den Medien heute schreibt einer vom anderen dreist ab, ohne die entsprechenden Informationen noch einmal nachgeprüft zu haben. Die Eisenbahn hat dabei offenbar einen "Umweltbonus" durch entsprechende Öffentlichkeitsarbeit erhalten, der ihr bei näherer Betrachtung gar nicht zusteht. Keine Frage, das Reisen mit der Bahn hat seinen eigenen Reiz und wir möchten diese Form der Fortbewegung nicht missen. Dennoch gilt es, auch einmal hinter die Kulissen zu leuchten.

Da wir über weite Strecken bequem reisen wollen, möchten wir bei der Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln alle einen Sitzplatz haben. Natürlich ist dann in der vergleichenden Betrachtung aller Verkehrsmittel die entsprechend aufgewendete Energiemenge pro Sitzplatz entscheidend, will man sich nicht auf das Glatteis begeben. Sowohl Firmen als auch unabhängige Institutionen kommen dabei zu recht ähnlichen Ergebnissen, die nicht allen gefallen werden.

Eindeutiger Sieger in diesem Wettbewerb ist der Bus. Er verbraucht pro Person nur 0,6 l Diesel auf 100 km. Deshalb war es uns schon in der ersten Ausgabe des Biowasserstoff-Magazins ein besonderes Anliegen und Vergnügen, entsprechende Entwicklungen in diesem Bereich darzustellen. Die Bahn benötigt pro Person zwischen 1,5 bis 1,8 l Diesel (offizielle Angabe DB: 2,0 und 2,8 l Benzinäquivalent) auf 100 km. Moderne Diesel-PKW mit voller Auslastung (Familie mit vier Personen und Gepäck) können solche Werte mit 1,5 l pro Nase auch problemlos erreichen. Im Luftverkehr ist im Moment der Airbus A 380 das Maß der Dinge. Mit 3 l Kerosin auf 100 km pro Sitzplatz liegt er in der Spitzengruppe der sparsamen Maschinen. Fliegen bleibt mit Abstand also die energieaufwendigste Form des Reisens. Dennoch sind die Verhältnisse im Verkehrssektor zumindest beim Personentransport ein wenig anders, als landläufig immer so dargestellt wird.

### Der Strom als Hindernis

Das Bahnnetz in Mitteleuropa kann sich zwar hinsichtlich der Spurweite auf der Mehrzahl der Strecken wegen seiner Einheitlichkeit sehen lassen, hinsichtlich der Elektrifizierung aber ist es ein Flickenteppich. Sollte es eine ähnliche Entwicklung wie in Neuseeland geben, nach der die Eisenbahn zum Transportmittel der Zukunft gekürt wird, dann bleibt wohl das Stromsystem das Haupthindernis für einen schnellen und energiesparenden Güter- und Personenverkehr.

Woran liegt das? Die Bahngesellschaften in Europa verfügen über unterschiedlich ausgelegte Stromnetze. Für den grenzüberschreitenden Verkehr werden sehr häufig Elektroloks mit mehreren Stromsystemen benötigt. Das macht zum einen die Triebfahrzeuge schwer, teuer und wenig flexibel (nur für Inland und angrenzende Staaten nutzbar), andererseits lassen sich auch nicht alle Varianten in einem einzigen Schienenfahrzeug unterbringen. Der alternative obligatorische Lokwechsel kostet Zeit und erfordert einen zusätzlichen organisatorischen Aufwand.

In Europa gibt es zurzeit vier verschiedene große Stromsysteme für die Bahn, von den vielen weiteren speziellen Systemen bei kleineren privaten und öffentlichen Bahnbetreibern mal ganz zu schweigen. Dabei werden sowohl Gleichstrom als auch Wechselstrom verwendet.

Mit Wechselstrom 25 kV~, 50 Hz fahren:

Bosnien-Herzegowina, Bulgarien, Dänemark, Finnland, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Kroatien, Mazedonien, Portugal, Litauen, Rumänien, Russland, Serbien-Montenegro, Slowakei, Spanien, Tschechien, Türkei, Ukraine, Ungarn, Weißrussland

(Fortsetzung auf Seite 9)

(Fortsetzung von Seite 8)

Mit Wechselstrom 15 kV~, 16,7 Hz fahren

Deutschland, Norwegen, Österreich, Schweden, Schweiz

Mit Gleichstrom 3 kV= fahren

Belgien, Estland, Italien, Kroatien, Lettland, Luxemburg, Polen, Russland, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechien

Mit Gleichstrom 1,5 kV= fahren

Frankreich, Irland, Niederlande

Während in Deutschland über 90 Prozent des Bahnverkehrs elektrisch abläuft, ist der Anteil in vielen anderen Staaten wesentlich geringer. In Dänemark sind beispielsweise nur 25 Prozent aller Strecken elektrifiziert. Die Stromleitungen erfordern nicht nur riesige Geldsummen bei der Anschaffung, auch die Reparatur und die Wartung schlagen erheblich auf den Fahrpreis durch. Der fünfgrößte deutsche Stromversorger ist wohl die DB Energie und nicht die Ruhrkohle AG. Allerdings stellte das Unternehmen in der Vergangenheit hauptsächlich Strom für das eigene Unternehmen zur Verfügung. Regenerativ erzeugter Strom macht heute ca. 12 Prozent der Gesamtzeugung (hauptsächlich Wasserkraft) aus. Der Großteil kommt aus eigenen Kohle- und Kernkraftwerken (bei Kernkraft - eigene Generatoren im Kraftwerksbereich!). Somit kommt mitnichten die Energie für die Bahnfahrt aus Ökostrom und das wird sich auch bis zum Jahr 2020 nicht großartig ändern. Die Umweltbilanz fällt eher dürrtig aus, wenn man den CO<sub>2</sub>-Ausstoß der eigenen Kohlekraftwerke in Betracht zieht.



Regionalverkehr - Bild: Torsten Pörschke

(Fortsetzung auf Seite 10)

(Fortsetzung von Seite 9)

### Hausgemachte Sachzwänge und Finanzprobleme

Zunächst erst einmal müsste sich die Bahn anstrengen, um sämtliche elektrische Energie in ihren Leitungen aus regenerativen Quellen zu decken. Erst dann könnte sie sich das grüne Mäntelchen umhängen, was sie heute schon zu unrecht trägt. Der Ersatz dieser Kapazitäten dürfte schon mal einige Milliarden Euro kosten. Dazu hat sie das Problem des weiteren Ausbaus der elektrifizierten Strecken, die wegen der Aufweitung von Tunneln und der aufwendigen Umbauten an Großbrücken ebenfalls zu netten Fahrpreiserhöhungen in den nächsten Jahren führen werden. So kostet z.B. die Fahrleitungsbau in Baden-Württemberg auf der 104 km langen zweigleisigen Strecke Ulm-Friedrichshafen einschließlich Weiterführung der Strecke nach Lindau über 200 Mio. Euro, je nachträglich elektrifizierten Streckenkilometer werden ca. 1,0 bis 1,2 Mio. Euro fällig. Für einspurige Strecken kostet die "Nachrüstung" 0,6 bis 0,7 Mio. Euro pro km. Ähnliche Arbeiten an der Strecke Geltendorf bis Lindau werden ab 2010 mindestens 190 Mio. Euro verschlingen. In Bayern hat man immer noch das Projekt der Elektrifizierung der Strecke von Nürnberg über Marktredwitz zur Landesgrenze in der Schublade. Bei Realisierung werden 460 Mio. Euro fällig, hauptsächlich durch das Aufbohren der Tunnel. Dabei steht der Aufwand wohl in keinem Verhältnis zum Nutzen. Das Geld ist im Moment schlicht und ergreifend gar nicht vorhanden, obwohl man sich eine schnelle Zugverbindung nach Prag sehnlichst wünscht. Geplant ist weiterhin die Bypass-Strecke Hof-Regensburg für den Güterverkehr. Die erwähnten Projekte stellen nur einen kleinen Ausschnitt dar und sollen zeigen, dass auch hier insgesamt mit Milliardenkosten zu rechnen ist.



Fernverkehr - Bild: Torsten Pörschke

(Fortsetzung auf Seite 11)

(Fortsetzung von Seite 10)

Mit der Ausweitung des grenzüberschreitenden Verkehrs auf dem Schienennetz ist in den kommenden Jahrzehnten auf jeden Fall zu rechnen. Deshalb wird bei Fortschreibung der bisherigen Entwicklung die Deutsche Bahn (wie auch andere Bahnen in Europa) weitere Elektroloks mit mehreren Stromsystemen beschaffen müssen. Diese Schienenfahrzeuge sind wegen der aufwendigen Technik teurer als solche mit nur einem Stromsystem. Bei den langen Betriebszeiten der Triebfahrzeuge kommt man also nicht ohne grundlegende Modernisierungen des Bestandes aus. Auch das wird zu weiteren Fahrpreiserhöhungen führen.

Die Einschränkungen durch die unterschiedlichen Stromsysteme führen im Personenverkehr zu zwangsläufigen Pendelverkehren und teilweise unnötigen Fahrten zu entsprechenden Verkehrsknoten bei Gütertransporten. Flexibilität und Austauschbarkeit sind stark eingeschränkt.

### **Bahnmobilität ohne Grenzen**

Länder wie Dänemark wollen gar nicht mit der dicken Brieftasche ihr Eisenbahnnetz auf Strom umbauen und gehen neue Wege. Ein Blick über den deutschen Gartenzweig hinweg könnte auch uns völlig neue Perspektiven eröffnen.

Das Konsortium "The Hydrogen Train" (VLTJ Railway und Partner) in Jütland hat es sich zum Ziel gesetzt, im Jahr 2010 auf der ersten öffentliche Bahnstrecke weltweit Personen und Güter mit Wasserstoffantrieb zu befördern. Die ca. 60 km lange Strecke führt von Thyboron an der Küste über Lemvig nach Vemb ins Inland. Entsprechende Vorgespräche mit den Herstellern Alstom, Bombardier, Siemens und Vossloh sind bereits 2005/2006 gelaufen. Vor allem Siemens und Vossloh haben sich interessiert gezeigt. Die Konstruktion erfordert natürlich zunächst einen erheblichen Aufwand, aber das elektrische Antriebssystem der ursprünglichen Modelle kann ja genutzt werden. Anstelle des Stromabnehmers und dessen Elektronik werden Brennstoffzellen, Wasserstofftanks und Batterien/Superkondensatoren (Rückgewinnung der Bremsenergie) eingebaut.

Ein Blick in die Welt hilft, den Nutzen des Wasserstoffantriebs einschätzen zu können. Heute werden noch 60 Prozent aller Transportleistungen auf der Schiene mit Dieselloks abgewickelt. Es gibt in Europa 350.000 km, in Afrika 75.000 km, in Nord- und Südamerika 300.000 km und in Asien/Australien/Ozeanien 200.000 km Schienenweg. Davon sind in Europa 175.000 km, in Afrika 9.000 km, in Nord- und Südamerika 40.000 km und in Asien/Australien/Ozeanien 55.000 km elektrifiziert. Von 925.000 km Bahn weltweit sind jetzt 279.000 km unter Fahrdrabt, also ca. 30 Prozent. Strom lohnt sich wegen der hohen Kosten nur auf viel befahrenen Strecken mit hoher Auslastung, deshalb wird der Bio-Wasserstoff nicht aufzuhalten sein. Das Vorhalten von zwei Infrastrukturen für die Bahn ist durch nichts zu rechtfertigen, schließlich wollen wir alle für die Reise mit dem Zug kein Vermögen ausgeben.

Für die Bahn ist das eine schöne Zukunftsaussicht, denn in der solaren Wasserstoffwirtschaft steht umweltfreundlich erzeugter Wasserstoff kostengünstig und überall zur Verfügung. Verkürzte Reisezeiten, vereinfachte Logistik und Konzentration der Finanzen auf die Sanierung/den Ausbau des eigentlichen Streckennetzes sowie neue wasserstoffgetriebene Triebwagen und Lokomotiven erweitern den Horizont der Bahn. Wenn es sein muss bis nach Bagdad.

**Pressemeldung vom 2. Mai 2009** (Aktualisiert am 15. Juli 2009)

### **Kirchmöser soll Bahn-Forschungszentrum werden**

Mehr darüber auf der nächsten Seite

(Fortsetzung auf Seite 12)

(Fortsetzung von Seite 11)

### **Kirchmöser soll Bahn-Forschungszentrum werden**

Gemäß einer Pressemeldung vom 2. Mai 2009 soll der Bahnstandort Kirchmöser zum führenden Forschungszentrum für innovative Bahntechnologien in Deutschland ausgebaut werden.

Quasi als letzte Amtshandlung des scheidenden Bahnchefs Hartmut Mehdorn und als erstes Achtungszeichen seines Nachfolgers Rüdiger Grube wurde entschieden, dass der Bahnstandort Kirchmöser zum führenden Forschungszentrum für innovative Bahntechnologien in Deutschland ausgebaut werden soll. Kommentar des Außenministers Frank-Walter Steinmeier (SPD), der das Projekt initiiert hat, in Brandenburg zur Bundestagswahl antritt und in Kirchmöser seinen SPD-Ortsverein hat:

„Das Forschungszentrum ist eine Weichenstellung für die Zukunft des Standortes“.

Frank-Walter Steinmeier hatte im Vorjahr mit Hartmut Mehdorn die kleine Forschungsabteilung der Deutschen Bahn besucht, wobei die jetzt bekannt gewordene Idee eines Forschungszentrums geboren wurde.

Die Deutsche Bahn setzt dieses Projekt nicht allein um. Mit dabei ist das „Who-is-who“ der Bahnindustrie. Zustimmung kam unter anderem von Siemens-Chef Peter Löscher, Wolfgang Reitzle, Chef der Linde-AG sowie den Verantwortlichen der Unternehmen Voith, Alstom und Bombardier und des führenden Brennstoffzellenherstellers Ballard Power. Daimler-Chef Zetsche hat zwar im letzten Moment abgesagt, steht aber dem Vernehmen nach hinter dem Projekt. Zudem nahm eine ganze Reihe weiterer Unternehmen - unter anderem aus den Sparten Luft- und Raumfahrt - an der Runde teil.

Es soll schnell gehen - binnen eines Jahres soll der erste Spatenstich für den Neubau des Zentrums erfolgen. Das neue Projekt firmiert unter dem Titel „DB-Eco-Rail-Center“ und soll neue umweltfreundliche Antriebe und Technologien entwickeln und diese verkaufen.

Die Forscher legen besonderes Augenmerk auf Brennstoffzellen und Wasserstoffmotoren, welche die Dieselmotoren in den Loks in absehbarer Zeit ablösen sollen. Zusätzlich sollen alle Bereiche des Bahnverkehrs im Forschungszentrum Kirchmöser auf Umweltfreundlichkeit und den Einsatz erneuerbarer Energien durchleuchtet werden. Weiterer Gegenstand der umfassenden Forschung sollen die Formen des Energiesparens, der Energierückgewinnung sowie Fragen zur Energiespeicherung und zu Energieträgern sein.

„Der Umweltvorteil des Systems Bahn muss erhalten bleiben und ausgebaut werden“, so das Fazit des Treffens der Bosse und Politiker.

Konzept und Finanzierung sollen bis zum Sommer 2009 stehen. Steinmeier hat jetzt, wie gemeldet wurde, bereits Kontakt mit dem Präsidenten der Fachhochschule Brandenburg, Hans Georg Helmstädter, aufgenommen, um eine Potentialstudie über eine Zusammenarbeit der FHB und der Bahn und dem Forschungszentrum erstellen zu lassen. Es geht dabei um die technologische Zusammenarbeit und die Ausbildung qualifizierter Forscher und Fachkräfte.

Einig waren sich die Vertreter der Bahn, der Politik und der Industrie, in dieser Phase der Konzepterarbeitung noch nicht über die Zahl von Arbeitsplätzen und das Investitionsvolumen zu reden. Aus dem Umfeld Steinmeiers verlautete jedoch, dass ein „führendes Forschungszentrum“ mit wenigstens zweistelligen Millioneninvestitionen verbunden sei. Zudem liege der Vorteil der Ansiedlung dieser hochqualifizierten Arbeitsplätze in der Sogwirkung. „Da, wo die Forschung und die Entwicklung sind, siedeln sich auch Hersteller und Zulieferer an.“ Frank-Walter Steinmeier lobte die Weichenstellung für den Bahnstandort Kirchmöser und setzte sich selbst das Ziel: „Brandenburg an der Havel soll sich zu einem internationalen Zentrum der Bahnforschung entwickeln.“

Wahltaktik oder ernst gemeint? Wasserstoff und Brennstoffzellen wären eine gute Sache - für die Bahn und für Deutschland! Wir werden den weiteren Fortgang beobachten und zu gegebener Zeit erneut berichten.

Alle Rechte an diesem Artikel liegen bei Torsten Pörschke, Pirna  
Nutzung bzw. Veröffentlichung nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung  
durch den Autor. Anfragen bitte an: kontakt@bio-wasserstoff.info

***Jetzt fehlt noch der Einstieg in die echte (Bio-)Wasserstoffwirtschaft!***

## Die Wasserstoff-Lokomotive Manfred Richey

Wie der folgende Bericht zeigt, ist Wasserstoff auch hervorragend für den Einsatz im Bahnbereich geeignet. Teure und wartungsintensive Oberleitungen können eingespart, vorhandene später abgebaut und die wertvollen Materialien (Kupfer...) wieder verwendet werden.

In Dänemark läuft ein Projekt, welches dazu führen soll, dass dort im Jahr 2010 eine Wasserstoff-Lokomotive im Probetrieb verkehren soll.

Noch weiter ist man in Japan, wo der Probetrieb schon läuft.

In Kanada gibt es eine kleine Bahn in einer Mine. Ähnliche Projekte wie in Dänemark, gibt es in USA, Taiwan und Frankreich. Überall dort könnte der laute Diesel in 10-15 Jahren mit Hilfe der Brennstoffzelle durch leisere Elektromotoren ersetzt werden

Na ja, vielleicht kann die Deutsche Bahn ja später mal Lizenzen erwerben, wenn sie die neue Zeit des Wasserstoff weiterhin verschläft....

Zitat - Quelle: [http://exdb.region-stuttgart.de/main.php?module=Data&action=view\\_entry&id=2670&XDB=2b8b6a8e77b555631ada21c314deb22b](http://exdb.region-stuttgart.de/main.php?module=Data&action=view_entry&id=2670&XDB=2b8b6a8e77b555631ada21c314deb22b)

### Die Wasserstoff-Lokomotive

Es ist teuer eine Eisenbahnstrecke mit Masten und Oberleitung auszustatten. Deshalb verkehren auf etwa 60 Prozent der Strecken nur Diesellokomotiven. Das könnte sich ändern, wenn das Forschungszentrum für Wasserstoff-Forschung in Herning Erfolg hat. Es arbeitet daran in Jütland eine Eisenbahnstrecke mit Wasserstoff, Brennstoffzellen und Elektromotoren zu betreiben. Cajo Kutzbach berichtet:

Mit Dieseltriebwagen befördert die Privatbahn von Vemb nach Lemvig im Norden Dänemarks im Jahr über 30 000 Reisende und 3500 Tonnen Güter. Im Rahmen des Dänischen Wasserstoff-Projektes soll dort in Jütland um 2010 der Prototyp einer Wasserstoff-Lokomotive verkehren.

Der Projektleiter Claus Torbensen erklärt, wieso Wasserstoff und Brennstoffzellen für den Betrieb einer Lokomotive sinnvoll sein können: "Für Wasserstoffnutzung bei Zügen, als Alternative zu Diesel oder Elektrifizierung, sprechen verschiedene Faktoren: Zunächst mal kann man das schon bei einem höheren Brennstoffzellenpreis machen, als bei Autos oder Bussen." Außerdem braucht die Lagerung von Wasserstoff viel Platz, den man beim Zug eher hat. Man könnte ja, wie früher bei Dampflokomotiven, einen Tender anhängen.

Dass man diese Bahn auswählte hat wieder mehrere Gründe:

"Das ist mit 30 km eine relativ kurze Strecke im Nordwesten Jütlands mit verhältnismäßig kleinen Zügen, die auch mit recht kleinen Brennstoffzellen betrieben werden können. Das wiederum erfordert nur eine begrenzte Menge Platz für Wasserstoffspeicherung an Bord des Zugs."

Das bedeutet: Die Erprobung findet auf beschränktem Raum statt und ist zwar aussagekräftig, aber nicht sehr teuer. Und obendrein ist der Betreiber begeistert, was man auch nicht so häufig findet, wenn es um Tests geht, bei denen auch mal was schief gehen kann. Die Lage der Bahn brachte ebenfalls Vorteile mit sich, denn am einen Ende liegt eine Chemiefabrik, die zurzeit einen Wasserstoffüberschuss hat, den die Bahn nutzen kann. Da so erzeugter Wasserstoff nicht besonders umweltfreundlich ist, plant man längerfristig die Windenergie, die die nahe Küste bietet, zu nutzen.

(Fortsetzung auf Seite 14)

(Fortsetzung von Seite 13)

Nun gibt es schon eine ganze Reihe Brennstoffzellen und Projekte zur Wasserstoffnutzung. Claus Torbensen zählt auf, was bei einem Zug mit derartigem Antrieb wichtig ist: "Erstens sind die mechanischen Auswirkungen ganz anders als bei Bussen oder anderen Anwendungen von Wasserstoff und Brennstoffzellen. Weiter ist die Rückgewinnung der Bremsenergie sehr wichtig, wie das Busprojekt gezeigt hat, um eine vernünftige Wirtschaftlichkeit zu erreichen. Drittens muss das Zusammenspiel von Brennstoffzelle und Batterie optimiert werden für den Zug."

Da die Brennstoffzelle aus dem mitgeführten Wasserstoff zusammen mit dem Sauerstoff aus der Luft Strom und Wärme erzeugt, braucht der Zug auch geeignete Elektromotoren. Die Wärme darf auch an heißen Sommertagen nicht zum Problem werden. Wie bei vielen Brennstoffzellen-Projekten kommt es hier ebenfalls auf die geschickte Auswahl der einzelnen Bauteile an, damit das Gesamtsystem eine gute Leistung erbringt. Claus Torbensen: "Wir sehen einen Markt, vielleicht nicht in fünf Jahren, aber 2020, wird es einen Markt für Wasserstoff-betriebene Züge geben. Wenn sie Dänemark anschauen, dort sind nur 30 Prozent der Strecken elektrifiziert. Natürlich ist Oberleitung effizienter als Wasserstoff, aber es ist eben sehr teuer. Deshalb bieten wenig befahrene Strecken schon bald eine Chance für Wasserstoffzüge." Deshalb sind in dem Projekt nicht nur dänische Firmen und Institutionen, sondern auch das englische Transportministerium oder die EU.

Dass Wasserstoff betriebene Züge und Lokomotiven einen saubereren Ersatz von Diesellokomotiven bieten könnten, kann man auch daran ablesen, dass in den letzten Jahren weltweit immer neue Projekte und Firmen, wie erst kürzlich der Zughersteller Bombardier, die Erforschung von Wasserstoffzügen aufgenommen haben. Am weitesten ist Japan, wo vor wenigen Monaten ein Personenzug in Betrieb genommen wurde. In Kanada gibt es eine kleine Bahn in einer Mine. Und ähnliche Projekte, wie in Dänemark, gibt es in USA, Taiwan und Frankreich. Überall dort könnte der laute Diesel in 10-15 Jahren mit Hilfe der Brennstoffzelle durch leisere Elektromotoren ersetzt werden.

Zitat-Ende

## Wasserstoff-Highways Manfred Richey

### Skandinavien

In der Ausgabe 7 des Biowasserstoff-Magazins vom 16. April berichteten wir ausführlich über den ‚Scandinavian Hydrogen Highway‘. Norwegen, Dänemark und Schweden bereiten sich intensiv auf die Zukunft ‚nach dem Erdöl‘ vor. Eine kluge Entscheidung!

### Kalifornien

Eine Zeitungsmeldung vom April 2004:

#### **Schwarzenegger will Wasserstoff-Tankstellen für ganz Kalifornien**

Bis zum Jahr 2010 soll der US-Bundesstaat Kalifornien flächendeckend mit Tankstellen für umweltfreundliche Wasserstoffautos ausgerüstet werden.

Sacramento (dpa) - Dies kündigte Gouverneur Arnold Schwarzenegger am Dienstag (Ortszeit) bei der Einweihung einer Wasserstoff-Tankstelle im kalifornischen Davis an. Der Staat solle mit Hilfe privater Investoren einen «Hydrogen-Highway» (Wasserstoff- Autobahn) mit rund 200 Versorgungsstationen für die schadstoffarmen Fahrzeuge schaffen. In dem Westküstenstaat gibt es bislang rund 10 000 Benzintankstellen.

Die umweltfreundlichen Autos haben Brennstoffzellen, die Energie aus Wasserstoff gewinnen. Umweltexperten schätzen die Kosten für die Errichtung der Wasserstoff-Tankstellen auf 100 Millionen Dollar. Bereits bei seinem Amtsantritt im vergangenen Herbst hatte Schwarzenegger auf die Entwicklung schadstoffarmer Fahrzeuge und die Reduzierung klimaschädlicher Emissionen gedrängt.

Schwarzenegger sprach sich am Dienstag für eine «saubere Hydrogen-Zukunft» aus, die dem Staat gleichzeitig «Arbeitsplätze, Investitionen und wirtschaftlichen Aufschwung» bringen werde. Der US-Bundesstaat Kalifornien hat ein Gesetz verabschiedet, wonach ein Pkw im Sonnenstaat der USA ab 2009 nur noch unter 8,4 Liter Sprit pro 100 Kilometer und ab 2016 nur noch unter 5,3 Liter verbrauchen darf.

Das wirkt offensichtlich, wenn auch bei einigen Autokonzernen in die falsche Richtung. Für die deutschen Autobauer wäre diese Vorgabe technisch überhaupt kein Problem, trotzdem klagen die deutschen Autokonzerne VW, Daimler-Chrysler, BMW und Porsche gegen dieses Gesetz in Kalifornien, weil sie weiterhin ihre protzigen S-Klasse-7er-Phaeton-Cayennes-Panzer verkaufen wollen.

Aber offenbar haben sie wohl auch begriffen, dass sie mit ihrer Klage kaum Erfolg haben dürften. Nun werden Autos mit Brennstoffzellen und Wasserstoff als Antrieb ‚aus dem Hut gezaubert‘ - jedenfalls für den Einsatz in Kalifornien. Das beweist wieder einmal, es geht nur mit (politischem) Druck!

Übrigens hat die Wasserstoffversorgung in den USA einen Schönheitsfehler: Man setzt dort verstärkt auf ‚Schwarzwasserstoff‘, also Wasserstoff, der aus Kohle hergestellt wird.

Weitere Informationen über Schwarzwasserstoff finden Sie im Online-Biowasserstoff-Magazin unter ‚Mitreiter-Beiträge‘ - ‚Schwarzwasserstoff...‘

(<http://wasserstoffwelt.richey-web.de/schwarzwasserstoff.htm>)

Wir werden dieses Thema in einer der nächsten Ausgaben weiter behandeln.

(Fortsetzung auf Seite 16)

(Fortsetzung von Seite 15)

## Kanada

Auch in Kanada entsteht ein Hydrogen-Highway. In British Columbia soll bis zur Winterolympiade 2010 der „BC hydrogen highway“ entstehen. Er soll zwischen den Städten Vancouver und Whistler gebaut werden und zahlreiche andere Orte dazwischen einbeziehen - Richmond, Surrey, Victoria und Squamish.

Bereits im Jahr 2006 wurden Wasserstoff-Stationen in Victoria, Vancouver and Surrey errichtet.

Die Provinz British Columbia und BC Transit haben 10 Millionen Dollar für die erste Phase der Entwicklung von Wasserstoffbussen bereitgestellt, die für den Transport während der olympischen Winterspiele entlang des Hydrogen-Highway eingesetzt werden sollen.

Auch über den kanadischen Hydrogen-Highway werden wir in einer der nächsten Ausgaben weiter berichten.

## Japan

Japan's hydrogen highway wurde im vierjährigen „Japan Hydrogen & Fuel Cell Project (JHFC)“ umgesetzt. Zwölf Wasserstoffstationen wurden dabei in elf japanischen Städten installiert.

Zwei Stationen, gebaut für die Expo 2005 in Seto-North und Seto-South, wurden zum Chubu International Airport verlegt, wo derzeit nur eine Station in Betrieb ist. Acht Toyota / Hino FCHV-Busse wurden während der Expo 2005 mit Wasserstoff versorgt. Insgesamt wurden 1.300 kg Wasserstoff während der Expo 2005 von den Stationen abgegeben.

Eine Station, die in der Stadt Hadano betrieben wurde, war die weltweit erste Station, die Wasserstoff durch Reformation aus Kerosin erzeugt hat.

Weitere derzeit mit Wasserstoffstationen ausgestattete japanische Städte sind Ome-shi, Senju, Kasumigaseki, Ariake, Sagamilhara, Yokohama-Asahi, Kawasaki, Yokohama-Tsurumi, Yokohama-Daikoku und Kimitsu-shi.

Die Station in Ome-shi stellt Wasserstoff aus Naturgas her und ist als mobile Station ausgelegt, die auch Gebiete ohne feste Wasserstoffversorgung bedienen kann.

Die Senju Station stellt Wasserstoff aus LPG (Flüssiggas) her und wird von Tokyo Gas und Nippon Sanso betrieben.

Die Kasumigaseki Wasserstoff-Station ist eine mobile Station nahe Tokyo. Die Komponenten der Station werden nachts in das Gebäude gebracht und morgens wieder heraus.

Die Ariake Wasserstoff-Station kann sowohl gasförmigen als auch flüssigen Wasserstoff liefern und ist damit eine von zwei solchen Stationen in Japan.

Die Sagamilhara-Station war die erste, die an einer vorhandenen LP-Gas-Station gebaut wurde. Die Station arbeitet elektrolytisch.

Die Yokohama-Asahi-Station ist die erste Station in Japan, welche hochreinen Wasserstoff aus Naphtha erzeugt.

Die Kawasaki-Station ist die weltweit erste Station, die Methanol in Wasserstoff umwandelt.

Die Yokohama-Tsurumi-Station ist Japan's erste ‚off-site station‘, die Wasserstofffahrzeuge mittels Trailern versorgt.

Die Yokohama-Daikoku-Station setzt auf ‚steam reforming‘ von entsulfatiertem Benzin, um Wasserstoff zu erzeugen. Hinter dieser Station befindet sich ein Showroom und eine Garage für Brennstoffzellenfahrzeuge.

(Fortsetzung auf Seite 17)

(Fortsetzung von Seite 16)

Die Kimitsu-shi-Station verwendet Koksofengas (COG) für die Massenproduktion von Wasserstoff. Das Nebenprodukt COG fällt bei der Stahlerzeugung ab und so können 0,2 Tonnen hochreiner Wasserstoff täglich erzeugt werden.

Wer die Darstellung der japanischen Wasserstoffstationen sorgfältig gelesen hat, dem wird aufgefallen sein, dass es sich hier um viele unterschiedliche Methoden zur Erzeugung von Wasserstoff handelt. Darin liegt die große Chance, von Anfang an umfangreiche Erfahrungen mit den verschiedenen Herstellungsmethoden zu sammeln. Ganz schön clever, oder?

## Österreich

In Südtirol entsteht ebenfalls ein Wasserstoff-Highway - hier Wasserstoffautobahn genannt - wie die folgende Meldung zeigt:

Zitat - Quelle: [http://www.saubereautos.at/fortschritt/wasserstoff/projekt\\_wasserstoffautobahn/](http://www.saubereautos.at/fortschritt/wasserstoff/projekt_wasserstoffautobahn/)

Von München nach Modena

Projekt Wasserstoff-Autobahn (25.05.2008)

**Während andere auf Solarenergie, Biotreibstoffe, Erdgasautos oder Hybridantriebe setzen, plant die Südtiroler Landesregierung die erste Wasserstoff-Autobahn.**

Gemeinsam mit dem **Institut für Innovative Technologien** in **Bozen** geht man in **Südtirol** einen anderen Weg als viele einen anderen Weg: Seit Jahren arbeiten sie konsequent am **Projekt** einer **Wasserstoff-Autobahn**, die **Planung** des italienischen Teils – vom Brenner bis nach Modena – ist bereits **in die Wege geleitet**. Vorausgesetzt, dass die Verhandlungen mit Nordtirol und Bayern positiv abgewickelt werden, soll es dann auf der **650 Kilometer** langen Strecke **zwischen München und Modena** eine **Vollversorgung für Wasserstofffahrzeuge** geben.

Die **Idee** dafür stammt **aus dem Jahre 1999**, als nach einem Besuch bei **BMW** Südtirols offizielle Vertreter zum ersten Mal laut über Investitionen in Wasserstofftechnologie nachdachten. In diesem **Frühjahr** wird nun mit dem **Bau der ersten Produktionsanlage** in der Nähe der Autobahnabfahrt Bozen-Süd begonnen. Bereits im **Sommer 2009** soll diese Anlage dann – mit einer **Tageskapazität von 500 Kilo Wasserstoff** – ihren Betrieb aufnehmen und **ausschließlich „grünen Wasserstoff“ aus erneuerbaren Energien** herstellen. Geplant ist, auch eine Tankstellenstruktur – wo dann z.B. städtische Autobusse aufgetankt werden können – an diese Produktionsstätte anzuschließen.

„Weil Tankstellen fehlen, gehen Autohersteller noch nicht in Serienproduktion, und „Tankstellen fehlen, weil es noch nicht viele Wasserstoffbetriebene Fahrzeuge gibt“, ist **Südtirols Umweltlandesrat Michael Laimer** überzeugt. Dies zu ändern, sei die Chance für Südtirol, sich von Beginn einer Technologie an mit deren Markteinführung zu beschäftigen, die benötigte Infrastruktur aufzubauen, sich an der Entwicklung des entsprechenden Know-Hows zu beteiligen und gleichzeitig auch lokale Wertschöpfung zu erlangen. Immerhin ist Wasserstoff einer der wichtigsten Energieträger der Zukunft, seine Technologie steht zwar erst am Anfang, „hat großen Aufholbedarf, aber auch großes Potenzial“, so Laimer.

Glaubt man den **Schätzungen und Prognosen der EU**, dann eröffnet sich Südtirol mit der Investition einen großen Markt: **16 Millionen wasserstoffbetriebene Fahrzeuge** sollen **im Jahr 2030** auf Europas Strassen unterwegs sein und so den **Verbrauch von Erdöl um bis zu 40 Prozent senken**.

Zitat Ende

(Fortsetzung auf Seite 18)

(Fortsetzung von Seite 17)

## Deutschland

Hier arbeiten die Politiker, Autolobby und Autokonzerne Hand in Hand daran, die von der EU vorgeschlagene Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes von Kraftfahrzeugen zu verwässern. So sollen die deutschen Autohersteller geschont werden und mehr Zeit bekommen.

Mehr Zeit wofür? Um noch größere, stärkere und leistungsfähigere Modelle mit ‚alter‘ Technologie zu entwickeln? Mit ‚alter‘ Technologie sind die Motoren von gestern gemeint, auch wenn man versucht, diese mit allen möglichen Raffinessen auf weniger Verbrauch und damit etwas geringeren CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu trimmen. Aber es ist eben dennoch die Technologie des letzten Jahrhunderts!

### **Dieser Schuss könnte ganz schnell nach hinten los gehen oder sich als Rohrkrepierer erweisen!**

In einer Meldung vom 4. Juni 2008 (Nürtinger Zeitung) ist zu lesen, dass der Autoabsatz in Deutschland im Mai kräftig eingebrochen ist.

Dabei gab es bereits im Jahr 2005 Pläne für eine deutsche Wasserstoff-Autobahn, wie diese Pressemeldung zeigt:

Zitat

Meldung aus der Presse vom 03.05.2005:

Linde-Chef Wolfgang Reitzle setzt nach eigenen Angaben große Hoffnungen in die Weiterentwicklung des "saubersten Energieträgers, den es je gab". Nach Reitzles Vorschlag solle eine "Wasserstoff-Autobahn" quer durch Deutschland angelegt werden. Auf einer Verbindung zwischen Berlin und Leipzig, München, Stuttgart und Köln sollten alle 50 Kilometer Wasserstoff-Zapfsäulen installiert werden. Laut Reitzle ist Wasserstoff eine Chance zur Neupositionierung des Standortes Deutschland.

Zitat-Ende

Eine Pressemeldung von Linde vom 24. Februar 2005 finden Sie auf der nächsten Seite.

Die WAZ berichtet in der Ausgabe vom Freitag, 26. Oktober 2007, auf der Seite "Wirtschaft":

Zitat

### **Ruhrgebiet soll Wasserstoff-Tankstellennetz bekommen**

Essen (ots) - Die NRW-Landesregierung will das Ruhrgebiet zum Zentrum für Wasserstofftechnik ausbauen. In dem Zusammenhang soll ein flächendeckendes Wasserstoff-Tankstellennetz im Revier aufgebaut werden.

"Wir überlegen, ob wir bis 2010 ein Tankstellennetz im Ruhrgebiet hinbekommen", sagte NRW-Wirtschaftsministerin Christa Thoben der in Essen erscheinenden "Westdeutschen Allgemeinen Zeitung" (WAZ), Freitagausgabe. In dem Zusammenhang wird 2010 eine große Weltwasserstoffkonferenz in Essen stattfinden. dazu werden namhafte Wissenschaftler erwartet. Die ersten Tankstellen sollen zunächst in Essen aufgebaut werden, weitere sollen in anderen Städten folgen. An dem Projekt beteiligt sind die Wasserstoffkonzerne Linde und Air Liquide.

Die Politik unterstützt die Wasserstoffforschung im Land zusammen mit der Europäischen Union und Sponsoren aus der Industrie mit insgesamt 126 Millionen Euro.

Zitat-Ende

Soviel zu den Überlegungen der Landesregierung in NRW. Wir werden den weiteren Fortgang verfolgen und darüber berichten.

(Fortsetzung auf Seite 19)

(Fortsetzung von Seite 18)



Wasserstofftankstelle in Berlin, Bilder: Torsten Pörschke

Die Wasserstoff-Tankstellen-Technik ist vorhanden und betriebsbereit. Jetzt fehlt nur noch der (Bio-)Wasserstoff und der weitere Ausbau des Tankstellennetzes, dann können auch die Brennstoffzellenautos kommen.

Zitat

Quelle: <http://www.linde-gas.de/international/web/ig/de/like35lgde.nsf/DocByAlias/>

### **Wasserstoffautobahn quer durch Deutschland**

**Weltweit größte Teststrecke für Wasserstoff-Autos**

**Investitionen von rd. 30 Mio. Euro erforderlich**

**Erste Stufe auf dem Weg zu einem möglichen "European Hydrogen Highway"**

**Innovationsstandort Deutschland würde gestärkt**

Berlin, 24. Februar 2005

Ein Autobahnring durch ganz Deutschland könnte nach den Vorstellungen des Technologiekonzerns Linde schnell mit Wasserstofftankstellen ausgerüstet werden. Erstmals würde dann Wasserstoff, der als Energieträger der Zukunft angesehen wird, unter realen Bedingungen in Deutschland erprobt werden.

Dr. Wolfgang Reitzle, Vorsitzender des Vorstands der Linde AG, erwartet von der Weiterentwicklung der Wasserstoff-Technologie entscheidende Wettbewerbsvorteile für die deutsche Wirtschaft: "Der umweltfreundliche Energieträger Wasserstoff ist eine Chance zur Neupositionierung und Stärkung des Innovationsstandorts Deutschland, weil wir damit die Vorreiterrolle in einer Schlüsseltechnologie übernehmen können", erklärte Reitzle. "Wesentliche technische Herausforderungen im Zusammenhang mit Wasserstoff haben die Ingenieure in den letzten Jahren gelöst. Nun geht es darum, diesen Innovationsschub auch politisch zu nutzen: Wir sollten dem Energieträger Wasserstoff endlich die Chance geben, seine Eignung als Kraftstoff der Zukunft unter Beweis zu stellen."

Der von Linde auf dem "International Hydrogen Day" in Berlin vorgeschlagene Autobahnring zwischen Berlin, Leipzig, München, Stuttgart und Köln wäre insgesamt rund 1.800 km lang. Im Abstand von durchschnittlich 50 km könnten im Laufe weniger Jahre Zapfsäulen für Wasserstoff installiert werden. Bereits heute gibt es in Berlin und München Wasserstoff-Tankstellen in Autobahnnähe, die in das Projekt integriert werden könnten. Insgesamt müssten rund 35 Zapfsäulen, jeweils für gasförmigen und tiefkalt verflüssigten Wasserstoff, an größtenteils bereits vorhandenen Raststätten neu gebaut werden, um diese weltweit größte Teststrecke für wasserstoffbetriebene Fahrzeuge zu schaffen. Die Investitionen dafür liegen nach Berechnungen von Linde bei ca. 30 Mio. Euro.

(Fortsetzung auf Seite 20)

(Fortsetzung von Seite 19)

An der vorgesehenen Strecke liegen wichtige Entwicklungszentren sowie die meisten Produktionsstandorte der deutschen Automobilhersteller. So könnten die Hersteller die Alltagstauglichkeit ihrer Antriebe unter realen Bedingungen erproben. In einem zweiten Schritt könnten von dem Autobahnring in Deutschland schon bald Erweiterungen des Tankstellennetzes auf andere EU-Staaten erfolgen.

#### **Wettbewerb der Wasserstoff-Autobahnen**

In anderen Regionen der Welt wird heute schon an Wasserstoff-Autobahnen gearbeitet. Weit fortgeschritten sind beispielsweise entsprechende Projekte in Kalifornien, wo Gouverneur Arnold Schwarzenegger das "Hydrogen Highways Network" zur Chefsache erklärt hat. In Japan treibt eine Allianz aus dem METI (Ministry of Economy, Trade and Industry) und den Autoherstellern ebenfalls ein Wasserstoff-Infrastrukturprojekt voran. Auch die im vergangenen Jahr in Betrieb genommene Wasserstoff-Tankstelle der CEP (Clean Energy Partnership) am Berliner Messedamm sei ein Schritt in die richtige Richtung, so Linde.

Für den Autofahrer ändert sich bei der Umstellung auf Wasserstoff kaum etwas. Die Reichweite moderner Wasserstoff-Fahrzeuge liegt bei etwa 450 km und ist damit vergleichbar mit der von konventionellen Fahrzeugen. Abgesehen vom Betankungsvorgang selbst - je nach verwendeter Speichertechnik kommt Wasserstoff entweder als komprimiertes Gas oder als tiefkalte Flüssigkeit zum Einsatz - ähneln Wasserstofftankstellen heute äußerlich herkömmlichen Tankstellen. Dass das nicht immer so bleiben muss, zeigt Linde auf dem "International Hydrogen Day" mit der Designstudie einer Tankstelle der Zukunft. Dabei könnten die Insassen während des Betankens, das über einen Stutzen am Boden des Fahrzeugs erfolgt, im Fahrzeug sitzen bleiben.

#### **Wasserstoff - ein umweltfreundlicher Kraftstoff**

Für Linde ist Wasserstoff der Kraftstoff der Zukunft: Er kann sowohl in Brennstoffzellen als auch in modifizierten Verbrennungsmotoren eingesetzt werden. Bei seiner Verbrennung entsteht ausschließlich reines Wasser, keine Schadstoffe, kein Kohlendioxid, keine Partikel. Die meistverbreitete Herstellungsmethode ist heute die so genannte Dampfreformierung aus Erdgas. Wasserstoff lässt sich aber auch per Elektrolyse aus Wasser oder aus vielen anderen, regenerativen Quellen herstellen.

Weltweit gibt es derzeit etwa 500 Fahrzeuge, die Wasserstoff als Kraftstoff verwenden; eine große Zahl davon stammt von deutschen Automobilherstellern. Audi, BMW, Ford, DaimlerChrysler, Opel und Volkswagen haben Forschungsfahrzeuge oder auch schon Kleinserien von Fahrzeugen aufgelegt, die zum Antrieb Wasserstoff benötigen. Erste Fahrzeuge sind bereits in Kundenhand.

Linde-Vorstandschef Reitzle rief zu einer Koalition der Verantwortung aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft auf, um die Wasserstoff-Technologie insgesamt voranzutreiben und insbesondere die Verfahren zur regenerativen Erzeugung von Wasserstoff weiterzuentwickeln.

Zitat-Ende

Noch ist nichts passiert, aber noch ist es nicht zu spät! Deutschland kann noch aufspringen - auf den ‚Wasserstoff-Zug‘, der in vielen Ländern bereits angefahren ist und zunehmend an Fahrt gewinnt.

Nur sollte man das zügig angehen und nicht halbherzig oder gar immer weiter hinauszögern. Bio-Wasserstoff bietet hier eine hervorragende Lösung. Diese Chance sollten die deutschen Politiker und Konzernlenker nicht verschlafen oder verhindern.

**Wenn andere G8-Länder massiv auf die Atomenergie setzen, allen voran Frankreich, dann sollen die das doch tun. Wir müssen nicht jeden Blödsinn mitmachen! Wenn in ein paar Jahren das Uran alle oder unbezahlbar teuer ist, dann können wir diesen Ländern unsere Bio-Wasserstoff-Technologie verkaufen - wenn wir so clever sind, diese schnell auf den Markt zu bringen.**

Wir werden den weiteren Fortgang verfolgen und in einer späteren Ausgabe erneut berichten.

## Wasserstoffspeicher Manfred Richey

### Drucktanks und Flüssigtanks

Die bisher in Brennstoffzellenautos verwendeten Tanks speichern den Wasserstoff entweder als Gas bei einem Druck von bis zu 700 bar oder als Flüssigkeit bei Temperaturen von minus 253 Grad Celsius. Beide Varianten erfordern einen großen technischen Aufwand und kosten Energie.

### Wasserstoff in Magnesiumlegierungen speichern

Die australische und neuseeländische Wissenschaft arbeitet schon an diesem Thema. Nachrichten aus australischer und neuseeländischer Wissenschaft und Forschung:

Zitat

#### Wasserstoff - Das Benzin der Zukunft?

Eine **neue Methode zur Speicherung von Wasserstoff** könnte einen großen Fortschritt in der Verwendung des Gases als alternativen und umweltfreundlichen Treibstoff bedeuten. Associate Professor Arne Dahle und Dr Kazuhiro Nogita von der Division of Materials Engineering an der University of Queensland haben eine Reihe von Magnesiumlegierungen geschaffen, mit deren Hilfe bisherige Probleme der Wasserstoffspeicherung überwunden werden können.

In der Vergangenheit hat vor allem eine sinnvolle Speichermethode von Wasserstoff dessen Verwendung als Treibstoff verhindert. Laut Professor Dahle sind gegenwärtige Wasserstoffspeichermethoden sehr teuer und haben eine Reihe von Leistungsdefiziten. "Unter Verwendung regulärer Abstichvorrichtungen sind wir in der Lage, Legierungen herzustellen, die Wasserstoff wie ein Schwamm aufnehmen, ihn sicher über lange Zeiträume speichern und ihn bei Bedarf abgeben, wenn entweder Druck oder Temperatur verändert werden", so Professor Dahle.

"Die Veränderungen, die wir an der Nano-Struktur der Legierung vornehmen, könnten es uns ermöglichen, einen realisierbaren Lösungsvorschlag für die sichere und ökonomische Verwendung von Wasserstoff als Treibstoffquelle zu erarbeiten." Unter Laborbedingungen haben die Magnesiumlegierungen bereits gezeigt, dass sie genug Wasserstoff speichern können, um die Fahrt eines Autos (mit einhundert Kilogramm Last) über fünfhundert Kilometer zu ermöglichen.

In einem nächsten Schritt werden die Wissenschaftler nun beweisen müssen, dass die genannte Speicherkapazität auch in einem Fahrzeug-Prototypen unter annehmbaren Abgabertemperaturen des Wasserstoffs erreicht werden kann. Sofern die Weiterentwicklungen der Technologie erfolgreich verlaufen, hoffen die Forscher, die Wasserstoffspeichermethode serienmäßig anbieten zu können.

Quelle: <http://www.wissenschaft-australien.de/australien000134.html>

Zitat Ende

(Fortsetzung auf Seite 22)

(Fortsetzung von Seite 21)

### **Auch in den Niederlanden wird geforscht:**

Brennstoffzellenautos könnten in Zukunft den für ihren Betrieb benötigten Wasserstoff in mit Magnesiumpulver gefüllten Tanks an Bord nehmen.

Das Gas wird dabei beim Auftanken chemisch als Magnesiumhydrid ( $MgH_2$ ) im Pulver gebunden und während der Fahrt je nach Bedarf freigesetzt. Das schlagen Wissenschaftler der Universität Delft vor.

Ein Tank mit 75 Kilogramm Magnesiumpulver könnte hingegen mindestens 4 Kilogramm Wasserstoff speichern und damit ähnliche Reichweiten der Fahrzeuge ermöglichen, erklärt Gijs Schimmel von der Technischen Universität in Delft.

Ein solcher Magnesiumtank arbeitet mit Drücken von höchstens 10 bar, wäre also technisch viel einfacher zu handhaben als Druck- oder Kältetanks. Der kritische Punkt für einen möglichen Einsatz von Magnesiumtanks in Brennstoffzellenautos ist jedoch, dass für die Freisetzung des Wasserstoffs aus dem Pulver Temperaturen von mindestens 250 Grad nötig sind, da sonst die Reaktion zu langsam abläuft. Die bisher entwickelten Brennstoffzellenautos sind ausschließlich mit PEM-Brennstoffzellen ausgerüstet und arbeiten nur bei Temperaturen von 80 bis 90 Grad Celsius. Daher können sie die erforderliche Hitze nicht liefern.

Doch nach den Plänen der Entwickler von Brennstoffzellenautos wird es nicht bei diesen niedrigen Temperaturen bleiben: Forscher in aller Welt sind auf der Suche nach einer Membran, die Betriebstemperaturen von über 150 Grad Celsius ermöglicht, was eine ganze Reihe technischer Vorteile bringen würde. In einem solchen Fahrzeug könnten auch Magnesiumtanks eingesetzt werden, die mit der Abwärme der Zelle auf Temperatur gebracht werden, erklärt Gijs Schimmel. Da die Befüllung der Tanks zeitaufwändig ist, schlägt der Wissenschaftler ein Tauschsystem vor, bei dem der leere Tank im Auto ausgebaut und einfach gegen einen vollen ersetzt wird.

Quelle: Initiative Brennstoffzelle

(Fortsetzung auf Seite 23)

(Fortsetzung von Seite 22)

## Wasser in die Murmel

Revolution bei der Wasserstoffspeicherung?

Auch in Österreich wird geforscht.

Die „Austrian Research Centers GmbH“ (kurz ARC) mit rund 1.000 Mitarbeitern an derzeit 10 Standorten ist die größte Forschungseinrichtung in Österreich außerhalb der Universitäten. Am Standort Seibersdorf forscht man unter anderem für die europäische Weltraumorganisation ESA und zählt mittlerweile zu den Technologieführern bei der Forschung und Entwicklung in Sachen Hochtemperatur-Brennstoffzellen, dazugehörigen Komponenten, innovativen Werkstoffverfahren sowie Systemen zur Wasserstoffspeicherung.

Im Bereich der Wasserstoffspeicherung ist dem Team um den Physiker Martin Tajmar möglicherweise ein entscheidender Durchbruch gelungen:

Zitat (auszugsweise):

Tajmar und Kollegen bedienen sich bei ihrem Lösungsansatz einer bereits bekannten Technologie – der **Speicherung des Wasserstoffs in winzigen Glaskugeln** – die sie allerdings entscheidend verfeinern konnten. Das Prinzip: Der Wasserstoff wird unter hohem Druck (600 bis 1000 bar) in die nur einen Bruchteil eines Millimeters großen, hohlen Glaskugeln „gepresst“. Danach sind die Kugeln, die in der Masse ähnlich wie Sand aussehen, völlig unempfindlich gegenüber äußeren Einflüssen und für den Wasserstoff undurchlässig. Einziges Problem bei der bisherigen Methode: Um den Wasserstoff wieder aus den Kugeln zu bekommen, mussten diese aufgeheizt werden, was sehr aufwändig und kompliziert ist.

Mit dem neuen Verfahren der Austrian Research Centers geschieht das Aufheizen – und damit das Extrahieren des Wasserstoffs – chemisch. Die „Speicher“-Kugeln werden dazu vor der Befüllung mit einem Katalysator beschichtet. Sind sie befüllt, lagert man sie in Wasser, wird Energie benötigt, pumpt man das Gemisch in einen „Brennraum“. Dort erfolgt dann durch Zugabe von Natriumborhydrid, beschleunigt durch den Katalysator, die notwendige Erwärmung – der Wasserstoff wird freigesetzt und steht für den Betrieb der Brennstoffzelle zur Verfügung, die jetzt „leeren“ Glaskugeln können problemlos wieder verwendet werden.

Die Vorteile des neuen Systems liegen auf der Hand: Sowohl Wasserstoffspeicherung als auch Wasserstoffentnahme erfolgen ohne Energiezufuhr, die Speicherkapazität ist gegenüber herkömmlichen Tanksystemen (hochdruck oder kryogen) so gut wie gleich. Aber vor allem: Es besteht die **Möglichkeit der Speicherung in einem Freiformtank** und – der mit Abstand größte Vorteil – es ist eine **problemlose Langzeitspeicherung von über einem Jahr möglich!** Einen ersten Bewährungstest wird das Seibersdorfer System übrigens wahrscheinlich nicht in einem Auto zu bestehen haben: Im Auftrag der europäischen Weltraumorganisation ESA entsteht derzeit ein Prototyp für den Einsatz in einem Satelliten.

Quelle: [http://www.saubereautos.at/fortschritt/wasserstoff/revolution\\_bei\\_der\\_wasserstoffspeicherung/](http://www.saubereautos.at/fortschritt/wasserstoff/revolution_bei_der_wasserstoffspeicherung/)

Zitat-Ende

## Es tut sich also was - wenigstens in Australien, Neuseeland, den Niederlanden und Österreich! Und wo bleibt Deutschland???

Ein Trost bleibt: Wenn das zuvor beschriebene Konzept der österreichischen Forscher verfügbar ist, kann man sich einen Tank voll Wasserstoff in die Garage stellen und dann damit sein Brennstoffzellenauto - made in Japan - selbst betanken. Für unterwegs nimmt man einen Reservekanister mit oder auch zwei...

Aber vielleicht macht ja auch Mercedes-Benz diesmal ernst und bringt das schon vor langer Zeit angekündigte Brennstoffzellenfahrzeug in Serie heraus - zu bezahlbaren Preisen. Ein paar Bio-Wasserstoff-Fabriken könnte Mercedes-Benz doch eigentlich auch noch bauen, dann gibt es auch den preiswerten Wasserstoff dazu. Das könnte der ‚Renner‘ werden - ‚Made in Germany‘! Es würde Arbeitsplätze sichern, neue schaffen und Deutschland könnte (wieder) vorn mit dabei sein.

**Brennstoffzellenfahrzeuge ‚Made in Germany‘ - das wäre schön!**

## Durchbruch bei Wasserstoff-Betankungstechniken

### Zwei gute Meldungen, die Hoffnung machen:

Zitat - Quelle: <http://www.oekonews.at/> - 16.7.2008 (Auszug)

#### **Drei Minuten für eine Wasserstoff-Betankung mit 700 bar – das geht!**

Ab 2012 sollen auch Endverbraucher so tanken können.

Endverbraucher dürfen gespannt sein: 2012 wollen ihnen nicht nur Automobilhersteller erste umweltschonende Brennstoffzellen-Fahrzeuge anbieten, auch die Infrastruktur für die Betankung soll dann serienreif sein. Welche technischen Neuerungen bis dahin den Tankvorgang auf praxistaugliche drei Minuten reduzieren werden, darüber berichtet Jaco Reijerkerk, der bei Linde Gas in Pullach für die Weiterentwicklung der Betankungstechnik zuständig ist, während des diesjährigen internationalen Brennstoffzellen-Fachforums „f-cell“ ([www.f-cell.de](http://www.f-cell.de)), das Ende September in Stuttgart stattfindet.

#### **Durchbruchtechnologien für Betankung mit Wasserstoff**

Insgesamt 60 Vorträge informieren das Fachpublikum über internationale Leuchtturmprojekte und spannende Neuentwicklungen. Eines der insgesamt zehn Themen-Foren beschäftigt sich mit Wasserstoffgewinnung und -herstellung sowie mit Infrastrukturthemen, denen bei der Markteinführung der Technologie eine Schlüsselrolle zukommt. In diesem Zusammenhang steht auch der Vortrag des Linde-Experten Jaco Reijerkerk über ein neuartiges 700-bar-Betankungsverfahren. Tiefkalter Flüssigwasserstoff wird dabei energieeffizient zu Hochdruckwasserstoff umgewandelt und innerhalb kürzester Zeit in den Autotank befördert. „Schnelligkeit ist die große Herausforderung bei der Betankung mit Wasserstoff“, erklärt Reijerkerk. Ende 2009 soll eine erste Tankstelle in Berlin mit dieser Technologie in Betrieb gehen. Für die Betankung mit gasförmig vorliegendem Wasserstoff verfügt das Unternehmen bereits über eine entsprechende Verfahren. „Mit unserer Ionenverdichtertechnologie komprimieren wir gasförmigen Wasserstoff mit Hilfe einer ionischen Flüssigkeit bis zu Betankungsdrücken von 700 bar“, sagt Reijerkerk. Das sei energieeffizient, wartungsarm und bewahre die Reinheit des Wasserstoffs, die für das Funktionieren der Brennstoffzellen unabdingbar sei. Auch über diese Durchbruchtechnologie berichtet Reijerkerk auf der diesjährigen „f-cell“.

Zitat-Ende

Zitat - Quelle: <http://www.zemships.eu/de/technologie/wasserstofftankstelle/index.php> (auszugsweise):

Konstruktion, Produktion und Montage der **Zemship-Wasserstoff-Tankstelle** stammen von Linde. Die Betankungsanlage für das Schiff befindet sich direkt am Wasser auf dem U-Bahn-Betriebsgelände der HOCHBAHN.

Der tiefkalt verflüssigte Wasserstoff (LH<sub>2</sub>) wird per Tankwagen angeliefert und vor Ort in einem superisolierten Speichertank bei einer Temperatur von minus 253 C° gespeichert. Bei einer Betankung wird der Wasserstoff durch einen Verdampfer vom flüssigen in den gasförmigen Zustand überführt und mittels eines Schraubenverdichters zunächst auf einen Druck von 25 bar komprimiert. Die zweite Verdichtungsstufe bis auf einen Druck von maximal 450 bar erfolgt durch ein vollkommen neu entwickeltes Verdichtungsprinzip, den so genannten ionischen Verdichter. Dabei wird für den Druckerhöhungsprozess statt herkömmlicher mechanischer Kolben eine ionische Flüssigkeit verwendet. Die Hauptvorteile dieses Verdichtungsverfahrens bestehen in der hervorragenden, energieeffizienten Förderleistung, der Vermeidung von Verschmutzungen des Wasserstoffgases (für Brennstoffzellenanwendungen von überragender Wichtigkeit), der Verringerung von beweglichen Teilen sowie einer geringeren Geräuscentwicklung, die unter 65 dbA bleibt. **Das Zemship kann so in rund 12 Minuten mit 50 kg komprimiertem Wasserstoffgas (CGH<sub>2</sub>) betankt werden.**

Zitat-Ende • Weitere Informationen zu ZEMSHIPS finden Sie in unserem Biowasserstoff-Magazin Nr. 4, S. 8

Ein weiteres Problem ist gelöst. Bisher war die Betankung noch mit Problemen behaftet und dauerte lange. Jetzt ist der Durchbruch gelungen. Autos in 3 Minuten, Zemships in 12 Minuten - das passt!

Nur zur Erinnerung: Die ersten Autos mussten das Benzin noch literweise in der Apotheke kaufen. Trotzdem war die Einführung der Autos nicht zu stoppen und verlief zügig.

**Man sollte also die rasche Einführung der Wasserstoffinfrastruktur nicht mit fadenscheinigen Argumenten, dass die Technologie noch nicht so weit sei, hinauszögern.**

*Der rasche Einstieg in die Wasserstofftechnik bringt Vorteile und Vorsprung!*

## Impressum

Herausgeber/Verantwortlich

Manfred Richey

Im Wasserfall 2

D-72622 Nürtingen

Telefon: 07022 - 46210

Web: [www.biowasserstoff-magazin.de](http://www.biowasserstoff-magazin.de)E-Mail: [kontakt@bio-wasserstoff.info](mailto:kontakt@bio-wasserstoff.info)

Namentlich gekennzeichnete Beiträge stellen die Meinung des Autors dar.

Das Biowasserstoff-Magazin erscheint alle 1 bis 2 Monate im PDF-Format und ausschließlich online.

Wir sind ungebunden und unabhängig und wollen die Idee des Bio-Wasserstoffs als **neue umweltfreundliche Energie für Alle** verbreiten.**Beiträge** sind willkommen - senden Sie diese bitte online an: [kontakt@bio-wasserstoff.info](mailto:kontakt@bio-wasserstoff.info).**Mitstreiter / Mit-Autoren gesucht!***Warum mache ich das alles überhaupt?*

Diese Gedanken kamen wieder einmal auf, nachdem ich eine E-Mail erhalten habe mit dem Hinweis „ich solle doch nicht soviel Politikerschelte bringen. Man müsse sich doch mit diesen gut stellen und dürfe sie nicht verärgern“...

Je mehr ich darüber nachdenke, umso mehr kommt bei mir die Frage auf: Warum mache ich das alles überhaupt? Die Webseiten und das Biowasserstoff-Magazin gestalten, eigene Beiträge schreiben, Beiträge von Mitstreitern in Form bringen, von Fehlern bereinigen und eingliedern, Neuigkeiten per Newsletter verbreiten, Fragen beantworten und, und, und... Ich verdiene damit kein Geld und bestimmt auch keinen Ruhm - nein, es kostet mich sogar noch Geld, Zeit, Nerven und verursacht Stress.

Weil es aber um eine gute und zukunftssträchtige Sache geht, mache ich weiter. Allerdings auf meine Art und in meinem Stil. Ich lasse mich nicht 'verbiegen'. In meinem ‚reiferen‘ Alter hat man den Abstand, die Weisheit und auch das Recht, die eigene Meinung unverblümt zu sagen. Ich werde weder Rücksicht auf (lobbybeeinflusste) Politiker nehmen noch auf Konzerne oder Konzernlenker.

Ich bitte daher um Verständnis, wenn ich meinen ganz persönlichen Stil auch in Zukunft selbst bestimme und auf ‚Belehrungen‘ oder ‚Angriffe‘, „doch nicht soviel ‚Politikerschelte‘ zu bringen“ - siehe oben - nicht reagiere, sondern in meinem Stil weiter mache. Auch in Zukunft werde ich auf Missstände der Politik hinweisen, so wie in dieser Ausgabe auf Seite 1.

Denn ich möchte den schnellen Einstieg in die Wasserstoffwirtschaft und keine Laufzeitverlängerung alter AKWs oder den Neubau von AKWs, schmutziger Kohlekraftwerke oder Solarfelder in Wüstenstaaten mit unberechenbaren Herrschern.

Ein Zitat zum Nachdenken: **“Wenn wir es nicht schaffen, den Bio-Wasserstoff in 10-20 Jahren quantitativ zu installieren, werden wir den Stahl zum Bau der Anlagen nicht mehr bezahlen können.“****In eigener Sache**Auch die neunte Ausgabe unseres Biowasserstoff-Magazins soll wachrütteln, Möglichkeiten und Wege zeigen, wie man durch den **Umstieg auf moderne und zukunftssträchtige Energien, wie Bio-Wasserstoff, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß drastisch verringern, neue Arbeitsplätze schaffen und preiswerte Energie für Alle bereitstellen könnte.****In Skandinavien ticken die Uhren anders - schneller und effizienter!**Dort hat man offensichtlich erkannt, dass **der rasche Einstieg in die Wasserstoffwirtschaft auch der Einstieg in eine bessere Zukunft bedeutet.****Der schnelle Einstieg in die dezentrale (Bio-)Wasserstoffwirtschaft ist machbar** und würde Unabhängigkeit von Erdöl, Erdgas, Uran und auch von den Erzeugerländern bringen. Umweltschutz, geringeren CO<sub>2</sub>-Ausstoß und neue, zukunftssträchtige Arbeitsplätze – direkt vor Ort – gibt es noch dazu.**Warum also zögern und warten die Verantwortlichen der Politik, Industrie und Wirtschaft bei uns noch immer ?**Sie klammern sich fest an **Atomkraftwerken**, wollen neue **Kohlekraftwerke** bauen und an alten Monopolen festhalten – zum **Schaden und Nachteil** des ganzen Volkes. **Sind die Politiker nicht angetreten, alles zum Nutzen des Volkes zu tun?** Die einzigen Vorteile liegen bei einigen raffgierigen Managern, den ‚Heuschrecken‘, die – ohne jede Skrupel und ohne jede Rücksicht – an veralteten Technologien aus dem vorigen Jahrhundert und an ihren Quasi-Monopolstellungen festhalten. Mit massiver Lobbyarbeit werden Politiker bearbeitet, damit ja die ‚richtigen‘ Entscheidungen getroffen werden. Wenn es dann geklappt hat, bekommen diese Politiker (später) hochdotierte Posten im Aufsichtsrat einflussreicher Konzerne.**Von unten nach oben funktioniert es offensichtlich besser**, als von oben nach unten. **Heizöl, Gas, Treibstoff und Strom werden immer teurer** – und die Politiker basteln an Lösungen mit Kohlekraftwerken und Laufzeitverlängerung von Atomkraftwerken, anstatt die neuesten Technologien schnell auf den Weg zu bringen. Zaghafte und unter Druck wird dann ein Programm zur Förderung von Brennstoffzellenantrieben für Autos, Busse und Schiffe auf den Weg gebracht. Und wo bleibt der Rest? Womit heizen wir in Zukunft unsere Wohnungen, womit kochen wir und woher kommt der Strom? Auch hier wären Förderprogramme sinnvoll, die den Einstieg in die Biowasserstoff-Wirtschaft schnell voran bringen.**Was kann ich tun? - Mein Programm heißt ‚Konsumverzicht‘, warten auf Autos mit Brennstoffzellen und Wasserstoff!****Was können Sie tun?** Schauen Sie doch mal rein: <http://wasserstoffwelt.richey-web.de/konsumverzicht.htm> - vielleicht machen Sie ja mit?

Nürtingen, im August 2008 - Manfred Richey

**Wenn die Politik versagt, sollten die Menschen wieder auf die Straße gehen: „Wir sind das Volk!“**