# Biowasserstoff-Magazin

*Energie für neues Denken*

16. Ausgabe • 15. Oktober 2009

*(Aktualisiert: 15.08.10)*


Themen in dieser Ausgabe:


- Der Letzte macht das Licht aus - vom Ende der Glühlampe
- Wasserstoffgewinnung aus Ökostrom - Elektrolyseverfahren
- Batterien - zentrales Element der Elektromobilität
- Kiruna Electric Trucks
- Wasserstoffbusse VII
- VW/Audi/Porsche und die Brennstoffzelle *(Aktualisiert 16.11.2009)*
- Tankstellen für Wasserstoff in Deutschland - technische Analyse
- Initiative H2 Mobility
- H2-Tankstelle am Airport Stuttgart-Echterdingen
- Brennstoffzellen-Sportboot Cobalt 233 ZET
- Die tun was
  - AEROTEC Fuel Cell Test Center eingeweiht
  - Neues Forschungsvorhaben ‚reACT' in Schwerin bewilligt
- Wir hatten die Wahl - am 27. September 2009

Impressum: Seite 48


***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 Verantwortlichen der Energiekonzerne!*

## Der Letzte macht das Licht aus - Torsten Pörschke

### Vom Ende der Glühlampe

Glühlampe mit klarem und mattem Glas.

Beispiele:
230 V, 100 W, 1.340 lm (Lumen)

230 V, 60 W, 720 lm

Die Helligkeitswerte lm (Lumen) können herstellerabhängig schwanken und sind nur Richtwerte.

**Putzige Züge trägt der krampfhafte Versuch, den Strombedarf in unserem Land mit abenteuerlichen Mitteln zu verringern. Dazu wird die ganz große gesellschaftliche Keule herausgeholt, ein schrittweises Verbot.**

Das Spiel geht in etwa so. In Brüssel wird eine Richtlinie unter dem unverfänglichen Begriff Ökodesign verabschiedet. Dazu gibt es dann unterschiedliche Ausführungsbestimmungen, u.a. auch die für Leuchtmittel. Der aufgestellte Stufenplan bekämpft die mittlerweile zum Volksfeind Nr. 1 avancierte gute alte Glühlampe bis zu ihrem vollständigen Untergang. Die Leuchtmittelhersteller kaufen im Vorfeld der Inkraftsetzung der Bestimmungen große und bedeutende Hersteller von Beleuchtungssystemen auf. Der Bevölkerung liefert man eine auf den ersten Blick einleuchtende Erklärung für das Treiben. Das Topargument bleibt Klimaschutz. Angeblich gehen 20 % des weltweiten Stromverbrauchs auf das Konto von Beleuchtung. Das ist griffig, das versteht jeder. Anschließend tritt das Verbot in Kraft. Umweltschützer sind begeistert. Die Hersteller von Beleuchtungssystemen und Leuchtmitteln melden stark steigende Umsätze. Das Massengeschäft für den heimatlichen Herd liefert ein gutes Zubrot, richtig Geld zu verdienen gibt es in öffentlichen Gebäuden sowie bei Industrie- und Gewerbekunden. Alle Glühlampennutzer, die sich keine großen Hamstervorräte hingelegt haben, müssen bald umstellen. Dabei landet auch eine Vielzahl von Beleuchtungskörpern gleich mit auf dem Müll, weil Sparlampen nicht alle Einsatzbereiche in Form, Größe und Ästhetik abdecken können. Der dafür produzierte Ersatz verbraucht Energie und Rohstoffe, lässt also die Wirtschaft weiter wachsen. Nachdem quecksilberhal-

*(Fortsetzung auf Seite 2)*

(Fortsetzung von Seite 1)

tige Energiesparlampen massenhaft im Land verteilt sind, werden Gesundheitsschäden durch „nicht vorhersehbare“ Handlungen der Nutzer erkannt. Man gibt sich aufgeklärt und verweist auf ein neues Verbot von quecksilberhaltigen Energiesparlampen. Das Karussell dreht sich weiter und landet bei der **weißen LED**. Und jetzt überlegen sie mal, was die Hersteller an einer gemeinen Glühlampe heute verdienen.

Für Deutschland scheint die hohe Verbrauchszahl für künstliches Licht aber offenbar gar nicht zuzutreffen. Der Anteil der Beleuchtung am Gesamtstromverbrauch wird von Experten mit nur 10 Prozent angegeben. Dabei entfallen in jedem privaten Haushalt nur etwa 8 Prozent des Stromverbrauchs auf Beleuchtung, in Bürogebäuden sind es etwa 20 Prozent. Es ist kaum anzunehmen, dass in anderen Industrieländern höhere Zahlen zustande kommen. Ausnahmen könnten wir uns allenfalls in den USA (bunte Leuchtreklame, verschwenderischer Umgang) und bei den Eskimos (viele kurze Tage) vorstellen.

LED-Glühlampe 230 V, 3,5 W, 210 lm (Lumen)

Zum Vergleich:
Eine Glühlampe 230 V, 100 W hat mit 1.340 lm (Lumen) die 6,38-fache Helligkeit, eine Glühlampe mit 230 V, 60 W hat mit 720 lm (Lumen) die 3,4-fache Helligkeit.

Im September 2009 wurde ein Verkaufsverbot für alle mattierten Glühbirnen und die klare 100 W Glühbirne wirksam. Lagerbestände dürfen noch abverkauft und Vorräte aufgebraucht werden. Für die klare Glühbirne ab 75 W kommt das Aus im September 2010, für die Teile ab 60 W im September 2011 und für die Leuchtzwerge ab 25 W im September 2012. Ab 2016 sind als Alternativen für Glühlampen nur noch normale Halogenlampen der Energieeffizienzklasse B und solche mit speziellem Stecksockel der Energieeffizienzklasse C erlaubt. 2013 werden die Kriterien der Energieeffizienz für alle noch zulässigen Lampenarten weiter verschärft. Die Zahlenzauberer haben für die gesamte EU errechnet, dass durch diese Maßnahmen 40.000 GWh eingespart werden und 5.000 MW herkömmlicher Kraftwerksleistung entfallen.

### Stromverbrauch und Stromeinsparung

Erinnern sie sich noch an die letzte Ausgabe des Biowasserstoff-Magazins? Dort stellten wir fest, dass allein der deutsche Stromverbrauch bei 560.000 GWh pro Jahr liegt. Die Einsparung durch neue Lampen beträgt 7 Prozent, aber nur auf den deutschen Stromverbrauch gerechnet! Wo landen wir, wenn wir den Gesamtverbrauch der EU-27 zugrunde legen? Zu Hause machen sie die Beleuchtung meist nur früh und abends an. Werden durch Sparlampen die heutigen Grundlastkraftwerke überflüssig? In der Heizperiode entfällt die Wärmestrahlung der Glühlampen, also muss mit anderen Energieträgern etwas mehr zugeheizt werden.

Im Büro oder in der Werkhalle brennt da schon länger das Licht. Dort halten sie sich also die meiste Zeit des Tages als Werktätiger auf. Lichtbiologen lässt man in diesem Zusammenhang gar nicht erst zu Wort kommen. Ihre Einwendungen hinsichtlich der Wirkung der quecksilberhaltigen Energiesparlampen sind durchaus nicht so einfach von der Hand zu weisen. Der fehlende Rotanteil lässt das abgestrahlte Licht kalt und ungemütlich wirken. Das abgestrahlte blaue Licht bewirkt eine Ausschüttung von Stresshormonen und hemmt das Schlafhormon Melatonin. Die Alternative der Alternative, genannt LED bzw. OLED, bringt zwar gutes Licht, flackert aber stär-

(Fortsetzung auf Seite 3)

(Fortsetzung von Seite 2)

ker als eine Glühbirne und hat ebenfalls einen hohen Blauanteil. Die natürlichste Kunstlichtquelle wird also mit der Glühbirne demnächst von der Bildfläche verschwinden. Über eventuelle ungesunde Strahlungswirkungen der neuen Technik sollte ebenfalls noch einmal nachgedacht werden, schließlich ist es heute ja keine Seltenheit, dass wissenschaftliche Gutachten komplett gefälscht werden. Wir wollen die Glühlampe ja nicht auf den Thron heben, denn für ihren eigentlichen Zweck ist sie energetisch gesehen wirklich ein Dinosaurier. Wirklich nette Alternativen sind allerdings bisher nicht in Sicht.

Energiesparlampe (Beispiel)
230 V, 11 W, 600 lm (Lumen)
230 V, 15 W, 830 lm
230 V, 22 W, 1.300 lm
230 V, 24 W, 1.500 lm

Die Helligkeitswerte lm (Lumen) können herstellerabhängig schwanken und sind als Richtwerte zu sehen.

## Energiesparlampen

Seit 1997 nutze ich selbst für die meisten privaten Räumen Energiesparlampen. Einschlägige persönliche Erfahrungen sind also vorhanden. Empfehlenswert sind meiner Meinung nach allenfalls Energiesparlampen, die eine dem Tageslicht nachempfundene Charakteristik haben (so etwas gibt es mittlerweile auch!).

Gleich zu Beginn ging bei mir eine der Lampen kaputt und Glassplitter verteilten sich in der Wohnung. Leider gab es damals keine Hinweise auf der Verpackung, dass das Leuchtmittel **Quecksilber** enthält. Schauen sie doch mal in den Geschäften auf die Verpackungen, steht da etwas von hochgiftigen Inhaltsstoffen? Was macht man im Falle eines Bruchs? Staubsaugen? Keine Ahnung und offenbar interessiert es auch niemanden.

Nun stellen sie sich mal vor, sie haben Kinder zu Hause und kommen abends von Arbeit. Die lieben Kleinen haben tagsüber mal so richtig in der Bude aufgeräumt und dabei sind dann ein oder zwei solcher Supersparlampen kaputtgegangen. Fühlen sie sich jetzt noch wohl in ihrer Haut?

Erwachsene mögen ja in einem solchen Fall selbst noch ganz klar sehen, aber können wir das auch von Kindern oder älteren Menschen verlangen? Der normale Bürger weiß heute noch nicht mal, wann die nächste Bundestagswahl ist, soll aber dran denken, dass quecksilberhaltige Energiesparlampen in den Sondermüll gehören.

Greenpeace hätte früher wildeste Kampagnen gegen eine massenhafte Verteilung von Quecksilber im Land gefahren. Heiligt der vermeintlich gute Zweck die Mittel? Was ist mit den Beschäftigten bei den Leuchtmittelherstellern und den Recyclingunternehmen? Na, hoffentlich geht das gut.

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

# Wasserstoffgewinnung aus Ökostrom - Manfred Richey

## Elektrolyseverfahren

In einer solaren Wasserstoffwirtschaft gibt es die Möglichkeit, erzeugten Strom aus Wasserkraft -, Windkraft- und Photovoltaikanlagen in das Rohrleitungsnetz bzw. in unterirdische Speicher einzuspeisen oder separate Insellösungen zu realisieren. Damit wird die schwankende Produktion von Ökostrom ausgeglichen und die benötigte Ackerfläche für den Anbau von Energiepflanzen kann verringert werden. Dazu wird das altbekannte Verfahren der Wasserelektrolyse verwendet. Gegenüber der Herstellung von Wasserstoff aus Biomasse ist diese Gewinnungsmethode in den meisten Fällen teurer, aber vom Wirkungsgrad her kaum schlechter. Moderne Elektrolyseure haben Wirkungsgrade von 65 bis 80 Prozent bezogen auf den Heizwert von Wasserstoff. Auf den ersten Blick sieht das nicht berauschend aus. Allerdings sollte man sich da nicht täuschen lassen. Brennstoffzellen-Heizgeräte sind Brennwertgeräte, die auch die Kondensationswärme zurückgewinnen. Der Verbraucher bekommt also bei einem Wirkungsgrad des Elektrolyseurs von 76 Prozent (Bezug zum Heizwert) tatsächlich 90 Prozent des Brennwertes des zur Wasserstoffherstellung eingesetzten Stromes. Damit ist diese Umwandlungskette kaum schlechter, als die der Biomassevergasung.

Wasserelektrolyse und Brennstoffzellenreaktion basieren auf denselben elektrochemischen Prinzipien: durch Umkehrung der Stromrichtung wird elektrische Energie verbraucht (Elektrolyse) oder abgegeben (Brennstoffzelle). Brennstoffzellen der verschiedenen Kategorien wurden bereits in früheren Ausgaben des Biowasserstoff-Magazins behandelt:

*Magazin Nr. 5: „Brennstoffzellen in Ein- und Mehrfamilienhäusern“* - NT-PEFC (80 °C) und HT-PEFC (160 - 200 °C)

*Magazin Nr. 8: „Schweizer Präzision“* - SOFC (Solid Oxid Fuel Cell) mit Arbeitstemperaturen von über 900 °C

*Magazin Nr. 11: „MCFC-Brennstoffzelle und SOFC-Brennstoffzelle“* - Schmelzkarbonat-Brennstoffzelle MCFC (Molten Carbonate Fuel Cell), 600 – 700 °C und SOFC (Festoxyd) –Brennstoffzelle, 650 – 1.000 °C

*Magazin Nr. 12: „Phosphorsaure Brennstoffzelle (PAFC)“* - Phosphorsaure Brennstoffzelle ("Phosphoric Acid Fuel Cell" - PAFC), eine Mitteltemperaturbrennstoffzelle, Betriebstemperaturen von ca. 160 - 220 °C

Sie finden alle Ausgaben unter: http://biowasserstoff-magazin.richey-web.de

## Elektrolyse

Ist die Zerlegung von Wasser in die Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff mittels Strom.

Die Wasserstoffproduktion durch Elektrolyse bietet die Möglichkeit eines völlig emissionsfreien Wasserstoff-Energiekreislaufs, wenn der Strom für die Elektrolyse aus einer regenerativen Energiequelle wie Sonnen- oder Windenergie, Geothermie oder Wasserkraft stammt. Um mittels Elektrolyse aus Wasser (H2O) Wasserstoffgas (H2) zu erzeugen, genügt schon eine Spannung von 1,5 Volt. Zuvor wird das Wasser mit etwas Säure oder Lauge versetzt, damit es Ionen leitet. An der positiv geladenen Elektrode entsteht Sauerstoff (O2), an der negativ geladenen Elektrode Wasserstoff. Ein so genanntes Diaphragma zwischen der Anode und der Kathode verhindert dabei, dass die beiden Gase miteinander wieder zu Wasser reagieren. Wenn dieser Prozess unter Druck stattfindet, dann erleichtert dies die nachgelagerte Kompressionsarbeit und verringert den Energieaufwand und Raumbedarf für das System.

*(Fortsetzung auf Seite 5)*

*(Fortsetzung von Seite 4)*

Die verschiedenen **Elektrolyseverfahren** lassen sich wie bei den Brennstoffzellensystemen nach der Art des ionenleitenden Elektrolyten und der Betriebstemperatur einteilen:

1. Alkalische Elektrolyseure mit wässriger Kalilauge als Elektrolyt
2. Membranelektrolyseure mit einer protonenleitenden Membran als Elektrolyt
3. Wasserdampfelektrolyseure mit einer Keramikmembran als Sauerstoffionenleiter

Hinsichtlich Elektrolyt und Betriebstemperatur entsprechen diesen Elektrolyseverfahren

1. die alkalische Brennstoffzelle (80°C)
2. die Membranbrennstoffzelle (80°C)
3. die oxidkeramische Brennstoffzelle (650 - 1000°C)

### 1. Alkalische Elektrolyse

Wirkungsgrade über 80 % bei Stromdichten um 0,5 A/cm² sind durchaus technisch realisierbar.

Werte für drucklose Elektrolyseure liegen im Bereich von 4,1 bis 4,5 kWh/Nm³ (unter 78 Prozent), für Druckelektrolyseure im Bereich von 4,5 bis 5,0 kWh/Nm³ (80 Prozent).

Die Effizienz von Elektrolyseuren nimmt im Teillastbereich zu, da die Zellspannung und damit auch der Wirkungsgrad unmittelbar von der Stromdichte (und damit der Leistung des Elektrolyseurs) abhängen, wie dies auch für Brennstoffzellen charakteristisch ist. Dieses günstige Teillastverhalten ist besonders vorteilhaft bei der Kopplung von Elektrolyseuren mit variablem Stromangebot (Windkraftanlagen, Solarkraftwerke) oder für das Lastmanagement mit Wasserstoffspeicherung in Netzen mit ausgeprägt wechselnden Lastprofilen.

Die **Verbesserung des Wirkungsgrades** basiert auf **zwei technologischen Entwicklungslinien**:

**Erstens** ist es gelungen, durch **katalytische Aktivierung der Elektroden** die Überspannungsverluste deutlich zu senken. Hierzu werden auf Eisen- oder Nickelkathoden sogenannte Raney-Nickel-Legierungen als Katalysatoren durch Plasmaspritzen (VPS-Vacuum Plasma Spraying) in definierter Dicke und Porosität aufgebracht. Im industriellen Einsatz wurde in den letzten Jahren die Langzeitstabilität (über 50.000 Stunden Betriebszeit) von VPS-aktivierten Elektrolysekathoden eindrucksvoll belegt.

**Zweitens** führt eine **Erhöhung des Betriebsdruckes** sowie eine **Optimierung der Elektrolytkreisläufe** und **Produktgas-Separatoren** ebenfalls zu einer Verbesserung des Elektrolysesystems.

#### Praktische Beispiele

Elektrolyseure gibt es in einer Bandbreite von 1 – 760 Nm³/h, was ca. 5 kWel – 3,4 MWel entspricht. Größere Anlagen werden durch den Parallelbetrieb mehrerer Einheiten aufgebaut.

Am **Assuan-Staudamm** in Ägypten ist eine **drucklose Anlage** von Norsk Hydro mit 156 MWel (33.000 Nm³/h) installiert. In **Cuzco** / Peru ist eine Anlage von SAGIM installiert, die im **Druckbetrieb** 22 MWel (4.700 Nm³/h) leistet.

Nachfolgend finden Sie Bilder und technische Daten verschiedener Modelle von Eelektrolyseuren, die wir mit freundlicher Genehmigung der Firma Zebotec (http://www.zebotec.de) als eine kleine Auswahl an Beispielen darstellen.

*(Fortsetzung auf Seite 6)*

*(Fortsetzung von Seite 5)*

Zebotec-Elektrolyse-Projekt in Wolfenbüttel mit dem zum Energieverbund gehörenden Windrad im Hintergrund.

Bild: www.zebotec.de

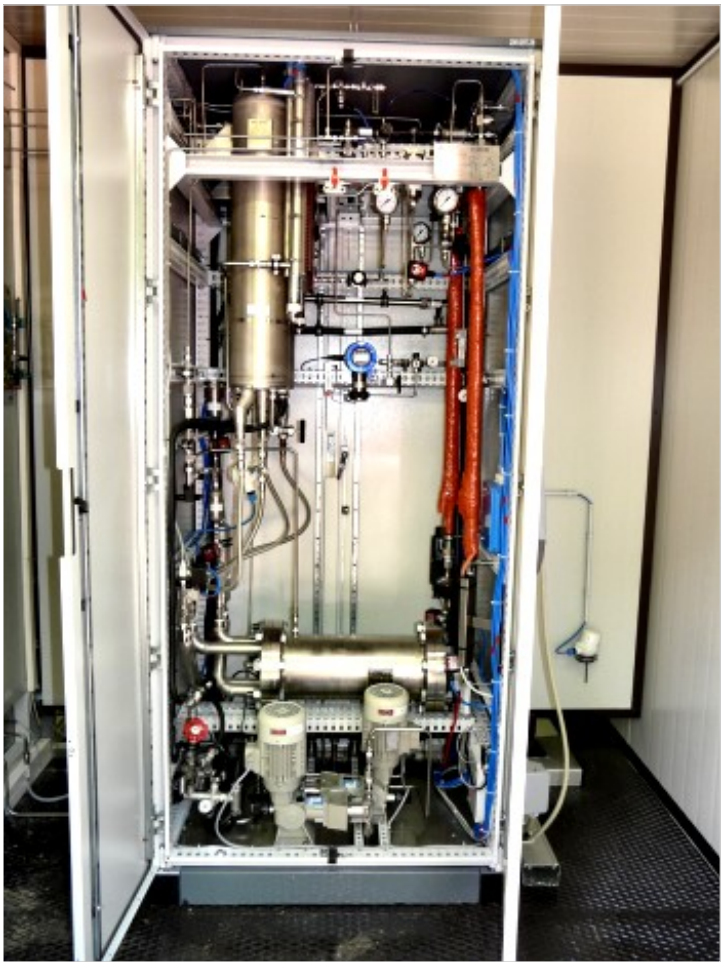


Bild: www.zebotec.de

**Zebotec-Elektrolyseur**

Anlagen von 1 bis 100 $Nm^3/h$ H2, entsprechend 0,5 bis 50 $Nm^3/h$ 02.
Die Gesamtwirkungsgrade liegen zwischen 4,4 und 4,8 $kWh/Nm^3/h$, der Druck liegt zwischen 10 und 30 bar - jeweils abhängig von der Anlagengröße.

Die Reinheit des H2 liegt bei 99,8 bzw. 99,999 Vol-%, für 02 bei 99,5 bzw. 99,999 Vol-%.

Die Elektrolyseure entsprechen hohen Sicherheitsstandards und sind konform der europäischen Richtlinien:

- EN 60079-14
- PED 97/23/EC
- ATEX 94/9/EC
- Maschinenrichtlinie 98/37/EC
- EMC 89/336/EEC

Fernzugriff über verschiedene Datenschnittstellen sind möglich:

- Fernzugriff über Webbrowser
- Datenarchivierung von Prozess- und Messdaten
- Einbindung und Ansteuerung über LabView möglich
- Leistungssteuerung über Standardsignal (4-20 mA)
- Problemlose Integration in zentrale Leitwarte möglich

*(Fortsetzung auf Seite 7)*

*(Fortsetzung von Seite 6)*

### 2. Membranelektrolyse

Wie bei der Membranbrennstoffzelle besteht der Festelektrolyt eines Membranelektrolyseurs aus einer protonenleitenden Membran. Die Materialanforderungen sind bei dieser Wasserelektrolyse mit saurem Elektrolyten grundsätzlich anspruchsvoller, da die Ionenleitung zwischen den Elektroden durch hydratisierte Wasserstoffionen erfolgt. Für beide Elektroden sind Edelmetallkatalysatoren notwendig, um die Überspannungen niedrig zu halten. Auch an die Konstruktionswerkstoffe werden sehr viel höhere Anforderungen gestellt.

Der verfahrenstechnische Aufwand ist im Vergleich zur alkalischen Elektrolyse bei der Membranelektrolyse aber einfacher. Da ein Festelektrolyt eingesetzt wird, ist hier kein interner Elektrolytkreislauf notwendig. Die externe Separation von Flüssigelektrolyt und den Reaktionsprodukten Wasserstoff und Sauerstoff entfällt ebenfalls.

Die Membranelektrolyse ist daher für Elektrolyseure mit kleiner Leistung eine interessante Alternative zu den alkalischen Systemen.

Eine Skalierung der Membranelektrolyse zu Anlagen größerer Leistung ist dagegen heute noch nicht absehbar, da bisher keine Verfahren zur Herstellung von großflächigen Membran-Elektrodeneinheiten verfügbar sind.

Anbieter sind z.B.: h-tec Wasserstoff-Energiesysteme GmbH, Lübeck (Entwicklungsziel 10 kWel und 30 bar) und andere Firmen.

### 3. Hochtemperatur-Dampfelektrolyse

Die Bildungsenthalpie DH von Wasser und damit der zur Wasserspaltung notwendige Mindestenergieaufwand verringert sich sprunghaft beim Phasenübergang vom flüssigen Wasser zu Wasserdampf.

Diese Energiedifferenz entspricht der Verdampfungswärme des Wassers. Mit weiter steigender Temperatur nimmt die freie Bildungsenthalpie DG kontinuierlich ab, bei nahezu konstanter Bildungsenthalpie DH. Aus diesen thermodynamischen Gesetzmäßigkeiten lassen sich die beiden folgenden Aussagen ableiten:

- Bei der Elektrolyse von Wasserdampf ist die thermodynamische Zellspannung geringer als bei der Elektrolyse von flüssigem Wasser
- Bei hohen Temperaturen kann ein Teil der zur elektrolytischen Wasserspaltung notwendigen Energie auch als Wärme eingekoppelt werden: der maximale mögliche Wärmeanteil Qmax entspricht der Differenz zwischen Bildungsenthalpie DH und freier Bildungsenthalpie DG.

Ausgehend von diesen thermodynamischen Überlegungen wurden bereits vor mehr als 25 Jahren Untersuchungen zur Hochtemperatur-Dampfelektrolyse (HOTELLY) durchgeführt. Neue Entwicklungschancen für die Hochtemperaturelektrolyse eröffnen sich durch die in den letzten Jahren erreichten Fortschritte bei der Entwicklung von oxidkeramischen Hochtemperaturbrennstoffzellen.

Die Entwicklung neuer Materialien und verbesserter Herstellungstechnologien für die oxidkeramischen Brennstoffzellen und auch die Fortschritte beim Aufbau von bipolaren Zellstapeln in kompakter Flachbauweise sind die Basis des soeben gestarteten europäischen Forschungsprojektes „Hi2H2“. Das Ziel dieses Projektes ist es, die Funktion eines Zellstapels zur Hochtemperatur-Dampfelektrolyse zu demonstrieren.

*(Fortsetzung auf Seite 8)*

*(Fortsetzung von Seite 7)*

### Elektrolyse bei 800 Grad Celsius

Eine höhere Temperatur soll die Elektrolyse noch effektiver machen: "Je höher die Temperatur, mit der der Vorgang abläuft, desto niedriger ist die benötigte Spannung", berichtet der DLR-Projektleiter Dr. Günter Schiller.

Bei den beim DLR laufenden Versuchen testen die DLR-Wissenschaftler anstatt bei sonst üblichen 80 oder 100 Grad Celsius die Elektrolyse bei 800 Grad Celsius. Damit wird die benötigte Spannung von zwei oder mehr auf 1,3 bis 1,4 Volt reduziert, was eine erhebliche Energieeinsparung ermöglicht. Die Herausforderung für die Wissenschaftler liegt, wie bei der Hochtemperatur-Brennstoffzelle auch, in der Langzeitstabilität des Systems. Eine Erhöhung der Laufzeiten von derzeit 2.000 auf etwa 40.000 Stunden scheint machbar, erfordert aber noch weitere Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten.

Alle Rechte an diesem Artikel liegen bei den benannten Quellen sowie bei Manfred Richey, Nürtingen. Nutzung bzw. Veröffentlichung nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung durch die Autoren. Anfragen bitte an: kontakt@bio-wasserstoff.info

# Batterien - zentrales Element der Elektromobilität

Torsten Pörschke

## Stromspeicher

Batterien und Elektroautos sind in den letzten Wochen pausenloses Thema. Jeder der sich wichtig machen will und von Zukunftsvisionen der Mobilität etwas zu verstehen vorgibt, benutzt diese beiden Vokabeln. Nehmen wir uns also einmal die Zeit und besuchen einen wissenschaftlichen Vortrag von PD Dr. Helmut Ehrenberg mit dem Thema "Batterien - Tanken an der Steckdose" an der TU Dresden.

## Begriffe

Zunächst erst einmal eine Erklärung zu Begriffen. Batterien können in zwei Kategorien eingeteilt werden. Es gibt die nur einmal entladbaren Primärbatterien und die wiederaufladbaren Sekundärbatterien (Akkumulatoren). Lesen sie also das Wort Batterie im Zusammenhang mit Elektromobilität, dann handelt es sich immer um Akkumulatoren.

Bild 1

Beispiel eines (älteren) Li-Ionen-Akkus

Quelle: Wikipedia.org

Beschreibung: Lithium-Ionen-Akkumulator von Varta, Museum Autovision, Altlußheim, Deutschland, Autor: Claus Ableiter
Verwendung gemäß http://de.wikipedia.org/wiki/GNU-Lizenz_für_freie_Dokumentation

Suggeriert wird uns, dass in Zukunft alles ganz einfach ist. Man nehme ein Stromkabel, schließe die Steckdose des Elektroautos an und dann "tanken" wir einfach Ökostrom. Alles sauber und völlig unkompliziert. Jetzt muss einfach nur viel Geld in die Entwicklung der Technik gesteckt werden und schon beginnen morgen auch für die Automobilfirmen Milch und Honig zu fließen.

## Anforderungen

Der Dozent macht auch gleich zu Beginn der Veranstaltung klar, dass die Anforderungen der Industrie an Speicherbatterien für reine Elektroautos im Augenblick mit der vorhandenen Technik noch nicht zu bewältigen sind. Im Lastenheft stehen eine Lebensdauer von 10 bis 15 Jahre, mehr als 2.000 Voll-Zyklen (Laden/Entladen), eine Ladezeit von unter 5 min, ein Leistungsverlust von max. 15 Prozent während der gesamten Lebensdauer, eine Reichweite von mehr als 250 km und eine hohe Spitzenbelastbarkeit beim Beschleunigen und Bremsen.

Besonders das Wärmemanagement beim schnellen Nachladen der Batterien bereitet erhebliche Sorgen. Immerhin fließen dabei 200 bis 300 Ampere bei 168 V. Das ist sowohl für den Elektrolyten, als auch für den in den Zellen enthaltenen Kohlenstoff nicht unproblematisch. Die Energiedichte hat mit jeder Generation von Batterien stetig zugenommen, was gleichzeitig bedeutet, dass auf kleinsten Raum ein ungeheures Potential an Energie gespeichert ist. Batteriebrände bei Notebooks sind kein unbekanntes Phänomen.

*(Fortsetzung auf Seite 10)*

(Fortsetzung von Seite 9)

## Energiedichte und Wirkungsgrade

| | Energiedichte | Wirkungsgrad |
|---|---|---|
| Pb-Batterie | 35 Wh/kg | 60-70 % |
| Pb-Gel-Batterie | | |
| NiCd-Batterie | 50 Wh/kg | 70 % |
| NiMH-Batterie | 66 Wh/kg | 70 % |
| NaNiCl2-Batterie | 94 Wh/kg | 80-95 % |
| Li-Ionen-Batterie | 149 Wh/kg | 80 % (viele Varianten, mittlere Energiedichte) |

Moderne wiederaufladbare Batterien haben Wirkungsgrade von 80 bis 95 Prozent. Ohne Energieverluste geht es auch hier nicht. Bauen die Hersteller Klimaanlagen in die Elektroautos ein, sinkt automatisch auch die Reichweite beträchtlich. Damit sind Brennstoffzellenfahrzeuge mit einem elektrischen Wirkungsgrad von 60 Prozent dann auch schon nahezu gleichauf in der Energieausnutzung, weil hier die Abwärme für die Klimatisierung genutzt werden kann. Verrückte Ideen mit Leasingverträgen und Austauschstationen für Batterien, wie sie aus Israel und Dänemark kommen, können uns nicht vom Hocker reißen. Die Batteriebranche gibt selbst zu, bei einem ganz normalen Italienurlaub einer deutschen Familie mit einem reinen Elektroauto überfordert zu sein.

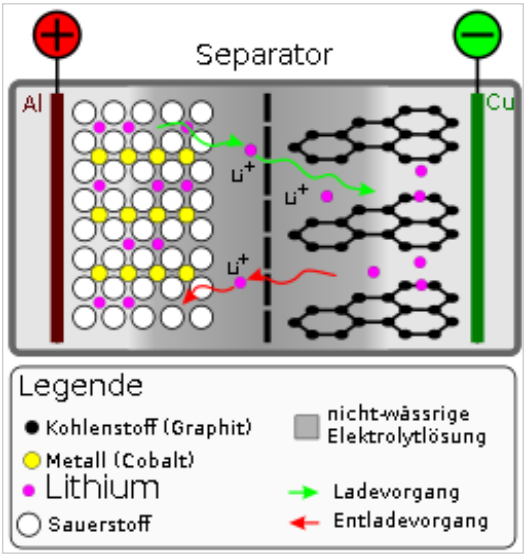



Bild 2

Schematischer Aufbau einer Lithium-Ionen-Zelle (positive Elektrode: LiCoO2; negative Elektrode: Li-Graphit).

## Rohstoffbedarf

Der Rohstoffbedarf sollte bei den Überlegungen zur Elektromobilität in den Mittelpunkt gerückt werden. Sinn macht die Sache nur, wenn nicht eine neue Rohstoffknappheit geschaffen wird. Schließlich geht es uns um nachhaltige Entwicklung. Ein Elektroauto mit einer Reichweite von 250 km benötigt mit der heute verfügbaren Lithium-Ionen-Speichertechnik eine Batterie mit einem Gewicht von 250 kg. Erforderlich für die maximale Reichweite sind mehr als 25 kWh. Pro kWh entfallen 10 kg auf die Batterietechnik. Die Kosten liegen heute bei 500 Euro pro kWh, d.h. für eine Batterie mit einer Kapazität von 25 kWh müssen 10.000 Euro bezahlt werden.

Der Automobilzulieferer Magna geht bei einer Serienfertigung von 350 Euro pro kWh aus, dazu

(Fortsetzung auf Seite 11)

(Fortsetzung von Seite 10)

kommen noch Inverter und Kabel im Wert von 2.000 Euro. Dazu noch ein aktuelles Beispiel, das beweist, dass wir in der Entwicklung erst am Anfang stehen. Die Batterietechnik für die neue S-Klasse von Daimler mit Verbrennungsmotor wiegt ca. 46 kg und kostet komplett mit den zusätzlichen Elektromotoren 10.000 Euro.

**Lithium - der unbekannte Rohstoff**

Bild 3

Lithiumcarbonat, Rohmaterial

Die Verfügbarkeit von Lithiumcarbonat (Li2CO3) wird vom Weltmarktführer Chemetall mit 150.000.000 t angegeben. Das entspricht ca. 30.000.000 t Lithium. Die größten Vorräte sollen mit 6,9 Mio. t in Chile, mit 6,6 Mio. t in den USA, mit 5,5 Mio. t in Bolivien, mit 2,6 Mio. t in Tibet (China), mit 2,6 Mio. t in Argentinien und mit 2,3 Mio. t in Zentralafrika liegen. In Südosteuropa können bestenfalls 0,9 Mio. t gewonnen werden. Verfolgen sie ruhig einmal die aktuellen Entwicklungen besonders in Bolivien und China. Der Kampf um den Zugang zu Rohstoffen ist in vollem Gange, auch wenn in der Öffentlichkeit ganz andere Gründe vorgeschoben werden. Chilenische und australische Minen liefern heute zusammen fast die Hälfte der Gesamtförderung der Welt, wobei die Reserven in Australien schon bald aufgebraucht sein dürften. Gerade in den Salzwüsten in Südamerika (Atacama in Chile; Salar de Uyuni in Bolivien; in Argentinien) wird für die Gewinnung von Lithiumcarbonat viel Wasser für die Lösung der Salze benötigt. Die Salzlauge wird in flache Becken gepumpt. Kaliumchlorid und Kaliumsulfat fallen aus, während Lithium und Bor im Überstand verbleiben, abgepumpt und chemisch aufbereitet werden. Die Gewinnung von Lithium lässt dort den Wasserstand in nahen Feuchtgebieten sinken, was ökologisch bedenklich ist.

Für eine 250 kg schwere Batterie werden 15 kg Li2CO3 gebraucht und die Preise liegen bei 6 Euro pro Kilogramm. Recyclingprogramme gibt es noch keine, obwohl die Technik ja bereits in Mobiltelefonen und Notebooks serienmäßig verbaut wird. Chemetall rechnet mit einer lohnenden Wiederverwertung in 10 Jahren und glaubt, 50 Prozent des eingesetzten Lithiums wiedergewinnen zu können. Neue Technologien sind also auch in diesem Bereich gefragt, um Recyclingraten von mehr als 80 Prozent erreichen zu können. Andere Rohstoffe wie Kobalt und Nickel sind seltener als Lithium und könnten eher erschöpft sein. Der sparsame Umgang mit den Ressourcen lässt eigentlich nur eine nachhaltige Entwicklung im Bereich der Elektromobilität zu und das ist das Wasserstoffauto. Hier werden im Unterschied zu reinen Elektroautos wesentlich kleinere und leichtere Speicherbatterien gebraucht.

**Die Wurzeln der Euphorie**

Der Gedanke der leichten Batterie dürfte dann auch für die neueste technologische Entwicklung

(Fortsetzung auf Seite 12)

(Fortsetzung von Seite 11)

zutreffen, die Metall-Luft-Akkumulatoren. Der gespeicherte Strom soll hier mittels Luftsauerstoff wieder freigesetzt werden. Die heutige Lithium-Ionen-Technik könnte potentiell 200 Wh pro Kilogramm Batteriegewicht speichern, die Metall-Luft-Technik 1.500 Wh pro Kilogramm. Eine 100 kg schwere Batterie reicht dann für 500 km. Solche Batterien hat es schon in den 1940-iger Jahren als Zink-Luft-System gegeben. Gegenüber einer herkömmlichen Batterie haben diese nur noch einen Pol und über ein Loch in der Hülle gelangt Luft hinein. Benötigt wird noch eine zusätzliche Membran und damit kann dann der eindringende Sauerstoff mit dem Lithium reagieren. Bei der Oxidation wird Energie in Form von Strom und Wärme freigesetzt. Probleme gibt es vor allem beim umgekehrten Prozess, der mit Hilfe von elektrischem Strom Lithium und Sauerstoff wieder trennen soll. Das Lithium wächst nämlich nicht mehr metallisch kompakt auf, sondern eher schwammartig. Die Oberflächen werden immer größer und die Zelle reaktiver. Unkontrollierbare Nebenreaktionen können zum Abbrand der ganzen Batterie führen. Ein Großversuch mit Zink-Luft-Systemen in Bremerhafen verlief unbefriedigend, mehr als 40 bis 50 Vollzyklen wurden nicht erreicht. Im Labor können heute mit Lithium-Luft-Systemen 200 bis 300 Zyklen dargestellt werden, für die Praxis ist das alles noch nicht tauglich. Im Rahmen der Forschung an der HT-PEFC hat VW großes Wissen über die Membrantechnik angesammelt und jetzt für die Batterieforschung eine leitfähige Membran zu Verfügung stellen können. Allerdings hält man dort das alles noch für Grundlagenforschung. Experten gehen nicht vor 2015 von funktionierenden Prototypen in den Labors aus, eine kommerzielle Anwendung ist derzeit nicht absehbar. Toyota hat angekündigt, die Forschungen auf diesem Gebiet ab diesem Jahr intensivieren zu wollen.

### Deutsche Hersteller - quo vadis?

Warum der VW/Porsche-Konzern das reine Elektroauto als die Zukunftstechnik ansieht, obwohl im eigenen Haus die derzeit modernste Technik für Brennstoffzellen im PKW zur Verfügung steht (siehe auch in diesem Heft), bleibt das große Geheimnis des Konzerns. Daimler hat offenbar weniger Berührungsängste und im Mai 2009 das bisherige Joint-Venture mit der Firma Ford, die Nucellsys GmbH in Kirchheim-Teck/Nabern, komplett zu 100 % übernommen. Die Investitionen in die Brennstoffzellentechnik sollen nicht gekürzt werden, hieß es dazu in einer Pressemitteilung. BMW setzt weiterhin auf den Wasserstoff-Verbrennungsmotor und möchte Brennstoffzellen nur als APU einsetzen. Zumindest technisch sind damit die Firmen gut aufgestellt.

Für Opel und Ford mit ihren hohen US-Beteiligungen sieht es dagegen düster aus. Die Patente sind hier nicht verfügbar. Die Brennstoffzellen-Technologie verschwindet in den Schubladen und den unendlichen Weiten der amerikanischen Prärien. Da können sich deutsche Ingenieure, Techniker und Facharbeiter noch so viel Mühe hier machen. Das Wissen wird einfach abgezogen. Auch deswegen kommt die Entwicklung der Brennstoffzellentechnik nicht schnell genug voran.

### Was bewegt uns morgen?

Nach einer gemeinsamen Studie von IFA und DEKRA werden sich die Kosten für die Mobilität wegen stark steigender Strompreise bei allen Arten von Antrieben in den nächsten Jahren die Waage halten. Dabei wurden natürlich folgende Annahmen zum alten Energiesystem fortgeschrieben. Der Kraftstoffpreis steigt bis 2020 auf 3 Euro pro Liter, der Verbrauch beträgt im Schnitt 6 Liter bei Benzinfahrzeugen und 5 Liter bei Dieselautos. Der Preis für Batterien in Elektrofahrzeugen sinkt auf 6.000 Euro. Ermittelt wurden folgende Beträge:

(Fortsetzung auf Seite 13)

*(Fortsetzung von Seite 12)*

0,47 Euro für Benzinfahrzeuge (Mineralölbasis mit Beimischung)
0,46 Euro für Brennstoffzellenfahrzeuge (keine echte Biowasserstoffwirtschaft !!!)
0,45 Euro für Dieselfahrzeuge (Mineralölbasis mit Beimischung)
0,44 Euro für Fahrzeuge mit Biokraftstoffen der 2. Generation (Biomassebasis)
0,44 Euro für Vollhybrid-Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor (nur elektrische Fahrt!)
0,42 Euro für Autogas- und Erdgasfahrzeuge ohne Steuererhöhung (Mineralölbasis)
0,42 Euro für reine Elektrofahrzeuge (hauptsächlich Kohle- und Atomstrom)
0,41 Euro für Diesotto (Mineralölbasis)

Die genannten Werte beziehen sich auf einen Kilometer und beinhalten nicht nur den Energiepreis (Betriebskosten), sondern auch die Beträge für Kauf, Wartung, Reparatur und Wiederverkauf eines Autos. Elektromobilität wird also nicht billig werden, wenn nur Batterien und Ökostrom zum Einsatz kommen sollen. Bei dieser Studie wird auch klar, wie die Mobilitätsagenda für die nächsten Jahre aussehen soll. Kein System soll durch technologischen Vorsprung das "Preisgefüge" sprengen und uns aus der Energie- und Kostenfalle führen. Marktwirtschaft und Wettbewerb sehen anders aus. Wer sich damit intensiver beschäftigen will, sollte sich das "Cost-of-Ownership" genannte Werk vornehmen. Zum Vergleich dazu vielleicht noch die Werte von 2008:

0,35 Euro für Benzinfahrzeuge (Mineralölbasis mit Beimischung)
0,34 Euro für Dieselfahrzeuge (Mineralölbasis mit Beimischung)
0,34 Euro für Fahrzeuge mit Biokraftstoffen der 1. Generation (Biomassebasis)
0,34 Euro für Micro- und Mildhybrid-Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor
0,33 Euro für Autogas- und Erdgasfahrzeuge mit Steuerermäßigung (Mineralölbasis)

(alle Werte auf einen Kilometer gerechnet)

Damit wird auch klar, dass sich zukünftig immer weniger Menschen private Mobilität leisten können und alle anderen kräftig abkassiert werden sollen. Es ist höchste Zeit für Veränderungen.

Bildquellen:

Bild 1 - Quelle: Wikipedia.org, Beschreibung: Lithium-Ionen-Akkumulator von Varta, Museum Autovision, Altlußheim, Deutschland, Autor: Claus Ableiter; Verwendung gemäß http://de.wikipedia.org/wiki/GNU-Lizenz_für_freie_Dokumentation

Bild 2 - Quelle: Wikipedia.org, Beschreibung: Schematischer Aufbau einer Lithium-Ionen-Zelle, Urheber: Cepheiden, Lizenz: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/de/legalcode

Bild 3 - Quelle: Wikipedia.org, zur freien Verwendung

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

# Kiruna Electric Trucks - Torsten Pörschke

## Die im Dunklen sieht man nicht

Der Bergbau ist eine Industrie, die in der täglichen Berichterstattung kaum Erwähnung findet. Deshalb haben wir auch keine umfassenden Vorstellungen über die Abbaumethoden und Arbeitsbedingungen in den Gruben. Gerade der Untertage-Bergbau hat mit Problemen zu tun, die wir uns kaum vorstellen können. Zur Arbeitserleichterung gibt es heute ein umfangreiches Angebot an verschiedenen Maschinen und Ausrüstungen. Zum Transportieren von mineralhaltigen Gesteinen, Kali- und Steinsalzen, Steinkohlen und Uran werden hauptsächlich dieselbetriebene Eisenbahnen, Radlader und Spezial-LKW eingesetzt. Da Untertage die Abgase der Motoren durch aufwendige und teure Lüftungssysteme abgeführt werden müssen, kommen auch mit Akkumulatoren und Strom betriebene Fahrzeuge zum Einsatz. Der Schwachpunkt dabei ist die geringe Batteriekapazität bzw. die eingeschränkte Bewegungsfreiheit bei einer Lösung mittels angeschlossenem Stromkabel. Hier ergibt sich ein erstklassiges Anwendungsfeld für Brennstoffzellen und Biowasserstoff.

### Spezielle Probleme - außergewöhnliche Lösungen

In der Grube von Kiruna/Schweden werden seit mehr als 100 Jahren Eisenerze abgebaut. Dabei müssen die unter der Erdoberfläche gewonnenen Gesteine zur Weiterverarbeitung zunächst erst einmal ans Tageslicht zur Bahnverladestation gebracht werden. In Kiruna wird mittlerweile für eine Abbauebene in einer Tiefe von 1.365 Metern ab 2012 geplant. Abgebaut wird derzeit auf der Arbeitsebene 1.045 Meter unter der Erde. Die Minengänge sind mittlerweile insgesamt 4 Kilometer lang. Um die Arbeits- und Lebensbedingungen im Bergbau zu verbessern, entwickelte ab 1981 ein Konsortium der schwedischen Firmen LKAB, Kiruna Truck und ASEA (heute ABB) ein Transportsystem der besonderen Art. Es kann sowohl in neu angelegten, als auch in bereits existierenden Erzminen Untertage installiert werden. Es handelt sich dabei um einen Spezial-LKW, der über angelegte Fahrbahnrampen mit Hilfe von Elektromotoren und einer an der Decke der Grubenröhre installierten Oberleitung das abgebaute Gestein ans Tageslicht befördert. In Kiruna selbst kommt die Technik nicht zum Einsatz, hier wird "nur" entwickelt und produziert.

Kiruna Electric Truck for mines

Mit freundlicher Genehmigung von http://www.gia.se/

Das erste Modell war der K 1050 E mit einer Ladekapazität von 50 t. Das erste Serienfahrzeug wurde an die schwedische Zinkgruvan/Kristineberg verkauft. Bis 1995 stellte Kiruna Truck 16 dieser Spezial -LKW`s her, die in der Zinkgruvan/Kristineberg, in Hope Brook und in Kidd Creek/Canada sowie in Mount Isa/Australien zum Einsatz kamen. Im Bau waren 2 weitere Fahrzeuge für das McCreedy East Projekt von Inco und 1 Fahrzeug für die Creighton Mine/Canada von Sudbury. Der kleinere Bruder des K 1050 E wurde 1995 vorgestellt. Seine Zuladung beträgt 35 t. Der K 635 E wurde verschiedenen potentiellen Kunden offeriert, konnte sich zunächst aber nicht gegen die dieselbetriebenen Spezialfahrzeuge von Atlas Copco, Caterpillar und Sandvik durchsetzen. Erster Kunde war wieder die die

*(Fortsetzung auf Seite 15)*

(Fortsetzung von Seite 14)

schwedische Zinkgruvan/Kristineberg, die 3 Fahrzeuge abnahm. Erst 1997 wurde dann ein System an eine chinesische Goldmine verkauft.

Kiruna Electric Truck for mines

Mit freundlicher Genehmigung von http://www.gia.se/

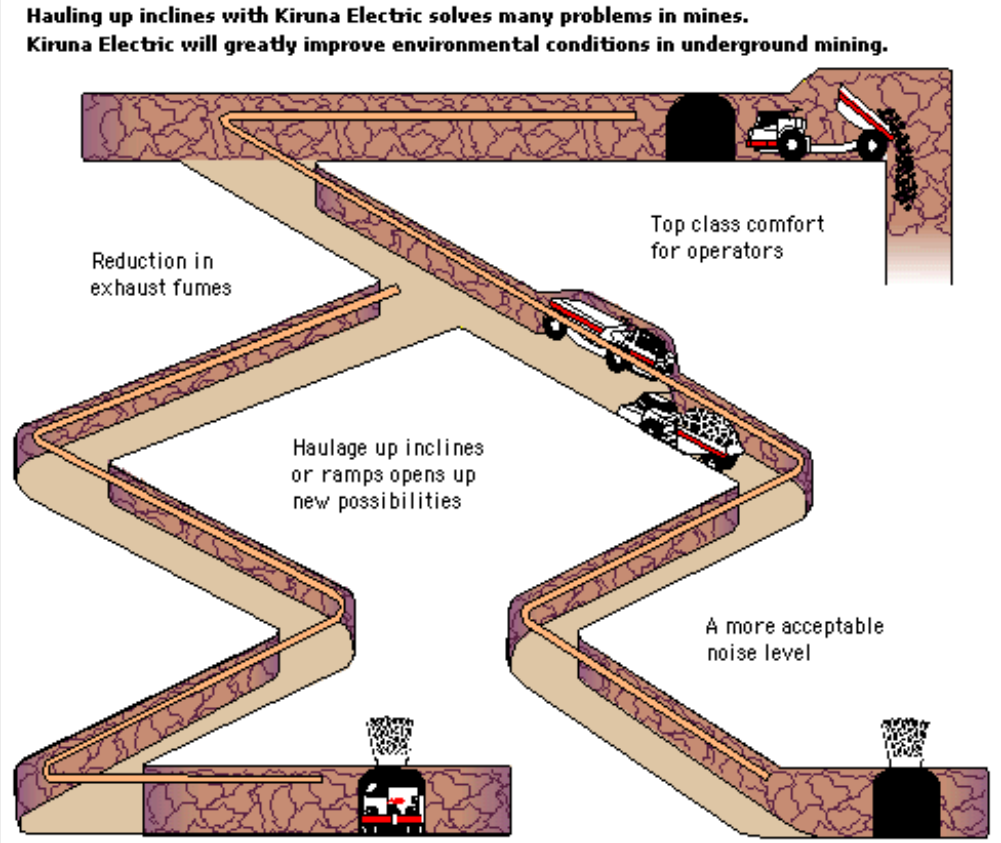
Im Jahr 1999 kaufte das Unternehmen GIA Industri AB die Firma Kiruna Truck und setzte die gemeinsame Allianz mit ABB fort. Weitere Verbesserungen technischer Art führten zu einer wesentlich größeren Flexibilität im praktischen Einsatz. Die neuesten Modelle haben zusätzlich kleine leichte Dieselmotoren an Bord, um Übertage ohne Oberleitung fahren zu können. Vorher war stattdessen eine schwere Batterie in den Fahrzeugen eingebaut. Diese Spezial-LKW`s zeigen die Grenzen der bisherigen Elektromobilität auf und bieten gleichzeitig eine Chance für ein völlig neues Antriebskonzept mit Brennstoffzellen, Ultracaps und Batterien. Möglich wäre auch die Aufstellung einer stationären Brennstoffzelle für die Stromgewinnung Übertage und die Nutzung der Abwärme dieser für die Klimatisierung der Verwaltungsgebäude und Grubenanlagen. Dann könnte die Oberleitungsvariante energetisch optimal genutzt werden. Leichtere, leistungsstärkere Batterien als Ersatz für den Dieselmotor stehen demnächst auch zur Verfügung. Die Zukunft wird zeigen, welches System für diese Spezialanwendung besser geeignet ist.

### Steigendes Interesse

Gegenüber Dieselfahrzeugen haben die Kiruna Trucks heute schon den Vorteil, dass sie bei einem Gefälle von 15 % mit 18 km/h bergauf doppelt so schnell sind. Minenbetreiber benötigen also weniger Fahrzeuge für die gleiche Transportmenge. Das Geräuschniveau ist wesentlich geringer und es wird eine geringere Ventilation in der Grube benötigt. Dieselvarianten müssten für die gleiche Zuladung 350 bis 400 kW Motorleistung haben. Verkauft wird dem Kunden ein komplettes System einschließlich einer Transportstudie, einer Kalkulation für die optimale Gestaltung der Transportrampen, Vorbereitung für die Ausgestaltung der gesamten Transportkette, Dokumentation für die lokalen Genehmigungsbehörden, Lieferung und Installation der Oberleitung und der Energiebereitstellung, Schulung der Bediener und des Reparaturpersonals; Inspektionen, Wartung und Ersatzteile weltweit. Obwohl beide Modelle bisher Nischenprodukte geblieben sind, gibt es immer wieder Kunden, die von den Vorteilen des elektrischen Antriebs überzeugt sind. Im Jahr 2000 wurden Fahrzeuge an einen neuen Kunden in China und an Aguas Tenidas/Spanien übergeben. Für das McCreedy East Projekt von Inco baute man 2001, 2004 und 2005 insgesamt 4 K 1050 E. In Kasachstan erwarb 2006 die Maleevsky-Mine ein Komplettsystem mit 1.500 m Oberleitung. Steigende Kosten für Dieselkraftstoffe lassen mittlerweile eine ganze Reihe von Bergbauunternehmen neu über die Kiruna Trucks nachdenken. Die Vale Inco/Kanada bestellte für 2009 jetzt 4 K 1035 ED und die Stillwater Mine/Montana/USA orderte zwei K 635 ED (D bedeutet mit kleinem Dieselmotor). Letztere wollen in ihrer Grube bis 2012 bis zu 3.660 m elektrifizieren.

(Fortsetzung auf Seite 16)

*(Fortsetzung von Seite 15)*




Prinzipdarstellung - Mit freundlicher Genehmigung von http://www.gia.se/

Während der Bauzeit der Kiruna Trucks hat es verschiedene Konfigurationen der Fahrzeuge gegeben. An kanadische Untenehmen wurden z.B. auch Fahrzeuge mit Gleichstrom-Systemen verkauft, die auch heute noch z.T. im Betrieb sind. Der heute verwendete Drei-Phasen-Wechselstrom aus der Oberleitung mit 690 V wird mittels zwei für Schwerlasten ausgelegte Spezialelektromotoren (einer je Achse) der neuesten Bauart angetrieben. Der Transformator und die für den rauhen Untertagebetrieb konstruierten Stromabnehmer und die Oberleitung sind weitere spezielle Merkmale von Kiruna Trucks. Die Fahrzeuge haben Allradantrieb und können Steigungen von bis zu 20 % bewältigen. Für Strecken ohne Oberleitung ist in den neuesten Modellen ein Dieselmotor mit 75 bzw. 90 kW eingebaut. Dieser startet, sobald der Stromabnehmer abgesenkt wird. Beim bergab fahren wird durch die Elektromotoren gewonnener Strom (Generatormodus) in die Oberleitung zurückgespeist. Das Leergewicht soll wesentlich geringer sein, als die mögliche Zuladung von 35 bzw. 50 t. Die Lebensdauer der Komponenten liegt bei 7 Jahren anstelle von 5 Jahren bei Dieselfahrzeugen. Bei den Betriebskosten können 50 Prozent gespart werden, die Energiekosten liegen niedriger und die Unterhaltskosten sind geringer. Es bleibt ein Problem - ein Meter Oberleitung kostet 1.000 US$. Deshalb rechnet sich die Technik noch nicht für jede Art von Bergbau. Das ist die große Chance für die Brennstoffzelle an Bord der Kiruna Trucks.

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

# Wasserstoffbusse VII - Manfred Richey

## Phileas

### Weltpremiere - erstes Wasserstoff- Brennstoffzellenfahrzeug mit 18 Meter Länge

Am Donnerstag, den 20. November 2008, wurde das Startzeichen für die Entwicklung und Lieferung von insgesamt vier Phileas-Wasserstoff-Brennstoffzellenfahrzeugen von 18 Meter Länge gegeben. Eine Weltpremiere, denn dies ist nicht nur der erste Wasserstoff-Brennstoffzellen-Phileas, sondern auch das erste Wasserstoff- Brennstoffzellenfahrzeug mit 18 Meter Länge. Bisher wurden nur Wasserstoff- Brennstoffzellenbusse von bis zu 13,5 Meter Länge gebaut.

Bild 1
Phileas 18 Meter

Zwei der Phileas-Fahrzeuge sind für den Amsterdamer Verkehrsbetrieb GVB in den Niederlanden bestimmt und zwei für den Regionalverkehr Köln (RVK) in Deutschland.

Zitat aus einer Pressemeldung vom 7. August 2009 (Auszug)

*Kooperationsvereinbarung für Wasserstoffbusse unterzeichnet*

*Rhein-Erft-Kreis, Hürth, Brühl und Regionalverkehr Köln GmbH (RVK) unterzeichnen Kooperationsvereinbarung zur Förderung des Energieträgers Wasserstoff*

*Als erstes Projekt ist nun für das Jahr 2010 die Beschaffung zweier wasserstoffbetriebener Brennstoffzellen-Hybridbusse von den Unterzeichnern beabsichtigt. Es ist geplant, dass die RVK die Busse sowohl im Linienverkehr des Rhein-Erft-Kreises als auch in den Stadtverkehren von Hürth und Brühl einsetzt. Die beiden Fahrzeuge, genannt „Phileas“, werden als Prototypen im Rahmen eines bilateralen Forschungsprojektes zwischen dem Land NRW und den Niederlanden entwickelt. Der Hersteller APTS (Advanced Public Transport Systems) soll vorerst vier Fahrzeuge produzieren, von denen jeweils zwei in Amsterdam und zwei im Rhein-Erft-Kreis eingesetzt werden sollen. Sie werden komplett schadstofffrei fahren und lediglich klimaneutralen Wasserdampf ausstoßen. Zudem sind sie deutlich geräuschärmer als konventionelle Dieselbusse.*

Zitat-Ende

*(Fortsetzung auf Seite 18)*

(Fortsetzung von Seite 17)

## Technische Innovation – gut für die Umwelt

Zwischen der niederländischen Regierung und der Landesregierung Nordrhein-Westfalen gibt es eine Kooperationsvereinbarung im Bereich technischer Innovationen für einen sauberen öffentlichen Personenverkehr. Die Entwicklung des 18 Meter langen Wasserstoff-Brennstoffzellen-Phileas ist ein erstes Projekt unter dem Dach dieser Vereinbarung. Das Projekt ist in zwei Teile geteilt, da es zwischen den für Amsterdam und den für Köln bestimmten Fahrzeugen kleine Unterschiede gibt. Die Energiespeicherung bei den Amsterdamer Phileas-Fahrzeugen erfolgt mit so genannten 'Supercapacitors', während bei den Kölner Fahrzeugen ein Batteriesystem als Energiespeicher dient.

Ein Fahrzeug mit Wasserstoff-Brennstoffzellenantrieb darf sich 'Nullemissionsfahrzeug' nennen. Es findet nämlich kein Schadstoffausstoß statt; ausgestoßen wird nur reines Wasser. Ein weiterer umweltschonender Aspekt der neuen Generation Wasserstoff-Brennstoffzellensysteme besteht darin, dass diese 50 % Energie weniger verbrauchen. Außerdem werden kaum Geräusche erzeugt.

Der erste Phileas mit Wasserstoff-Brennstoffzellenantrieb soll Ende 2009 geliefert werden, der letzte im Mai 2010.

## Konstruktion und Konzept des Phileas

Den Phileas gibt es in drei unterschiedlich langen Ausführungen: 18,5, 24,5 und 26 m.

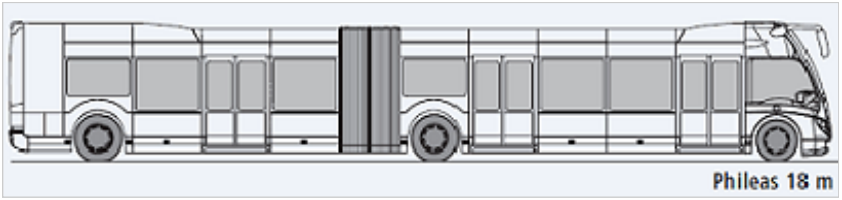
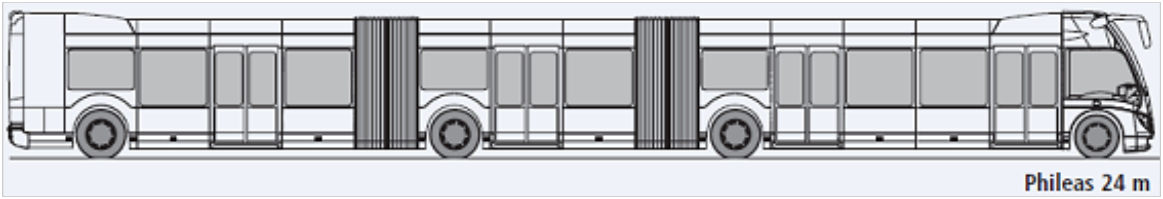



Bild 2 - Der Phileas 18-Meter als Plattform für den Brennstoffzellen-Phileas



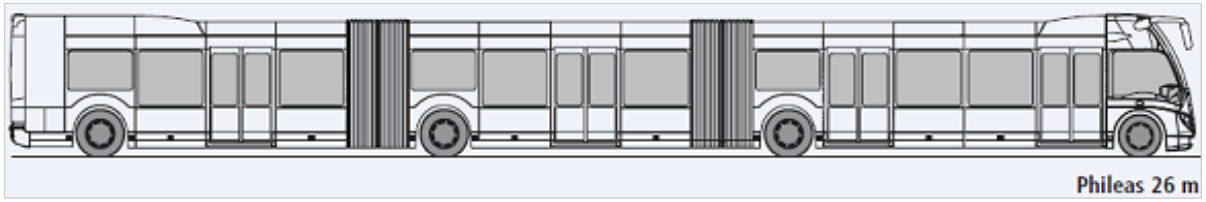




Bild 3 - Die 24- und 26-Meter-Version des Phileas

Als Plattform für die Entwicklung des ersten 18 Meter langen Wasserstoff-Brenstoffzellenfahrzeugs wurde der Phileas wegen seiner ausgesprochenen Leichtbaukonstruktion gewählt. Im Prospekt wird der Aufbau der Seitenmodule mit ‚composite polyester' und Boden, Dach und weitere Teile als ‚composite aluminium' angegeben. Es werden also Kunststoff- (Polyester) und Aluminium-Verbundstoffe zur Gewichtsreduzierung eingesetzt.

Normalerweise hat der Einbau des noch relativ schweren Brennstoffzellensystems den Verlust von Sitz- und/oder Stehplätzen zur Folge, weil das höchstzulässige Gewicht überschritten wird. Beim Phi-

(Fortsetzung auf Seite 19)

(Fortsetzung von Seite 18)

leas sind derzeit jedoch keine Abstriche bei der Fahrgastkapazität erforderlich. Je nach definitiver Fahrzeugeinteilung können bei der 18-Meter-Version 105 (bei 4 Personen pro m²) bzw. 140 Fahrgäste (bei 6 Personen pro m²) befördert werden. Hinzu kommt die moderne, futuristische Ausstrahlung des Phileas, die perfekt zu diesem innovativen Projekt passt.

Bild 4

Innenansicht des Phileas-Busses

Bei der größeren 24 m-Version finden 129 (4 Pers. Pro m²) bzw. 171 Personen (6 Pers. Pro m²) Platz und bei der größten Version mit 26 m Länge sind es 141 (4 Pers. Pro m²) bzw. 185 Personen (6 Pers. Pro m²).

Als Brennstoffzellen-Lieferant wird Nedstack - Vossloh-Kiepe angegeben. Während der Pressebericht von Phileas nur die 18-Meter-Version mit Brennstoffzellen aufführt, ist in einem Prospekt der Firma Nedstack von der Hannover-Messe auch der 26-Meter-Phileas mit Brennstoffzellen mit einer Leistung von 160 kW aufgeführt. Nach erfolgreicher Einführung der kleinsten Version werden wohl die größeren Brüder mit Brennstoffzellen folgen. Das könnte dann zu einer kompletten ‚Phileas-Familie' mit Brennstoffzellen führen und würde nicht nur uns, sondern sicher auch alle von moderner, zukunftsfähiger Technik begeisterte Menschen freuen. Und der Umwelt tut es auch noch gut.

## Partner

- Advanced Public Transport Systems bv (APTS) aus Helmond (Niederlande) ist für die Produktion der Phileas-Fahrzeuge, die Integration der einzelnen Systeme in die Fahrzeuge und die Lieferung verantwortlich. APTS ist Teil von VDL Bus & Coach bv.
- Vossloh Kiepe GmbH aus Düsseldorf (Deutschland) ist für den Hybridantrieb einschließlich Energiespeicherung und für das Energiemanagement verantwortlich.
- Nedstack Fuel Cell Technology BV aus Arnheim (Niederlande) ist für die Entwicklung und Lieferung des Brennstoffzellensystems und des Hochdruckwasserstoffsystems verantwortlich
- Hoppecke Batterien GmbH aus Brilon (Deutschland) ist für die Entwicklung und Lieferung der Batterien und des Batteriemanagementsystems (BMS) für die für Köln bestimmten Phileas-Fahrzeuge verantwortlich.
- Außerdem sind die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen und die Fachhochschule Köln in das Projekt involviert. Studenten dieser Hochschulen verfolgen und dokumentieren insbesondere die Leistungen sowohl des Energiemanagementsystems als auch des Batteriesystems.

(Fortsetzung auf Seite 20)

(Fortsetzung von Seite 19)

Zitat aus einer Pressemeldung vom 7. August 2009 (Auszug)

*Landrat Stump betonte: „Mit diesem Projekt leisten wir nicht nur einen wichtigen Beitrag zum Umweltschutz, sondern wollen als Energiekreis auf diesem Gebiet eine Vorreiterrolle einnehmen“.*

*Der Kreis und die Städte leisten ihre finanziellen Beiträge zu den Anschaffungs- und Betriebskosten. Ein Brennstoffzellen-Hybridbus kostet in der Anschaffung als Prototyp ein Vielfaches mehr als ein vergleichbarer Dieselbus.*

*Der Rhein-Erft-Kreis und die Städte Hürth und Brühl werden somit zum Schauplatz eines Pilotprojektes, das international große Beachtung finden wird. Es werden hier nun erstmals in NRW Brennstoffzellen-Hybridbusse im flächendeckenden Linienverkehr, das heißt im gesamten Gebiet des Rhein-Erft-Kreises, zum Einsatz kommen.*

*Der Betrieb der beiden zukunftsträchtigen Busse erfolgt zunächst im Rahmen einer fünfjährigen Testphase. Im Anschluss wird nach Auswertung der betrieblichen und wirtschaftlichen Daten entschieden, ob weitere Einsatzmöglichkeiten bestehen.*

Zitat-Ende

Phileas in 26-Meter Länge

Lang und futuristisch: „The Phileas - a tramway on tyres“ - also eine ‚Tram auf Rädern‘ - heißt es im Prospekt. Wir wünschen ein gutes Gelingen!

**Fazit**

Ein modernes, zukunftsfähiges Konzept für ein umweltfreundliches Verkehrssystem. Wir werden das Projekt im Auge behalten und weiter darüber berichten. Auch hier wäre dezentral erzeugter Biowasserstoff eine hervorragende Lösung für eine preiswerte und saubere Energieversorgung.

Bilder und Texte aus Presseberichten/Veröffentlichungen von www.vdlbuscoach.com/ sowie weitere Informationen aus eigenen Recherchen.

Alle Rechte an diesem Artikel liegen bei den benannten Quellen sowie bei Manfred Richey, Nürtingen.
Nutzung bzw. Veröffentlichung nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung.
Anfragen bitte an: kontakt@bio-wasserstoff.info

# VW/Audi/Porsche und die Brennstoffzelle - Manfred Richey *(akt. 16.11.2009)*

## Teil 1 - Volkswagen

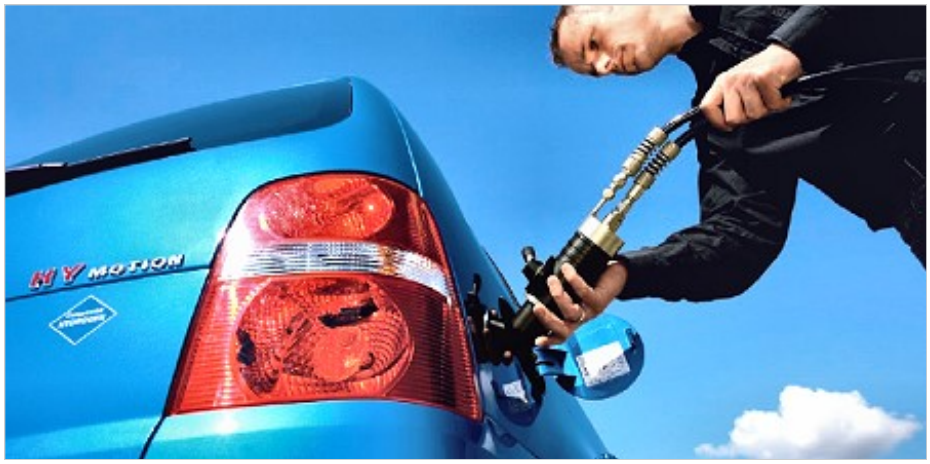
Zuerst ein Zitat aus: „Batterien - zentrales Element der Elektromobilität“ von Torsten Pörschke in dieser Ausgabe: *„Warum der VW/Porsche-Konzern das reine Elektroauto als die Zukunftstechnik ansieht, obwohl im eigenen Haus die derzeit modernste Technik für Brennstoffzellen im PKW zur Verfügung steht (siehe auch in diesem Heft), bleibt das große Geheimnis des Konzerns.“*

## Wie also steht es um Brennstoffzellenautos aus dem VW-Konzern?

Ein Versuch, die Logik, Gedanken und Entscheidungen des Managements dieses Konzerns zu verstehen – wenigstens ein klein wenig, aber doch so weit wie möglich. In den *„kursiv“* dargestellten Zitaten wurden einige Stellen fett hervorgehoben, eigene Ausführungen sind in normaler Schrift dargestellt.

***„Null Emissionen möglich machen - Brennstoffzelle und Elektroantrieb von Volkswagen“***

So lautet die Schlagzeile einer Broschüre aus dem Pressebereich von VW - Volkswagen Media Services.




HY Motion mit Brennstoffzellen

Bildquelle: Volkswagen Media Services

Weiter heißt es: ***„Die Zukunft ist schon da“***

Auf Seite 3 dann – Zitat:

*„Die **Hochtemperatur-Brennstoffzelle** wird das Gesamtsystem im Auto leichter**, kompakter, standfester und preiswerter** machen. Und das sind die entscheidenden Kriterien, um **die Brennstoffzelle in Richtung Großserie auf den Weg zu bringen**. Wir glauben, dass der Hochtemperatur-Brennstoffzelle die Zukunft gehört. Der Niedrigtemperatur-Brennstoffzelle räumen wir dagegen kaum mehr Chancen ein.“ (Prof. Dr. Jürgen Leohold, Leiter der Volkswagen-Konzernforschung)*

Auf Seite 5 wird dann schon mal vorsorglich auf die (ferne) Zukunft verwiesen:

***„Sowohl Brennstoffzellen- als auch Batterietechnologie bieten das Potenzial für ein effizientes nachhaltiges Antriebskonzept.***

*Entscheidend ist, dass Strom oder Wasserstoff aus regenerativen Energien wie Sonne, Wind oder Wasser erzeugt werden. Bis es allerdings so weit ist, können noch **bis zu 20 Jahre** vergehen, da zuvor einige wesentliche Aufgaben zu lösen sind. Bezogen auf die Brennstoffzelle bedeutet dies:*

- *die kostengünstige Erzeugung von Wasserstoff aus regenerativen Energien*
- *der Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur*
- *die alltagstaugliche und bezahlbare Brennstoffzellen bzw. Wasserstoff-Speicher-Technologie“*

*(Fortsetzung auf Seite 22)*

*(Fortsetzung von Seite 21)*

Das alte ‚Henne- und Ei-Problem'. Weil (bevor) es keinen billigen Wasserstoff gibt, bauen wir auch keine Brennstoffzellenautos – so VW. Weil es keine Brennstoffzellenautos gibt, produzieren wir auch keinen preiswerten Wasserstoff – so die Energieversorger. Alles klar?

Prima! So bleibt alles wie es ist und jeder macht so weiter, wie bisher. Bis der böse Wolf kommt und die lieben, unschuldigen Geißlein frisst. Der ‚böse Wolf', das könnten andere Autohersteller sein, aus Deutschland, aber (oder gerade?) auch aus Asien. In Kalifornien hat Gouverneur Schwarzenegger schon vor einigen Jahren gesagt: ***‚Baut ein Netz von Wasserstofftankstellen, dann kommen auch ganz schnell die Brennstoffzellenautos'***. Recht hat er.

Während Daimler im Verbund mit Toyota und Ford in Deutschland bis 2015 (also innerhalb von 6 Jahren ab heute gerechnet) ein Wasserstoff-Tankstellen-Netz aufbauen will (siehe Beitrag „Initiative H2 Mobility" in dieser Ausgabe), schiebt VW dieses Thema erst mal vor sich her. **20 lange Jahre** sollen die Käufer doch bitte noch warten. Und vorher natürlich die tollen und flotten Autos mit Verbrennungsmotoren kaufen. Am besten doch gleich die mit den 12-Zylinder-Motoren...

Auf Seite 10 folgt dann:

***„Stand der Technik***

*An der Brennstoffzelle forscht Volkswagen bereits seit über zehn Jahren. Im Jahr 2001 wurde ein eigenes Forschungszentrum für Brennstoffzellen und Elektrofahrzeugtechnik in Isenbüttel bezogen. Es liegt etwa 15 Kilometer von unserem Stammwerk in Wolfsburg entfernt. Zum Zentrum gehört eine Wasserstofftankstelle, deren Wasserstoff auch mit Solarenergie hergestellt werden kann. Seit 1996 haben wir verschiedene Versuchsfahrzeuge erfolgreich getestet.*

*Begonnen hat alles mit dem so genannten Capri-Projekt, zu dem ein VW Golf Variant mit 20 kW Brennstoffzellenleistung gehörte. Der erste VW Bora HyMotion aus dem Jahr 2000 hatte bereits eine Leistung von 30 kW. Ein Jahr später folgte der Bora HyPower, der in Kooperation mit dem Paul Scherer Institut entwickelt wurde. Der Wagen mit einer 40-kW-Brennstoffzelle überquerte bei Testfahrten sogar den über 2.000 Meter hohen Simplon-Pass. 2004 folgte der erste VW Touran HyMotion. Im neuesten Prototyp des Touran HyMotion versorgt eine Kombination aus Brennstoffzelle und Elektrobatterie einen 80 kW starken Elektromotor, der nahezu geräusch- und vibrationslos von null auf 100 km/h in 14 Sekunden beschleunigt und eine Höchstgeschwindigkeit von 140 km/h ermöglicht.*

*Für das **aktuelle Brennstoffzellenprojekt** bauen wir derzeit zwei **HyMotion-Fahrzeuge** auf Basis eines neuen Serienmodells auf. Als Neuerungen kommen hier **Brennstoffzellenstacks** der **100 kW**-Klasse und ein **700 bar-Wasserstofftank** zum Einsatz. Folgende Funktionen werden mit dem Ergebnis eines verbesserten Gesamtwirkungsgrades erstmals in ein Brennstoffzellenfahrzeug integriert: eine **Start-Stop-Funktionalität** und ein **System zur Rückgewinnung der Bremsenergie**. Mit allen Versuchsfahrzeugen konnten wir demonstrieren, dass konventionelle Brennstoffzellenaggregate, die jeweils den Stand der Technik widerspiegeln, in unsere Serienfahrzeuge integriert werden können. Gemeinsam ist allen **zuvor genannten Fahrzeugen**, dass sie **mit Niedrigtemperatur-Brennstoffzellen ausgerüstet** sind."*

Auf den Seiten 12 und 13 folgen dann technische Details über die Brennstoffzellen-Technologie und deren Problematik:

*„Die eingesetzte **Niedrigtemperatur-Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle** (NT-PEM-BZ) wartet allerdings mit einigen **prinzipbedingten Nachteilen** auf:*

- *Die Abgastemperatur einer Brennstoffzelle entspricht der Betriebstemperatur, die bei der NT-PEM-BZ bei 80 bis 90 Grad Celsius liegt. Im Gegensatz zum Verbrennungsmotor, der etwa 35 Prozent der zugeführten Energie über das Abgas an die Umgebung abgibt, beträgt der Energieanteil im Abgas der Brennstoffzelle nur marginale fünf Prozent. Das bedeutet, dass der weitaus*

*(Fortsetzung auf Seite 23)*

(Fortsetzung von Seite 22)

*größte Teil der ungenutzten Energie über den Fahrzeugkühler abgeführt wird. Für eine ausreichende Kühlung sind daher, verglichen mit Verbrennungsmotoren, erheblich größere Kühlflächen nötig.*

- *Grundsätzlich steigt mit zunehmender Temperatur die Aktivität von Katalysatoren. Beide Elektroden (Anode und Kathode) der NT-PEM-BZ beinhalten nicht unerhebliche Mengen Katalysatormaterial, das gewöhnlich aus Platin besteht. Der Betrieb bei der relativ niedrigen Temperatur von etwa 80 Grad Celsius erschwert die Möglichkeit, langfristig deutlich weniger von dem teueren Edelmetall zu verwenden*

- *Gleichzeitig steigt mit abnehmender Temperatur die Adsorptionsneigung (Anlagerung von Gas an Feststoff) an der Edelmetalloberfläche (Katalysator) durch Verunreinigung der zugeführten Gase, wie z.B. Kohlenmonoxid (CO), Schwefeldioxid (SO2) oder Schwefelwasserstoff (H2S), und andere so genannte Katalysatorgifte. Niedrige Betriebstemperaturen erschweren somit eine sichere Langzeitstabilität.“*

Hier werden also erst einmal die Nachteile der Niedertemperatur-Brennstoffzelle beschrieben. Da war doch was – verwenden nicht die anderen Autohersteller in ihren Brennstoffzellenfahrzeugen genau diesen Typ der Brennstoffzellen? Also Finger weg und warten auf eine bessere Technik (von VW)? Will man die anderen Hersteller schlecht machen? Sucht man Gründe, um Zeit zu gewinnen und so noch lange die alten Kolbenmotoren bauen zu können?

Auf Seite 14 bietet VW dann auch gleich die Lösung an:

***„Eine einzigartige Entwicklung***

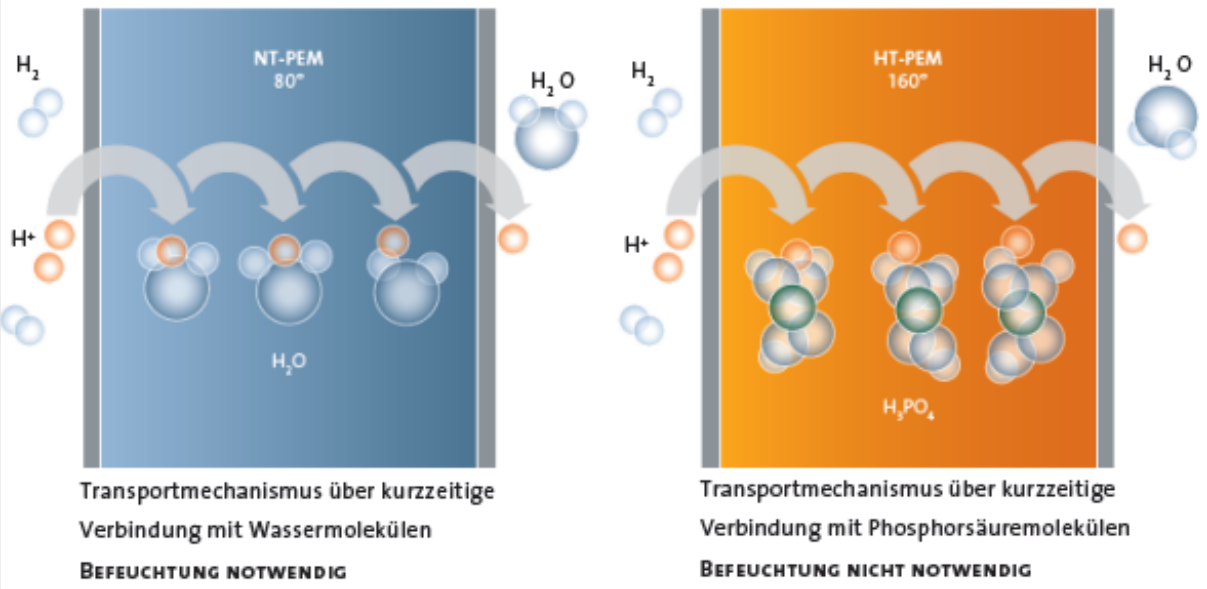
*Aus den genannten Gründen haben uns die Forschungsergebnisse dazu bewogen, eine alltagstaugliche und günstige Brennstoffzelle zu entwickeln, die bei einer höheren Betriebstemperatur arbeitet. Wir nennen sie deshalb* ***Hochtemperatur- PEM-Brennstoffzelle*** *(HT-PEM-BZ). Um die Temperaturgrenze zu erweitern, setzt Volkswagen auf Phosphorsäure als Elektrolyt. Diese ist ungiftig und ermöglicht einen Betrieb bis zu 180 Grad Celsius.*

(Fortsetzung auf Seite 24)

(Fortsetzung von Seite 23)

*Die Hochtemperaturmembran aus Polybenzimidazol (PBI) kann große Mengen der Phosphorsäure stabil einlagern, so dass ein effizienter Protonentransport möglich ist. Zudem kommt dieser Brennstoffzellentyp ohne Gasbefeuchtung aus. Das spart gegenüber dem konventionellen NT-PEM-BZ-System Platz und Kosten.*

*Ein Problem ist allerdings, analog zur Membran der NTPEM- BZ, das so genannte Produktwasser, das an der Kathode entsteht. Unter Betriebsbedingungen von unter 100 Grad Celsius dringt es in die Membran und die engen Porenkanäle der Elektroden ein und erzeugt einen irreversiblen Schaden. Erst neue, von Volkswagen entwickelte Elektroden brachten den Durchbruch. Dieser Elektrodentyp wurde umfangreichen Tests unterzogen. Mit Erfolg: Das Produktwasser kommt nicht mit den kritischen Bereichen der MEA in Kontakt. Die von Volkswagen entwickelte HT-PEM-BZ erfüllt damit die Grundvoraussetzung für einen mobilen Antrieb, nämlich den Betrieb während der Aufheizphase über einen breiten Temperaturbereich.*




*Wie bei der NT-PEM-BZ werden Wasserstoff und Luft dem Brennstoffzellenstapel zugeführt, wobei auf die Befeuchtung verzichtet wird. Die neuen Zellen arbeiten in einem wesentlich breiteren Temperaturbereich als die bisher bekannten Brennstoffzellen. Durch die höheren Temperaturen ist die Zelle zudem unempfindlicher gegen Luftverunreinigungen. Und auch die Kühlung gestaltet sich sehr viel einfacher, weil die Zellen eine mittlere Arbeitstemperatur von 160 Grad Celsius besitzen. Da die Temperaturdifferenz zwischen Umgebungsluft und Zelle erheblich größer als bei den herkömmlichen Zellen ist, reicht ein etwa halb so großes Kühlsystem völlig aus.*

*Die Zukunft der Brennstoffzelle könnte so aussehen: Es entstehen immer leistungsstärkere Hochtemperatur-Brennstoffzellensysteme, die Schritt für Schritt perfektioniert werden und voraussichtlich ab 2010 die ersten Forschungsfahrzeuge antreiben.* ***Um 2020 könnte es die ersten Volkswagen-Modelle mit einem alltagstauglichen und bezahlbaren Brennstoffzellenantrieb geben. Voraussetzung*** *dafür ist allerdings ein* ***aus regenerativen Energien nachhaltig hergestellter Wasserstoff****. Weiterhin wird aus unserer Sicht eine Marktdurchdringung mit Brennstoffzellenfahrzeugen erst dann erfolgen, wenn eine* ***lückenlose Wasserstoffinfrastruktur*** *zur Verfügung steht.* ***Doch bis dahin wird es noch eine Weile dauern****.*

*Auf dem Weg zum Elektromotor als optimalem Antriebssystem setzen wir nicht nur konsequent auf die Diversifikation der Energiequellen, sondern kurz- und mittelfristig nutzen wir auch die Potenziale bestehender Fahrzeugtechnologien noch besser aus: durch effizientere Antriebskonzepte sowie neu-*

(Fortsetzung auf Seite 25)

*(Fortsetzung von Seite 24)*

*este Erkenntnisse in der Aerodynamik und im Leichtbau. Mit diesen Lösungen spannt die Antriebs- und Kraftstoffstrategie von Volkswagen den Bogen* ***von heutigen Otto- und Dieselmotoren und deren Optimierungspotenzial*** *bis zu den* ***zukünftigen Elektrofahrzeugen mit Batterie- oder Wasserstofftechnik****. Eine Strategie, die bereits heute für weniger Emissionen sorgt.*

*Weitere Informationen finden Sie im Internet unter*
*www.mobilitaet-und-nachhaltigkeit.de, www.volkswagen.de und www.volkswagenag.com*
*Stand: September 2007 - Artikel-Nr.: Zo7.519.325.00"*

Soviel aus dem Prospekt vom September 2007.

### Was auffällt

**Brennstoffzellenfahrzeuge** will man erst dann bauen, wenn es **genügend Wasserstoff aus regenerativen Energien** gibt.

Bei den **Elektrofahrzeugen** mit Batterietechnik dagegen ist **in keiner Weise vom Einsatz von umweltfreundlich und CO2-frei erzeugtem Strom** die Rede. Gut, beim **Strom** kann man jetzt ja bequem auf den (für die Erzeuger) billigen Strom aus alten, abgeschriebenen (und maroden) Atomkraftwerken zählen, für die von der neuen Regierungskoalition wohl Laufzeitverlängerungen zu erwarten sind.

Und dann setzt man weiter auf das **Optimierungspotenzial** der (alten) heutigen **Otto- und Dieselmotoren** sowie auf SunFuel® und Bioethanol - also BtL (Biomass to Liquid - Biodiesel und Bioethanol). Fachleute gehen inzwischen davon aus, dass durch den relativ geringen Wirkungsgrad bei der Umwandlung und dem damit verbundenen hohen Energieeinsatz bei der Herstellung die CO2-Einsparungen weitestgehend aufgehoben werden. Aber das ist eine andere Geschichte.

### Rückblick - Oktober 2006

***„Volkswagen Forschung - Hochtemperatur-Brennstoffzelle weist Weg in die Zukunft***
***Volkswagen hat im Alleingang neues Brennstoffzellensystem entwickelt***
***Hochtemperatur-Brennstoffzellensystem ist kleiner, effizienter und preiswerter***

*Wolfsburg, Oktober 2006. Die Volkswagen Forschung hat eine in dieser Form* ***weltweit einzigartige Hochtemperatur-Brennstoffzelle (HT-BZ)*** *entwickelt. Sie eliminiert zahlreiche Nachteile der bisher bekannten Niedrigtemperatur-Brennstoffzellen (NT-BZ). Eine neue Hochtemperatur-Membran und speziell auf diese Membran abgestimmte Elektroden werden dabei deutlich kompaktere, günstigere und effizientere Brennstoffzellensysteme für Automobile ermöglichen. Der Durchbruch dieser Antriebsart ist damit ein Stück näher gerückt. Allerdings: Prognosen vieler Hersteller, wann die Wasserstoff-Brennstoffzelle im Automobil serienreif und im großen Stil verfügbar sein wird, ist aufgrund Unwägbarkeiten der Forschung immer wieder revidiert worden. Volkswagen hält sich deshalb an Fakten:*

***1999.*** *Die VW-Forschung startet das Programm zur Entwicklung einer Hochtemperatur-Membran.*
***2001.*** *Ende 2001 entschied Volkswagen die Entwicklung der Hochtemperatur-Brennstoffzelle in Eigenregie – beginnend mit Grundlagenforschung zum Thema Membrantechnologie– durchzuführen.*
***2003.*** *Vor drei Jahren erzielten die Volkswagen Forscher signifikante Erfolge bei der Membran-Entwicklung. Als Schlüssel zur Umsetzung fehlten jedoch geeignete Elektroden.*
***2006.*** *Heute, im Herbst 2006, ist auch das Elektroden-Problem weitgehend gelöst. Die Ergebnisse sind viel versprechend: Zurzeit werden die Hochtemperatur-Brennstoffzellen im eigens für die Erforschung alternativer Antriebe erbauten Volkswagen Technologiezentrum Isenbüttel vor den Toren des Volkswagen Stammsitzes Wolfsburg entwickelt und getestet.*

### *Der Blick in die Zukunft könnte so aussehen*

*Um* ***2010.*** *Es entstehen immer leistungsstärkere Hochtemperatur-Brennstoffzellensysteme, die Schritt für Schritt perfektioniert werden und voraussichtlich im Jahr 2010 die ersten Forschungsfahrzeuge antreiben.*

*(Fortsetzung auf Seite 26)*

*(Fortsetzung von Seite 25)*

*Um **2020.** Es könnte erste Volkswagen mit einem – und das ist entscheidend – **alltagstauglichen und bezahlbaren Brennstoffzellen-Antrieb** geben. Der heute von anderen Automobilherstellern überwiegend genutzten Niedrigtemperatur-Brennstoffzelle (NT-BZ) räumt Volkswagen aufgrund konzeptbedingter Nachteile keine Chancen auf eine Großserienfertigung ein.*

***Nachteile der NT-BZ.** Die Niedrigtemperatur-Brennstoffzellen werden bei einer Membran-Temperatur von rund 80 Grad Celsius betrieben. Steigt die Temperatur deutlich über diesen Wert, bricht die Brennstoffzellenleistung ein und die Brennstoffzelle nimmt irreparablen Schaden. Deshalb stellen NT-Brennstoffzellen Fahrzeug-Prototypen - sollen sie einem Verbrennungsmotor ähnliche Fahrzyklen absolvieren - sehr hohe Anforderungen an das Kühlsystem, das dadurch sehr teuer ist. Zudem müssen in einem NT-System die zugeführten Gase Wasserstoff und Luft permanent befeuchtet werden, da ansonsten ebenfalls die Energieproduktion einbricht, die Brennstoffzelle dauerhaft beschädigt wird und der anzutreibende Elektromotor zum Stillstand kommt. Auch diese Befeuchtung kostet Raum, Gewicht und Geld.*

***Vorteile der Volkswagen HT-BZ.** Die von Volkswagen entwickelte Hochtemperatur-Membran kann in Verbindung mit neu konzipierten Elektroden bei gleicher Leistungsausbeute bei Temperaturen von bis zu 160 Grad „gefahren" werden. Für den Fahrzeugbetrieb ist eine mittlere Betriebstemperatur von 120°C vorgesehen. Und zwar ohne zusätzliche Befeuchtung. Hierbei reicht ein deutlich einfacheres Kühlsystem und Wassermanagement aus. Dadurch, reduzieren sich Raumbedarf, Gewicht und Kosten deutlich!"*

*Quelle: ‚Internationale Pressevorstellung der neuen Volkswagen Hochtemperatur-Brennstoffzelle, Oktober 2006 (Auszug)'*

### IAA 2009 - Konzeptfahrzeug mit Elektromotor von VW, aber ohne Brennstoffzellen

Auf der IAA 2009 wird von VW dann als ‚Weltpremiere' die ***„New Small Family"*** mit Elektromotor präsentiert. *„Winterkorn: 2013 werden wir einen **Zero-Emission-Up!** auf den Markt bringen."*

*„Wolfsburg /Frankfurt, September 2009. Volkswagen präsentiert auf der 63. Internationalen Automobil-Ausstellung (IAA) mit einer wegweisenden Flotte neuer, nachhaltiger Automobile ein Update der Zukunft. Das Spektrum der IAA-Premieren reicht dabei von den weltweit sparsamsten Serien-Pkw (BlueMotion) über die Hybrid- Technologie bis hin zu einem komplett neu entwickelten Elektro-Fahrzeug – dem in Frankfurt als Weltpremiere vorgestellten **E-Up!**."*

*E-Up! – cleverer Cityspezialist mit Elektromotor für das Jahr 2013*

Bildquelle: Volkswagen Media Services

***„E-Up!***

*Die Zero-Emission-Studie basiert auf Modulen der für das Jahr 2011 erwarteten **New Small Family**, ist mit einer Länge von 3,19 Metern aber nochmals kompakter. Sie bietet zudem ein innovatives 3 + 1-Sitzkonzept.*

*(Fortsetzung auf Seite 27)*

*(Fortsetzung von Seite 26)*

***Antriebseinheit – Batterie und Integralantrieb***

*Angetrieben wird der **135 km/h schnelle 3+1-Sitzer** von einem Elektromotor mit einer **Spitzenleistung von 60 kW (Dauerleistung: 40 kW)**. Aus dem Stand heraus entwickelt der vorn eingebaute Motor des Fronttrieblers ein maximales Drehmoment von 210 Newtonmetern. Den Vor- oder Rückwärtsgang aktiviert der Fahrer per Drehknopf in der Mittelkonsole. Der E-Up! wird ganz eindeutig Fahrspaß bieten, das zeigt ein Blick auf den klassischen **0-auf-100-km/h-Sprint: 11,3 Sekunden**. Noch mehr Agilität entwickelt der E-Up! beim inner städtischen Zwischen spurt von 0 auf 50 km/h: 3,5 Sekunden. Diese Dynamik ist einerseits auf die hervorragende Drehmomentcharakteristik des Elektromotors, andererseits auf das niedrige **Gesamtgewicht** des E-Up! von nur **1.085 Kilogramm** zurückzuführen.*

***Lithium-Ionen-Batterie:** Das niedrige Gewicht ist umso bemerkenswerter, weil hiervon **240 Kilo** auf die **Lithium-Ionen-Batterie** entfallen. Mit der realisierten Batteriekapazität von **18 Kilowattstunden (kWh)** können je nach Fahrweise **Distanzen von bis zu 130 Kilometern** zurückgelegt werden – genug also für die City und die Fahrten der meisten Pendler. „Betankt" wird der E-Up! zuhause in der Garage, im Parkhaus oder unterwegs an einer der künftigen City-Stromsäulen, die via Chipkarte freigeschaltet werden. In Abhängigkeit von der vorhandenen Ladeinfrastruktur und dem aktuellen Ladezustand kann die Speicherbatterie in gut einer Stunde auf bis zu 80 Prozent ihrer Gesamtkapazität nachgeladen werden.*

*Sollen die Batterien, etwa in der heimischen Garage, über das 230-Volt-Hausnetz geladen werden, dauert das maximal fünf Stunden. In der Regel wird das über Nacht zu den dann besonders günstigen Schwachlast- Stromtarifen passieren. So betankt, fährt der E-Up! für nur zwei Euro Stromkosten 100 Kilometer weit (ca. 14 Cent / kWh). Die Batterien selbst befinden sich im Unterboden des E-Up!. Um das Gewicht des Batteriesystems optimal zu verteilen, gibt es eine spezielle, crashgeschützte Wanne in der Bodengruppe, die die Zellen aufnimmt. Für einen konstanten Wärmehaushalt innerhalb der Batterie sorgt eine Luftkühlung. Die hierfür benötigten Lüfter und Wärmetauscher wurden im vorderen Bereich des Unterbodens untergebracht.*

***Integralantrieb:** Alle wesentlichen Antriebs- und Nebenaggregate sind vorn im Motorraum integriert. Ein elementarer Beitrag zur Gewichtssenkung und Reduzierung des Bauraumbedarfs für die Antriebseinheit wird durch eine integrierte Form des elektrischen Antriebes geleistet. Im so genannten Integralantrieb werden in kompakter Form alle für den Triebstrang wichtigen Komponenten vereint. Hierbei bildet der Elektromotor zusammen mit dem Getriebe und dem Differential das Herzstück dieses Antriebs. Die Energieversorgung erfolgt über einen Hochleistungs-Pulswechselrichter, der zusammen mit dem 12-Volt-Bordnetz-DC/DC-Wandler und dem Ladegerät zum kompakten Integralantrieb zusammen gefasst ist. Mit einem Gewicht von nur 140 Kilogramm ist der Integralantrieb zudem sehr leicht. Die Vorteile sind: geringer Bauraum bei bestem Akustikkomfort, hohe Drehmoment- und Leistungsentfaltung sowie eine starke Fahrperformance in der City."*

So viel zum **E-Up!, der für 2013** vorgesehen ist. **Mitsubishi** allerdings will nicht so lange warten und den **i-MiEV schon ab 2010** in 'rauen Mengen' in Europa verkaufen.

Eine weitere Meldung aus dem Pressebereich von VW:

***„Volkswagen weist Weg in die automobile Zukunft - Enthüllung 1-Liter-Studie und E-Up! auf der IAA 2009"***

Die **1-Liter-Studie:** Ganz toll! Da können also zwei Personen hintereinander sitzen, Gepäck braucht man ja nicht mitnehmen, die Kreditkarten passen ins Handschuhfach, alles, was man am Zielort braucht, kann man sich dort ja kaufen. Weil man aber bei der Rückfahrt (auch) keinen Platz hat, muss

*(Fortsetzung auf Seite 28)*

*(Fortsetzung von Seite 27)*

man diese Dinge dann dort lassen oder wegwerfen. Prima, das kurbelt doch dann den Umsatz und die Wirtschaft an.

Nichts gegen solche Studien - nur wird auch dieses Modell wird wieder im VW-Museum landen, wo schon das frühere 1-Liter-Modell steht. Vielleicht sollte man Herrn Piëch und die für die Modellpolitik verantwortlichen Entscheider auch gleich ins Museum stellen – zu ihren schönen Vorzeigemodellen (Wir könnten ja schon, wenn wir wollten, aber warten wir doch erst mal ab...).

***„Evolution statt Revolution"*** – schreibt VW dann auch in einer anderen Presseveröffentlichung.

**Evolution**, das bedeutet doch **ganz, ganz langsam, über viele, sehr viele Generationen hinweg und nur kleinste Veränderungen** – bis man eines Tages das Neue erreicht. Ob das der Verfasser dieser Zeilen, die einer Pressemeldung aus dem Januar 2007 entstammt, wohl gedacht hat? Beabsichtigt oder nicht - hier hat er jedenfalls die Wahrheit gesagt, pardon, geschrieben!

**Brennstoffzellenauto? Fehlanzeige. Warum auch? Es gibt ja noch keinen Wasserstoff und kaum Tankstellen, also braucht man auch keine Brennstoffzellenautos, oder?**

Man **hat gezeigt**, dass man die **modernste** und **beste Technik** hat, aber **schiebt alles ‚auf die lange Bank'** und setzt erst mal auf reine Elektroautos und - natürlich - auf immer weiter ‚aufgemotzte' - pardon ‚technisch optimierte' alte Verbrennungsmotoren. Offensichtlich ist es lukrativer, mit teurer Werbung die aufgemotzten neuen und doch alten Autos weiter an den Mann / die Frau zu bringen. So kann man sicher mehr verdienen, als bei einer raschen Einführung eines flächendeckenden Wasserstoff-Tankstellen-Netzes mitzuwirken.

Vielleicht wäre hier eher eine **Revolution angesagt**, um so schnell wie möglich Brennstoffzellenfahrzeuge und die Wasserstofftankstellen dazu auf den Markt zu bringen. Andererseits hat eine Entwicklung nach den Regeln der Evolution auch ihre Vorzüge: In einer ‚echten' Evolution, wie sie fortwährend in der Natur und Tierwelt stattfindet, überleben nur die starken und anpassungsfähigsten Schöpfungen. Schwache und nicht anpassungsfähige dagegen haben keine Chance und verschwinden...

Immerhin, die **Initiative H2 Mobility** (siehe Bericht in dieser Ausgabe) soll ja für den Einstieg weiterer Partner offen bleiben. Vielleicht begreifen die Herren in der Führungsetage ja noch rechtzeitig, was da abgehen könnte und springen auf den Zug auf, bevor er zu schnell fährt oder gar weg ist. Oder man versucht, den raschen Ausbau der Wasserstoffversorgung zu behindern – wozu hat man schließlich das Land Niedersachsen als Miteigentümer im Boot? Und auch die Scheichs wollen doch sicher noch für lange Zeit viel lieber am Öl verdienen, anstatt zu sehen, wie die Öl-Umsätze bei einer raschen Einführung von Brennstoffzellenautos und Wasserstofftankstellen in den Keller sausen.

Also sollen wir **Autofahrer/Autokäufer** ohnmächtig zuschauen und weiter ‚alte' Autos kaufen? Nein! **Abwarten - warten auf Brennstoffzellenautos und Wasserstoff-Tankstellen!** Das macht Druck – siehe unten, am Ende von ‚Fazit'.

**Nachtrag** *(16.11.2009)*

***„Volkswagen bringt Brennstoffzellenfahrzeuge auf die Straße***

*Autobauer testet Alltagstauglichkeit des Energieträgers Wasserstoff*

*Wolfsburg / Berlin, 16. Oktober 2009 – Der Volkswagen Konzern unterstützt die Initiative Clean Energy Partnership (CEP) mit sechs Brennstoffzellenfahrzeugen der neuesten Generation. Ab Ende Oktober werden zwei VolkswagenTiguan HyMotion, zwei Caddy Maxi HyMotion und zwei Audi Q5 HFC unter realen Bedingungen im Berliner Stadtverkehr gestestet. Ziel ist es, die Alltagstauglichkeit von Wasserstoff als Kraftstoff in Fahrzeugen zu demonstrieren und wertvolle Erkenntnisse zur Weiterentwicklung dieser Technologie zu gewinnen."*

Soweit ein Auszug aus einer Pressemeldung von VW.

*(Fortsetzung auf Seite 29)*

(Fortsetzung von Seite 28)

Der Volkswagenkonzern ist also ‚aufgesprungen' und macht mit bei der Initiative Clean Energy Partnership (CEP). Zwei VW Tiguan HyMotion, zwei Caddy Maxi HyMotion und zwei Audi Q5 HFC – damit stellt der Volkswagenkonzern sechs der bisher insgesamt elf Testfahrzeuge zur Verfügung.

Wir werden den weiteren Verlauf verfolgen und bringen hier einige Informationen, soweit diese verfügbar waren.

### VW Tiguan HyMotion

Im VW Tiguan HyMotion ist ein Brennstoffzellensystem mit einer Gesamtleistung von 80 kW im Motorraum untergebracht. Hier befindet sich auch der Elektroantrieb, der eine Maximalleistung von 100 kW entwickelt, womit das Fahrzeug eine Höchstgeschwindigkeit von 150 km/h erreichen soll. Die Beschleunigung von 0 auf 100 km/h wird mit rund 14 Sekunden angegeben. Als zusätzlicher Energiespeicher dient eine Lithium-Ionen-Batterie unter dem Kofferraumladeboden, die neben der Energie der Brennstoffzelle die Bremsenergierückgewinnung als Quelle nutzt. Der Wasserstofftank befindet sich unterhalb der Rückbank und fasst 3,2 Kilogramm.

### Caddy Maxi HyMotion

??? Hier liegen uns keine Informationen vor, außer, dass zwei Fahrzeuge dieses Typs im Rahmen der der Initiative Clean Energy Partnership (CEP) getestet werden. Wir gehen davon aus, dass dieselbe Technik wie im VW TiguanHyMotion verwendet wird.

**Die Frage bleibt: Handelt es sich hier um eine ‚Alibifunktion' oder hat der VW-Konzern ernsthaft vor, Brennstoffzellenfahrzeuge in absehbarer Zeit in Serie und zu bezahlbaren Preisen auf die Straße zu bringen? Will man – außer Erfahrung mit Brennstoffzellenfahrzeugen (in Deutschland) zu sammeln – Zeit gewinnen, um inzwischen noch möglichst viele Autos mit Benzin- und Dieselmotoren zu verkaufen?**

## Teil 2 - Audi

### Audi A2H2

**April 2004 - Audi präsentiert sein erstes Brennstoffzellenfahrzeug auf der Hannover-Messe.**

Das A2H2 genannte Fahrzeug auf Basis des Audi A2 wiegt etwa 1,4 Tonnen und beschleunigt in rund 10 Sekunden von 0 auf 100 km/h, die Höchstgeschwindigkeit wird mit 175 km/h angegeben. Die Reichweite beträgt 220 km. Der Antrieb erfolgt durch einen Elektromotor, der knapp 110 kW (150 PS) bei einem maximalen Drehmoment von 425 Newtonmetern leistet.

Die Versorgung übernimmt eine 66 Kilowatt starke PEM-Brennstoffzelle, die durch einen 38 Kilowatt starken Nickel-Metallhydrid-Akku unterstützt wird. Der Akku liefert im Stand die Energie für den Start der Brennstoffzelle. Diese versorgt im Normalbetrieb den Elektromotor mit Strom und lädt mit eventuellen Überschüssen den Akku auf. Beim Beschleunigen wird aus dem Akku zusätzlich Energie gezogen, während die Bremsenergie zum Laden verwendet wird.

Als Treibstoff für die PEM-Brennstoffzelle dient gasförmiger Wasserstoff, der in einem dreiteiligen Druckgastank unter dem Kofferraum mitgeführt wird. Der Tank fasst bei einem Druck von 350 bar 1,8 Kilogramm Wasserstoff, was eine Reichweite von 220 Kilometern ermöglicht. Das Kofferraumvolumen verringert sich dadurch nur um wenige Liter.

Mit dem A2H2 will Audi zeigen, dass auch mit einem Brennstoffzellenantrieb sportliche Fahrleistungen möglich sind. Die Kombination von Brennstoffzelleneinheit und Akku ist ein Konzept, wie es bereits mehrere japanische Autokonzerne in ihren Prototypen umgesetzt haben.

(Fortsetzung auf Seite 30)

(Fortsetzung von Seite 29)

Beim Bau seines Prototypen hat Audi sich sowohl beim Brennstoffzellensystem als auch bei den Komponenten auf spezielle Eigenentwicklungen verzichtet und sich auf am Markt erhältliche Bauteile beschränkt, erläutert Entwickler René von Doorn. Mit einer Serienreife und einer Markteinführung von Brennstoffzellenfahrzeugen rechnet Doorn erst Ende des kommenden Jahrzehnts - also etwa 2018 bis 2019.

Auszug aus einer Pressemeldung von Audi

***„Audi TechDay 2007: Die Zukunft der Kraftstoffe – Alternativen der 2. Generation***

*Ingolstadt, 27.08.2007, Immanuel Kutschera, Vorentwicklung TDI, Brennstoffzelle und Kraftstoffe*

***Wasserstoff***

*….. Audi hat die Potenziale der Brennstoffzellentechnik bereits 2004 in seinem Konzeptauto A2H2 erprobt. Im Rahmen der California Fuell Cell Partnership, an der sich große Autohersteller und verschiedene andere Partner beteiligen, arbeitet die Marke auf diesem Gebiet weiter. Auch wenn die Tank-Technologie und die Tankstellen-Infrastruktur heute noch offene Fragen darstellen, engagiert sich Audi für die Entwicklung und Erprobung von Wasserstoff-getriebenen Brennstoffzellenautos.*

*Der Weg in die Zukunft*

*Der Übergang von fossilen auf regenerativen Kraftstoff wird langsam und allmählich erfolgen. Alte und neue Sorten werden für längere Zeit nebeneinander existieren. Die CO2-Emissionen gehen kontinuierlich zurück. Ein Zukunfts-Szenario könnte so aussehen:*

*Heute: Hauptsächlich Otto- und Diesel-Verbrennungsmotoren, Wasserstoff nur für Flotteneinsatz bei einzelnen Fahrzeugen.*

*In 10 Jahren (*also 2017): SynFuels werden häufiger, aber auch Hybrid-unterstützte Systeme sind in größeren Stückzahlen auf dem Markt.*

*In 20 Jahren (*also 2027): SunFuel und H2 kommen zusätzlich an die Tankstellen. Die Brennstoffzelle startet in Kleinserien.*

*In mehr als 20 Jahren (*also nach 2027): Wasserstoff wird immer wichtiger, und die Brennstoffzelle ist in Serie.“* (* Datumsangaben durch die Redaktion des Biowasserstoff-Magazins ergänzt)

## Audi Q5 HFC

??? Hier liegen uns keine Informationen vor, außer, dass zwei Fahrzeuge dieses Typs im Rahmen der der Initiative Clean Energy Partnership (CEP) getestet werden. Vermutlich wird dieselbe Techik wie beim VW TiguanHyMotion verwendet.

**Auch hier bleibt die Frage: Alibifunktion oder ernsthaftes Interesse?**

Nachdem wir bei Audi keine aktuellen Informationen über Brennstoffzellenfahrzeuge gefunden haben, bringen wir hier eine Pressemeldung von VW vom 16. Oktober 2009. Zu der Pressemeldung gibt es auch ein Bild, auf dem die sechs in der Pressemeldung erwähnten Fahrzeuge zu sehen sind.

***„Volkswagen bringt Brennstoffzellenfahrzeuge auf die Straße***

***Autobauer testet Alltagstauglichkeit des Energieträgers Wasserstoff***

*Wolfsburg / Berlin, 16. Oktober 2009 – Der Volkswagen Konzern unterstützt die Initiative Clean Energy Partnership (CEP) mit sechs Brennstoffzellenfahrzeugen der neuesten Generation. Ab Ende Oktober werden zwei VolkswagenTiguan HyMotion, zwei Caddy Maxi HyMotion und* ***zwei Audi Q5 HFC*** *un-*

(Fortsetzung auf Seite 31)

(Fortsetzung von Seite 30)

*ter realen Bedingungen im Berliner Stadtverkehr gestestet. Ziel ist es, die Alltagstauglichkeit von Wasserstoff als Kraftstoff in Fahrzeugen zu demonstrieren und wertvolle Erkenntnisse zur Weiterentwicklung dieser Technologie zu gewinnen.*

*Prof. Jürgen Leohold, Leiter Forschung bei VW: "Die Brennstoffzelle ist ein wichtiger Bestandteil der Kraftstoff- und Antriebsstrategie von Volkswagen. Wir freuen uns, unsere Brennstoffzellenfahrzeuge dem CEP-Projekt zur Verfügung zu stellen. Die ersten Volkswagen Modelle mit einem ausreichend langlebigen und bezahlbaren Brennstoffzellenantrieb könnte es aus unserer Sicht um 2020 geben. Parallel dazu ist aber auch der Ausbau einer lückenlosen Wasserstoffinfrastruktur erforderlich."*

*Die Clean Energy Partnership (CEP) ist ein internationaler Zusammenschluss der Unternehmen BMW, Berliner Verkehrsbetriebe (BVG), Daimler, Ford, GM/Opel, Hamburger Hochbahn AG, Linde, ShellHydrogen, StatoillHydro, TOTAL, Vattenfall Europe und der Volkswagen AG. Ziel des auf drei Phasen angelegten Projektes ist die technologische Erschließung des Energieträgers Wasserstoff für den Verkehrsbereich. Die bis Ende 2010 dauernde zweite Phase sieht ein technisches Update der Fahrzeuge und der Infrastruktur sowie die Erprobung der Technik unter Alltagsbedingungen vor. In der dritten Phase steht bis Ende 2016 die Marktvorbereitung der Wasserstofftechnologien für den Verkehrsbereich im Mittelpunkt. Das CEP-Programm findet im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) statt."*

Die Brennstoffzellenfahrzeuge des VW-Konzerns, darunter auch zwei Audi Q5 HFC (in der Mitte).
Quelle: Pressebereich VW - Volkswagen Media Services

(Fortsetzung auf Seite 32)

*(Fortsetzung von Seite 31)*

## Teil 3 - Porsche

Noch weniger als bei Audi findet man bei Porsche über Brennstoffzellenfahrzeuge. In der Presse war ein Hinweis zu lesen, dass Porsche derweil über den Bau eines Elektro-Sportwagens nachdenkt . *"Es wird von uns in Zukunft sicher einen Hybrid-Sportler und am Ende auch einen Elektro-Sportwagen geben. Dieser Trend ist nicht mehr aufzuhalten", sagte Porsche-Chef Michael Macht in einem Presseinterview. Bisher seien die Batterietechnik und die Ladenzyklen dafür aber noch nicht ausreichend. "Ein Elektro-Sportwagen macht für Porsche erst dann Sinn, wenn er ähnliche Fahrleistungen und die Reichweite heutiger Sportwagen bietet."*

**Das war's - zum Thema Porsche und Brennstoffzellenautos. Aber immerhin denkt man schon mal nach - allerdings vorerst nur über ‚Elektro-Sportwagen'... Da ist die Konkurrenz - diesmal sogar aus den USA - schon ein ganzes Stück weiter.**

Der **Tesla Roadster** ist ein voll elektrisches Sportfahrzeug. 0 - 100 km/h in 3,8 s, Spitze 200 km/h, dann wird abgeregelt, Reichweite 350 km, Ladezeit 3,5 Stunden, Garantie auf die Akkus 7 Jahre oder 161.000 km. Dieses Auto kann bereits heute gekauft werden. Preis ca. 118.000 Euro.

Aber auch in Deutschland kann man sich einen **‚Elektro-Porsche'** kaufen. Der Autotuner Alois Ruf, der bisher die von Hause aus schon starken Porsche getunt und diesen so zu noch mehr Potenz verholfen hat, bietet nun einen Porsche 911 mit Über 550 Kilogramm Batterien an Bord und 225 Stundenkilometern Spitzengeschwindigkeit, der in sieben Sekunden von 0 auf 100 beschleunigt, an. Als Preis werden 150 000 bis 180 000 Euro genannt.

Vielleicht lohnt sich dann ja das Warten auf die ‚Familienausführung' des Tesla auf den Markt kommt - der **‚Tesla Model S'** soll in 5,5 Sekunden von 0 auf 100 km/h beschleunigen, eine Reichweite von 480 km haben, fünf Erwachsenen + zwei Kindern Platz bieten und für rund 50 000 US-$ auf den Markt kommen - auch in Deutschland. Angedacht ist das dritte Quartal 2011. Die Ladezeit bei 230 Volt soll vier Stunden betragen, mit Starkstrom (440 Volt) kann diese auf 45 Minuten verkürzt werden. Ach ja, und sehr flott sieht er außerdem auch noch aus. Auf das 'Röhren' eines Porsche muss man dann allerdings verzichten. Oder vielleicht doch nicht? Inzwischen ist die Schalltechnik bei Autos schon soweit gediehen, dass man so gut wie fast jeden röhrenden Sound auch künstlich erzeugen kann. Das kostet dann vielleicht ein paar Watt Leistung und reduziert die Reichweite ein wenig, aber man fährt ‚mit Sound' - wie im Porsche...

## Fazit

**VW** hat also einen modernen und leistungsfähigen Brennstoffzellenantrieb entwickelt. **Möglicherweise eine der besten Brennstoffzellen-Technologien für Autos überhaupt**. Dieser steht innerhalb des Konzerns sicher auch **Audi** und **Porsche** zur Verfügung. Aber jetzt wartet man erst mal ab, optimiert die alten Benzin- und Diesel-Kolbenmotoren weiter, um bei immer mehr Leistung wenigstens einen ganz klein wenig geringeren Ausstoß von CO2 und den anderen Schadstoffen zu erreichen und setzt voll auf Autos mit reinem Elektroantrieb. Die tollen eigenen Modelle mit Brennstoffzellen fahren als Versuchsträger - immerhin sechs an der Zahl in Deutschland - und wandern dann wohl ins Museum, wo auch schon der erste 1-Liter-VW und andere Modelle mit geringem Verbrauch stehen.

**Audi** stellt im Jahr 2004 mit dem **A2H2** ein modernes Konzept eines zukunftsfähigen Fahrzeugs mit Brennstoffzellen und Wasserstoff vor. Die Reichweite beträgt bei dem mit 350 bar gespeicherten Wasserstoff 220 km und könnte mit den heute üblichen Drucktanks mit 700 bar auf 440 km verdop-

*(Fortsetzung auf Seite 33)*

*(Fortsetzung von Seite 32)*

peln werden. Der A2 hatte eine Aluminiumkarosserie und sollte so ein langlebiges Fahrzeug werden. Im Jahr 2005 stellt Audi die Produktion des A2 ein, weil die Verkaufszahlen weit unter den Erwartungen zurück blieben. Es wird gemunkelt, dass es bald einen Nachfolger geben soll - warten wir es ab.

Inzwischen baut Audi den **Q7 (SUV)** mit 12-Zylinder Dieselmotor, einer Motorleistungen bis 500 PS (368 kW), einem Gewicht von über 2 Tonnen und einer Höchstgeschwindigkeit von 250 km.

Das ist es wohl, was die deutschen Autofahrer wollen und bevorzugen. Klar, dass da ein kleiner A2H2 mit Brennstoffzellen und Wasserstoff kaum eine Chance hat, sich am Markt zu etablieren. Jedenfalls nicht, bevor die Mehrheit der Autofahrer bereit ist umzudenken, oder bis der Treibstoff so teuer wird, dass es auch den (Neu)Reichen so richtig weh tut.

**Abwarten und mit den Modellen mit alter Technik noch richtig Geld verdienen.** Wenn dann eines Tages – hoffentlich bald! – die Wettbewerber mit alltagstauglichen und bezahlbaren Brennstoffzellenfahrzeugen auf den Markt drängen und der Ausbau des Wasserstoff-Tankstellen-Netzes entsprechend fortgeschritten ist, dann kommt das große Erwachen und vielleicht der Ruf nach dem Staat, der – mal wieder – helfen und das ausbügeln soll, was die Manager verschlafen haben. Die kann man dann ja mit Millionenabfindungen in Pension schicken. Macht ja nichts, zahlen ja die Autokäufer und die Steuerzahler. Also weiter so, wie bisher. Wozu hat man jetzt ja auch noch die unternehmerfreundliche Regierungskoalition?

Na ja, nicht mit mir! Ich warte ab, bis ich ein serienreifes und bezahlbares Auto mit Brennstoffzellen kaufen kann und bis das Wasserstoff-Tankstellennetz so dicht ist, dass ich dieses auch vernünftig nutzen kann. Vorher kaufe ich kein neues Auto, basta!

Wenn das viele – sehr viele – potentielle Autokäufer so machen, dann kommt so richtig ‚Druck in den Kessel'. Und, bevor der Kessel platzt, wird auch der VW-Konzern schnellstens reagieren (müssen) und Brennstoffzellenautos zu bezahlbaren Preisen anbieten.

**Also machen wir es doch wie die Autokonzerne und schieben die Entscheidung vor uns her.** Wir **warten mit dem Neukauf**, bis es endlich Brennstoffzellenautos und die Wasserstoff-Tankstellen dazu gibt. Und wenn das - wegen der Evolution - lange, sehr lange dauert, dann ist das eben so. Und wenn VW nicht zu den Konzernen gehört, die als Überlebende oder gar Gewinner aus der Evolution hervorgehen, dann müssen wir unsere Autos eben von den Unternehmen kaufen, die schneller begriffen und reagiert haben.

**Mal sehen, wer den längeren Atem hat und die (Warte-)Zeit sowie die Evolution besser übersteht.**

Quellenangabe: Die Bilder und *„kursiv dargestellten Informationen"* stammen aus dem Pressebereich von VW - Volkswagen Media Services bzw. aus dem Audi-Pressebereich.

Alle Rechte an diesem Artikel liegen bei den benannten Quellen sowie bei Manfred Richey, Nürtingen. Nutzung bzw. Veröffentlichung nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung.
Anfragen bitte an: kontakt@bio-wasserstoff.info

# Tankstellen für Wasserstoff in Deutschland - technische Analyse - Torsten Pörschke

## Hier tanken sie auf - Wasserstofftankstellen in Deutschland

Der Trend geht Richtung Flüssigwasserstoff (LH2) und Druckwasserstoff (GH2) mit 700 bar.

### Die Anbieter

Die Firma **BP** hat sich mit ihrer Marke **Aral** im Juli 2008 vom Wasserstoff verabschiedet und wird sich künftig auf die "Zukunftstechnologien" fossil (mit Kohle und Erdgas) befeuerter "Wasserstoffkraftwerke" und der unterirdischen Speicherung von Kohlendioxid konzentrieren. Viel Spaß dabei.

**Linde** als Wasserstoffanbieter ist sehr aktiv und sucht Kooperationen mit verschiedenen Firmen.

**Total** hat in der Erdölraffinerie Leuna Wasserstoffüberschuss und arbeitet mit den Berliner Verkehrsbetrieben sehr stark zusammen.

**Shell** wird wohl demnächst aktiv werden.

**OMV** hat gerade in Stuttgart ihr erstes Projekt in Deutschland abgeschlossen.

**Esso** hat noch keinerlei Wasserstoffaktivitäten erkennen lassen.

In der nächsten Zeit werden wohl 3 neue Tankstellen in Berlin und 4 neue Tankstellen mit 700 bar Technik in Hamburg dazu kommen. In Berlin bauen Shell, Total/BVG und Total jeweils eine Station, in Hamburg planen Vattenfall/Shell und Total. Auf das Ende des Ölzeitalters müssen sich die Mineralölgesellschaften sowieso einstellen, allerdings bleibt noch offen, wer welche Strategie dabei wirklich fährt. Der Wasserstoffmarkt wird in Deutschland im Augenblick also von den Anbietern (meist chemische Industrie) und den Platzhirschen des Erdöls (Petrochemie) dominiert. Biowasserstoff aus Biomasse und Ökostrom wird hier für einen frischen Wind im Markt sorgen, der auch bitter nötig ist, um die gewaltigen Energieprobleme schnell lösen zu können.

### Wasserstoff-Tankstellen der PKW-Hersteller, nicht öffentlich

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Audi** | | | |
| Neckarsulm | | GH2 (Other) | |
| **Daimler** | | | |
| Stuttgart | | GH2 (Other) | |
| Sindelfingen | | GH2 (350 bar) | GH2 (700 bar) |
| Kirchheim-Teck/Nabern | LH2 | GH2 (350 bar) | |
| Rastatt | | GH2 (350 bar) | |
| **Ford** | | | |
| Aachen | | GH2 (350 bar) | |
| **Opel** | | | |
| Rodgau-Dudenhofen | LH2 | GH2 (350 bar) | GH2 (700 bar) |
| Wiesbaden | | GH2 (350 bar) | GH2 (700 bar) |
| **VW** | | | |
| Isenbüttel | LH2 | GH2 (350 bar) | |

BMW favorisiert noch immer LH2 und den Verbrennungsmotor. Die meisten anderen Hersteller testen beide Varianten, tendieren aber Richtung GH2 und Brennstoffzellen.

*(Fortsetzung auf Seite 35)*

*(Fortsetzung von Seite 34)*

### Weitere Wasserstoff-Tankstellen, teilweise öffentlich

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Berlin Spandau** (Total) | LH2 | GH2 (350 bar-PKW) GH2 (350 bar-Bus) | GH2 (700 bar-PKW) |
| **Hamburg CUTE** (Vattenfall) | | GH2 (350 bar-Bus) | |
| **Hamburg Flughafen** (Linde) | | GH2 (200 bar-PKW) | |
| **Hamburg Alster** (Linde) | | GH2 (200 bar-Schiff) | |
| **Brunnthal bei München** (ET Energie Technologie) | LH2 | GH2 (Other) | |
| **München Detmoldstraße** (Total für BMW) | LH2 | | |
| **München Lohhof** (Linde) | LH2 | GH2 (350 bar-Bus) | GH2 (350 bar-PKW |
| **Frankfurt/Main Höchst** (Agip) | LH2 | GH2 (350 bar-PKW) | GH2 (700 bar-PKW) |
| **Stuttgart Flughafen** (OMV) | | GH2 (350 bar-PKW) | GH2 (700 bar-PKW) |
| **Barth** | | GH2 (200 bar-Bus) | |
| **Ruhrgebiet** | | | |
| **Bottrop** (Air Liquide) | | GH2 (Other) | |
| **Düsseldorf** (Linde, Mobile Refueling unit) | LH2 | GH2 (350 bar-PKW) | |
| **Düsseldorf Messe** (Air Liquide) | | GH2 (200 bar-Bus) | |
| **Herten** (Air Liquide) | | GH2 (350 bar-Bus) | GH2 (350 bar-PKW) |

Auf die Technologie der Betankung mit LH2 und GH2 werden wir in einer späteren Ausgabe ausführlicher eingehen.

### Weiterer Ausbau des Wasserstoff-Tankstellen-Netzes

Einer Pressemeldung vom 10.09.2009 war zu entnehmen, dass der Stuttgarter Autobauer Daimler zusammen mit dem Industriegasekonzern Linde und weiteren Partnern den Aufbau von Wasserstofftankstellen in Deutschland vorantreiben will. Mehr dazu im folgenden Beitrag ‚Initiative H2-Mobility'

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

# Initiative H2 Mobility - Manfred Richey

## Ausbau des Wasserstoff-Tankstellen-Netzes und Fahrzeuge mit Brennstoffzellen

In mehreren Presseberichten war zu lesen, dass es nun auch in Deutschland vorangehen soll mit dem Einstieg in die neueste und zukunftssichere Technologien ‚Wasserstoff und Brennstoffzellen-fahrzeuge'.

Glaubt man den Aussagen des deutschen Verkehrsministers Wolfgang Tiefensee, dann ist ein zügiger Ausbau des Wasserstoff-Tankstellen-Netzes geplant, um so eine flächendeckende Versorgung mit Wasserstoff sicher zu stellen. Bis zum Jahr 2015 soll so die serienmäßige Einführung von Fahrzeugen mit Brennstoffzellen-Antrieb ermöglicht werden.

Dazu präsentierten Bundesverkehrsminister Wolfgang Tiefensee und Industriepartner von Daimler AG, Linde AG, EnBW Energie, OMV, Shell, Total und Vattenfall am 10. September 2009 in Berlin die Initiative H2 Mobility. Diese soll den Aufbau einer Wasserstoff-Infrastruktur sowie den Start der Groß-serienproduktion von Brennstoffzellen-Fahrzeugen ab 2015 in Deutschland auf den Weg bringen. Die Firmen-Chefs unterzeichneten hierzu eine gemeinsame Absichtserklärung und wollen das Bündnis ist für weitere Partner offen halten. > *Siehe Nachtrag am Ende des Artikels (16.11.2009)*

Für den Ablauf sind zwei Phasen vorgesehen. Zunächst sollen bis 2011 etwa 10 bis 25 neue Wasser-stoff-Tankstellen aufgebaut werden, um an diesen Versuchsträgern die Lösung eventueller techni-scher Probleme und eine Standardisierung voranzutreiben. In einer zweiten Phase wird dann von 2012 an eine flächendeckende Infrastruktur aufgebaut, für die auch eine finanzielle Unterstützung der Bundesregierung aus dem Konjunkturpaket II als Förderung vorgesehen ist. Bis zum Jahr 2015 soll das geplante Netz rund 1000 Wasserstoff-Tankstellen umfassen und sich zunächst auf die Metro-polen und die Korridore dazwischen konzentrieren, um so eine Erstversorgung zu erreichen.

### Kostensenkungen erwartet

Prof. Dr. Ing. Reitzle von der Linde AG benannte die Kosten für die ersten 1000 Wasserstoff-Tankstellen derzeit noch mit 1,5 bis 2 Milliarden Euro. Doch mit dem Einstieg in eine normierte Seri-enproduktion würden diese Kosten drastisch sinken und die nächsten 1000 Tankstellen könnten für rund 700 Millionen Euro gebaut werden.

### Marktreife Brennstoffzellen-Serienfahrzeuge

Ab 2015 sollen dann marktreife Brennstoffzellen-Autos in Serie kommen. Dr. Dieter Zetsche, Chef der Daimler AG, sieht die Entwicklung der Kosten bei den Fahrzeugen optimistisch. Sowohl technisch als auch preislich erwartet der Auto-Manager deutliche Sprünge nach unten. Bereits die ersten Se-rienfahrzeuge ab 2015 sollen preislich etwa auf dem Niveau von gut ausgestatteten Kompaktfahrzeu-gen liegen. Diesen niedrigen Preis will man mit dem Einstieg in die Massenproduktion ermöglichen. Von 2015 an plant Daimler den Verkauf von mehreren 100.000 Fahrzeugen für den ersten Produkti-onszyklus von rund sechs Jahren .

Erst am Mittwoch (09.09.2009) hatten sich Daimler und ausländische Konkurrenten wie Ford und Toyota darauf verständigt, ab 2015 ihren Kunden Brennstoffzellen-Fahrzeuge anzubieten.

Daimler-Chef Dieter Zetsche erklärte: "Wie schnell das elektrische Fahren mit Wasserstoff jedoch am Ende Realität wird, hängt auch von der Frage ab, ob man diesen flächendeckend nachtanken kann".

### Wasserstoff kaum teurer als Benzin

Mit heutigen Prototypen sollen die Kosten für den Wasserstoff pro 100 gefahrene Kilometer etwa acht Euro betragen. Linde-Chef Reitzle rechnet mit sinkenden Preisen, da der Preis für Wasserstoff

*(Fortsetzung auf Seite 37)*

(Fortsetzung von Seite 36)

nicht den gleichen Marktgesetzen wie Erdöl unterliegt und das preistreibende Spekulationsmoment hier ausbleiben dürfte.

Auch die nachhaltig-regenerative Produktion von Wasserstoff in ausreichender Menge hält Reitzle für realisierbar. Zwar bleiben die Aussagen hier noch etwas vage, es gäbe aber gute Chancen dafür, dass Wasserstoff künftig aus Energie von Wind- und Solarkraftwerken in großem Umfang gewonnen werden kann. Derzeit synthetisiert die Linde AG Wasserstoff in größeren Mengen noch aus Erdgas. Doch bereits dieser nicht sehr klimafreundliche Prozess bedeute in einer ganzheitlichen Energie-Bilanz im Vergleich zu Dieselantrieben eine CO2-Reduktion um gut 30 Prozent. Doch Reitzle träumt von *Wasserstoff-Produktionsstätten in der Nähe von Solarkraftwerken* im sonnigen Südeuropa. Hier käme dann die Energie zur elektrolytischen Produktion von Wasserstoff aus regenerativen Energiequellen, was dann tatsächlich eine saubere Mobilität mit Brennstoffzellen-Autos bedeuten würde.

**Nachtrag** *(16.11.2009)*

Das Projekt H2 Mobility soll gemäß dem ‚Memorandum of Understanding' in zwei Phasen ablaufen

**Phase I**

In Phase I sollen verschiedene Optionen für den bundesweiten Aufbau eines Wasserstofftankstellennetzes sowie die Entwicklung eines gemeinsamen, wirtschaftlich tragfähigen Geschäftskonzeptes unter Berücksichtigung möglicher Förderungen durch die öffentliche Hand untersucht werden. In dieser Phase sollen Konzepte für den Aufbau von neuen, zusätzlichen Wasserstofftankstellen bis zum Jahr 2011 entwickelt werden. Gefördert werden diese Aktivitäten durch Mittel aus dem Konjunkturpaket II der Bundesregierung und anderen Programmen auf Landes- und Bundesebene, um Fragen zur Standardisierung und Kostensenkung ganzheitlich und gemeinschaftlich angehen zu können.

**Phase II**

Sollte sich das Geschäftskonzept für alle Beteiligten positiv entwickeln, werden die Partner in Phase II einen entsprechenden Aktionsplan umsetzen. Ziel dieses Aktionsplans wird es sein, den bundesweiten Ausbau eines Wasserstofftankstellennetzes fortzusetzen, um die ab etwa 2015 vorgesehene Kommerzialisierung von Elektrofahrzeugen mit Brennstoffzellenantrieb in Deutschland auch mit der entsprechenden Infrastruktur zu flankieren.

**Neu dabei**

Der **Volkswagen Konzern** unterstützt die Initiative Clean Energy Partnership (CEP) mit sechs Brennstoffzellenfahrzeugen der neuesten Generation. Ab Ende Oktober werden zwei VolkswagenTiguan HyMotion, zwei Caddy Maxi HyMotion und zwei Audi Q5 HFC unter realen Bedingungen im Berliner Stadtverkehr gestestet. Ziel ist es, die Alltagstauglichkeit von Wasserstoff als Kraftstoff in Fahrzeugen zu demonstrieren und wertvolle Erkenntnisse zur Weiterentwicklung dieser Technologie zu gewinnen.

**Neu dabei in Phase II**

Die **Hamburger Hochbahn AG** erbringt als größtes Verkehrsunternehmen im Gebiet des Hamburger Verkehrsverbundes (HVV) mit über 4.400 Mitarbeitern rund 55 Prozent der Bus- und Schnellbahnleistungen im Hamburger Stadtgebiet. Mit ihrer Mitgliedschaft in der CEP verfolgt die HOCHBAHN folgende Ziele:

- Praktische Evaluierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
- Vorbereitung des Markteinsatzes von Brennstoffzellenfahrzeugen

(Fortsetzung auf Seite 38)

*(Fortsetzung von Seite 37)*

- Ableitung von wirtschaftlichen Skaleneffekten und technischen Optimierungen aus dem praktischen Betrieb.

Die Aktivitäten der HOCHBAHN bezüglich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie werden durch den Hamburger Senat politisch unterstützt und sind Bestandteil des übergeordneten Klimaschutzprogramms der Stadt Hamburg.

## Fazit und Kommentar

... Reitzle träumt von *‚Wasserstoff-Produktionsstätten in der Nähe von Solarkraftwerken im sonnigen Südeuropa...‘*

Der dort gewonnene bzw. erzeugte Wasserstoff wird dann über viele hunderte bis tausende Kilometer zu den Tankstellen gebracht und verursacht somit hohe Transportkosten.

Warum in die Ferne schweifen, wenn mit einer dezentralen Bio-Wasserstoffwirtschaft überall bei uns direkt vor Ort genügend Wasserstoff erzeugt werden kann?

Hier liegt übrigens auch ein großer Vorteil: Wenn erst mal die ersten dezentralen Biowasserstoff-Werke stehen und produktiv arbeiten, dann können diese ihren Biowasserstoff konkurrenzlos billig anbieten. Da müssen sich dann die Investoren der teuren Anlagen, fernab im Süden Europas - oder gar in den Wüstenstaaten - warm anziehen, wenn die Renditen in den Keller sausen!

Abschließend bleibt noch anzumerken, dass wir hoffen, dass sowohl die Politiker als auch die an der Initiative H2 Mobility beteiligten Firmen es wirklich ernst meinen und es sich nicht nur um beruhigende Worte fürs Volk handelt, damit man anschließend in Ruhe wie bisher weitermachen kann mit dem Bau von Fahrzeugen mit alter Technik, die mit ‘Schneller, stärker, schwerer und schöngerechnetem Verbrauch‘ dann den Käufern werbewirksam angedient werden.

**Brennstoffzellenfahrzeuge mit Wasserstoff - am besten mit dezentral erzeugtem Bio-Wasserstoff - bieten *die* Möglichkeit, aus der selbstverschuldeten Krise mit einem blauen Auge und ohne ‚Totalschaden‘ herauszukommen.**

Wir werden den weiteren Verlauf beobachten und immer wieder darüber berichten.

Alle Rechte an diesem Artikel liegen bei Manfred Richey, Nürtingen.
Nutzung bzw. Veröffentlichung nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung.
Anfragen bitte an: kontakt@bio-wasserstoff.info

# H2-Tankstelle in Stuttgart-Echterdingen - Manfred Richey

## Erste öffentliche Wasserstoff-Tankstelle Baden-Württembergs eröffnet

Am Stuttgarter Flughafen wurde am 17. Juni 2009 auf dem Gelände der OMV-Tankstelle die erste öffentliche Wasserstoff-Tankstelle Baden-Württembergs eröffnet.

OMV-Tankstelle am Flughafen Stuttgart-Echterdingen. Bild: Manfred Richey

Gut zu finden ist die OMV-Tankstelle, die als erste in Baden-Württemberg neben den Standardprodukten Benzin, Diesel, LPG jetzt auch Wasserstoff anbietet. Weithin sichtbar ist der hohe Turm mit den Markenzeichen Linde, OMV, Baden-Württemberg, Daimler und Flughafen Stuttgart.

Lange hat es gedauert, bis auch die Landesregierung Baden-Württembergs, die derzeit aus einer CDU-FDP-Koalition besteht, begriffen und gehandelt hat. Bisher haben gerade diese beiden Parteien sich intensiv und massiv für die Kernenergie eingesetzt und haben eher tatenlos zugesehen, wie andere Regionen (Hamburg, aber auch Herten und Umgebung) sich schon viel früher und intensiver in Sachen Wasserstoff engagiert haben.

Nicht nur in Deutschland sind andere Regionen schon früher aktiv geworden, auch andere Länder haben schon viel früher erkannt, dass Brennstoffzellenfahrzeuge mit Wasserstoff eine hervorragende Zukunftslösung für eine individuelle *und* saubere Mobilität darstellen und haben entsprechende Programme zur Einführung von Wasserstoff aufgelegt und gefördert. Bereits in unserer Ausgabe Nr. 7 vom 16. April 2008 berichteten wir über den Hydrogen-Highway in Skandinavien. In Ausgabe Nr. 9 vom 16. August 2008 folgte dann ein Beitrag über Wasserstoff-Highways in Kalifornien, Kanada und Japan sowie Österreich.

*(Fortsetzung auf Seite 40)*

*(Fortsetzung von Seite 39)*

**Späte Einsicht bei Baden-Württembergs Landesregierung oder aus der Not geboren?**

Immerhin hat das Land Baden-Württemberg das Kooperationsprojekt der Unternehmen OMV, Linde und Daimler mit 800.000 Euro aus dem Programm „Zukunftsoffensive Baden-Württemberg“ gefördert. *„Kern des Projekts ist der Einsatz von Wasserstoff als umweltfreundlicher Energieträger. Wasserstoff-Tankstellen werden als wichtiger Schritt betrachtet, die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen langfristig zu reduzieren und dem Ziel einer emissionsfreien und nachhaltigen Mobilität ein Stück näher zu kommen“* - heißt es in der Pressemeldung.

OMV-Wasseratoff-Tankstelle am Flughafen Stuttgart-Echterdingen. Bild: Manfred Richey

Baden-Württembergs Ministerpräsident Günther H. Oettinger äußert sich über das Gemeinschaftsprojekt: *"Für die baden-württembergische Automobilindustrie ist die Entwicklung neuer Antriebstechnologien von zentraler Bedeutung, um gestärkt aus der gegenwärtigen Krise hervorzugehen und im Rennen um die internationale Technologieführerschaft mitwirken zu können. Der Wasserstoff-Technologie kommt dabei eine entscheidende Rolle zu. Mit dem Einstieg in die Wasserstoff-Technologie schonen wir Ressourcen und vermindern zugleich auch unsere Importabhängigkeit von fossilen Brennstoffen. Die Initiative ist ein wichtiger Baustein der baden-württembergischen Nachhaltigkeitsstrategie, denn wir fördern durch eine zukunftsfähige Energienutzung eine umweltschonende und damit nachhaltige Mobilität".*

Das liest sich doch gut bzw. hört sich sehr gut an. Hoffen wir, dass es wirklich ernst gemeint ist und nicht nur schöne Politikerworte sind - wie man dies in der Vergangenheit ja leider oft feststellen musste. Zwischen schönen Worten, die auf eine bessere Zukunft hoffen lassen und den dann folgenden Taten liegen ja oft Welten...

Baden-Württemberg ist ja stark auf die Autoindustrie ausgerichtet und auch der Maschinenbau ist stark präsent, der ja viele Aufträge von den Autoherstellern - nicht nur aus Baden-Württemberg - bekommt. Dass fossile Primärenergien wie Erdöl und Erdgas langsam (bzw. eher schneller als bisher erwartet) zu Ende gehen und zudem bald wieder mit stark anziehenden Öl- und damit Treibstoffpreisen zu rechnen ist, hat nun wohl auch Eingang in die Köpfe der Landespolitiker gefunden. Laufzeitverlängerungen alter Atomkraftwerke helfen hier genauso wenig, wie der Neubau von Kohlekraftwerken, die mit ihrem hohen CO2-Ausstoß die Umwelt massiv belasten.

War also der Druck nun endlich groß genug, um sich modernen Energien zuzuwenden und diese zu fördern? Es sieht fast so aus und hoffen wir, dass es so bleibt. Auf diese erste Wasserstoff-Tankstelle in Baden-Württemberg müssen noch viele weitere folgen, damit eine flächendeckende Versorgung erreicht wird.

*(Fortsetzung auf Seite 41)*

(Fortsetzung von Seite 40)

## Wasserstoff-Tankstellen-Technologie

Modernste Technik der Linde AG an der OMV-Wasserstoff-Tankstelle. Bild: Manfred Richey

Die Technik der Wasserstoff-Tankstelle stammt von der Firma Linde AG. Diese hat als führendes Gaseunternehmen, weltweit größter Hersteller von Wasserstoff-Anlagen und dominierender Ausrüster von Wasserstoff-Tankstellen ein umfangreiches Know-how auf diesem Gebiet. Zum Einsatz kommt die von Linde entwickelte Ionen-Kompressor-Technologie. Damit ist es möglich, Fahrzeuge innerhalb von wenigen Minuten mit 350 oder 700 bar Druckwasserstoff zu betanken.

Der Tankvorgang ist einfach und kann, wie bei Benzin, Diesel, LPG und Erdgas, in Selbstbedienung erfolgen. Die Zapfpistole wird auf den am Fahrzeug vorhandenen Anschluss gesteckt, rastet dort ein und schon kann der Tankvorgang gestartet werden.

## Woher kommt der Wasserstoff?

Den zur Betankung notwendigen, gasförmigen Wasserstoff liefert ebenfalls die Linde AG. Dieser wird vorerst mittels Dampfreformierung aus Erdgas im so genannten Dampfreformierungsverfahren erzeugt. Hierbei wird im Dampfreformer aus Erdgas und Wasserdampf in einem Reaktor bei hohen Temperaturen zunächst Wasserstoff, Kohlenmonoxid und -dioxid erzeugt. Im folgenden Schritt wird der Kohlenmonoxid-Anteil unter Zuführung von Dampf zu Kohlendioxid und Wasserstoff konvertiert. Der so gewonnene Wasserstoff führt bei dem Einsatz als Kraftstoff im Vergleich zu modernen Dieselfahrzeugen zu CO2 Einsparungen von bereits bis zu 30 Prozent CO2 (Vergleichswert 120 g CO2 pro km).

Doch das wird nur als Übergangslösung angesehen. Mittel- bis langfristig soll die Erzeugung aus

(Fortsetzung auf Seite 42)

(Fortsetzung von Seite 41)

erneuerbaren Energien erfolgen. Dazu laufen bereits Versuche, Wasserstoff aus Glycerin, einem Nebenprodukt der Biodieselherstellung in Leuna, zu erzeugen. Der so hergestellt Wasserstoff ermöglicht CO2-Einsparungen von bis zu 90 Prozent gegenüber einem konventionellen Antrieb.

Auch andere regenerative Produktionspfade, wie zum Beispiel die Wasserstoff-Erzeugung aus Wind- und Solarstrom durch Elektrolyse oder die biochemische oder thermochemische Wasserstoff -Erzeugung aus Algen sind je nach lokalen Bedingungen viel versprechend und werden von der Linde Group weiter verfolgt.

In einem weiteren Projekt hat Baden-Württemberg die Entwicklung der Vergasungstechnologie mit angestoßen und fördert ab 2010 eine Demonstrationsanlage in Geislingen-Türkheim (Baden-Württemberg), die nach dem AER-Verfahren (Absorption Enhanced Reforming) aus Restholz wasserstoffhaltiges Gas erzeugen soll. Über diese Anlage werden wir in einer späteren Ausgabe berichten.

B-Klasse mit Brennstoffzellen wird an der OMV-Wasserstoff-Tankstelle betankt
Bild-Quelle: Daimler AG

Noch kosten 100 g Wasserstoff 0,900 Euro. Nicht gerade billig, aber für den Anfang akzeptabel. Hierzu ein kleiner Vergleich: Daimler gibt eine Reichweite von 400 km mit einer Tankfüllung Wasserstoff an. Aus einem TV-Bericht von der IAA war zu erfahren, dass die B-Klasse F-Cell 4 kg Wasserstoff in zwei Drucktanks speichern kann. 400 km mit 4 kg würde 1 kg Wasserstoff pro 100 km bedeuten, wobei 9,00 Euro pro kg zu bezahlen sind. Treibstoffkosten für 100 km = 9,00 Euro.

Natürlich gibt es auch bei Wasserstoff und Brennstoffzellen noch ein erhebliches Optimierungspotenzial, was (hoffentlich) dazu führen wird, dass sowohl der Verbrauch als auch die Herstellungskosten noch deutlich verringert werden können. Karl-Heinz Tetzlaff berechnet in seinen Büchern ‘Biowasserstoff‘ und ‘Wasserstoff für alle‘ mit Tankstellenabgabepreisen von unter 1,50 Euro pro kg - ohne Steuern. Selbst bei 1,50 Euro Steuerzuschlag wäre dann ein Preis von 3,00 Euro pro kg möglich, was zu einer großen Nachfrage führen dürfte - wenn dann auch noch die passenden Autos verfügbar sind.

(Fortsetzung auf Seite 43)

(Fortsetzung von Seite 42)

**Wann kommen Brennstoffzellenautos in Serie?**

B-Klasse mit Brennstoffzellen an der OMV-Wasserstoff-Tankstelle

Quelle: Daimler AG

Wenn jetzt noch Daimler wirklich ernst macht, und Autos mit Brennstoffzellen und Wasserstoff in Serie zu bezahlbaren Preisen auf den Markt bringt, dann kann der Aufbruch in eine moderne Zeit auch in Baden-Württemberg zügig voran kommen. In den 1990er Jahren hatte Daimler ja schon mal angekündigt, dass man in zehn Jahren (also Anfang der 2000er Jahre) mit Brennstoffzellenfahrzeugen und Wasserstoff in die Serienproduktion gehen könne. Gebaut wurden dann aber weiter Autos mit konventioneller (alter) Technik, auch wenn diese immer wieder verfeinert und mit neuen Begriffen, wie ‚Blue…', usw. den Käufern angedient wurden und werden. Stärker, schneller, noch rasantere Beschleunigung, schwerer und ‚schöngerechnete' Verbrauchswerte - natürlich streng nach EU-Norm - so läuft es auch noch heute.

Aber vielleicht kommt ja nun endlich der Durchbruch auch in Deutschland, nachdem japanische Autobauer schon serienreife Fahrzeuge mit Brennstoffzellen und Wasserstoff auf dem Markt haben. Über Brennstoffzellenautos berichteten wir in der Ausgabe Nr. 8 vom 16. Juni 2008. Dort können Sie auch lesen, dass **Toyota** bereits im **Oktober 2007** einen Weltrekord präsentierte: Ein Brennstoffzellen-Geländewagen, der mit einer Tankladung die etwa 500 Kilometer lange Strecke von Osaka nach Tokio zurückgelegt hat. "Der Wasserstofftank war bei der Ankunft zu unserer Überraschung noch zu 30 Prozent voll, wir hätten sogar 880 Kilometer geschafft", sagte Chefenginieur Yoshimasa Ishiguro im Gespräch mit dem Technologiemagazin Technology Review. Im Normalbetrieb würde die **Reichweite nach dem japanischen "10/15"-Standard 780 Kilometer** schaffen. 780 km - und das mit einem ‚ausgewachsenen' 5-sitzigen Geländewagen. Das kann sich doch sehen lassen, oder? Und - wie heißt es doch so schön - ‚Konkurrenz belebt den Markt'.

Ein Teil der Informationen dieses Beitrags stammt aus der Pressemitteilung der Daimler AG vom 17.06.2009. Quelle: http://www.pressrelations.de/new/standard/dereferrer.cfm?r=372057

Alle Rechte an diesem Artikel liegen bei den benannten Quellen sowie bei Manfred Richey, Nürtingen.
Nutzung bzw. Veröffentlichung nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung.
Anfragen bitte an: kontakt@bio-wasserstoff.info

# Brennstoffzellen-Sportboot Cobalt 233 ZET - Manfred Richey

## ze-bo-tec - Zero Emission Boat Technology

Zusammen mit der Partnerfirma Brunnert Grimm AG hat die Firma Zebotec GmbH (www.zebotec.de) ein 50 kW Brennstoffzellen-Sportboot entwickelt und dieses auf der INTER-BOOT 2007 als Weltneuheit ausgestellt.

Bild 1 - Cobalt 233-ZET

50 kW-Brennstoffzellen-Sportboot auf dem Messestand

Leise, sauber, kraftvoll und schnell - ein Brennstoffzellen-Sportboot der besonderen Art. Vielleicht mag der eine oder andere Sportboot-Fan den röhrenden Sound vermissen, den Gestank der Abgase, die ihm bei langsamer Fahrt und Rückenwind um die Nase wehen und die bei schneller Fahrt eine Fahne der Luftverschmutzung hinterlassen, vermisst bestimmt niemand.

Nicht ohne Grund gelten für immer mehr Gewässer Beschränkungen oder gar Verbote für Sportboote mit Benzin- oder Dieselmotoren. Dies gilt ganz besonders für sensible Gewässer, die z.B. als Trinkwasservorrat dienen und an denen vom aussterben bedrohte Tierarten ihr zu Hause gefunden haben.

Bei diesem Boot kommt eine Kombination aus modernsten Brennstoffzellen und Lithiumbatterien zum Einsatz. Die ‚Abgase' bestehen aus Dampf und sauberem Wasser, der Geräuschpegel ist sehr gering.

Bild 2

In Partnerschaft der Firma Zebotec mit der Werft Brunnert Grimm AG - Gottlieben wurde das Projekt realisiert.

Mit diesem Projekt soll die Sportlichkeit von Elektroantrieben gezeigt werden. Unterstrichen wird dieser Weg durch die konsequente Weiterentwicklung der Antriebsmotoren. Besonders das

*(Fortsetzung auf Seite 45)*

*(Fortsetzung von Seite 44)*

große Drehmoment bei niedrigen Drehzahlen zeichnet Elektromotoren aus. Dies führt zu einem Fahrgefühl, dass von kaum einem Verbrennungsmotor vermittelt werden kann.

Bild 3

Sicherheit und Wasserstoff - Wasserstoffversorgung durch Air Products

Durch die enge Zusammenarbeit mit dem Germanischen Lloyd in Hamburg, sowie der Partnerfirma Air Products, kann sowohl die Sicherheit eines solchen Systems, als auch die Verfügbarkeit von Wasserstoff gezeigt werden.

In der Zwischenzeit wurde eine elektrische Antriebsleistung von deutlich über 70 kW realisiert. Mit einer maximalen Geschwindigkeit von mehr als 22 kn (entspricht über 40 km/h), sowie einer Reichweite von mehreren Stunden ist dieses Sportboot einzigartig im Bereich der elektrisch betriebenen Sportboote.

Bild 4

70 kW-Brennstoffzellen-Sportboot in Fahrt

Alle Bilder sowie einige Textauszüge mit freundlicher Genehmigung von www.zebotec.de.

Alle Rechte an diesem Artikel liegen bei den benannten Quellen und Manfred Richey, Nürtingen. Nutzung bzw. Veröffentlichung nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung durch die Autoren. Anfragen bitte an: kontakt@bio-wasserstoff.info

# Die tun was... Einweihung des AEROTEC Fuel Cell Test Center

Eine Meldung vom 3. September von H2gate berichtet von der Einweihung des AEROTEC Fuel Cell Test Center in Hamburg.

## Airbus setzt verstärkt auf die Brennstoffzellen an Bord

**Am 28. August 2009 weihte Herr Dr. Gerald Weber, Geschäftsführer von AIRBUS Operations GmbH zusammen mit Herrn Rainer Feddersen, Geschäftsführer der AEROTEC, das neue AEROTEC Fuel Cell Test Center in Hamburg/Finkenwerder ein.**

### Fuel Cell Test Center

Mit diesem Test Center sollen Brennstoffzellensysteme unter möglichst reellen Bedingungen, auf ihren zukünftigen Einsatz in der Flugkabine, der Flugzeuge getestet werden. Einer, der Initiatoren ist Hans-Jürgen Heinrich von Airbus, der sich maßgeblich für die schnelle Umsetzung dieses Fuel Cell Test Centers eingesetzt hat.

### Fuel Cell Lab

Bei diesem Fuel Cell Test Center handelt es sich jedoch nicht um das Fuel Cell Lab, das Brennstoffzellenlabor, welches im Rahmen des Senats, am 22. Januar 2008 beschlossene Gründung eines Zentrums für Angewandte Luftfahrtforschung (ZAL) am Standort Finkenwerder, auf der Rüschhalbinsel, räumlich integriert werden soll.

**Das Fuel Cell Lab wird eine Einrichtung für die angewandte Forschung in der Brennstoffzellentechnologie sein.**

Die Brennstoffzelle soll Energie für verschiedene Anwendungen in der Flugzeugkabine liefern, dadurch die Triebwerke entlasten und so auch zur Reduzierung des CO2-Ausstoßes im Luftverkehr und damit zum Klimaschutz beitragen. Für diese geplante Einrichtung stehen 3,6 Millionen Euro der Stadt zu Verfügung.

Von Barbara Makowka

Original Pressetext + Fotos:
http://h2gate.com.mialias.net/cms/index.php?mact=News,cntnt01,detail,0&cntnt01articleid=203&cntnt01origid=15&cntnt01returnid=54&hl=ger

### Fazit

Airbus macht Ernst mit dem Einsatz von Brennstoffzellen in Flugzeugen. Als Ersatz der Haupttriebwerke sind diese natürlich (noch?) nicht geeignet. Aber die Klimaanlage, Bordküchen und Technik im Cockpit benötigen Strom - zwischen 500 und 1.000 kW. Bisher wird dieser in der Luft durch Generatoren der Triebwerke erzeugt, am Boden aber von einer mit Kerosin betriebenen Gasturbine, deren elektrischer Wirkungsgrad mit 15 bis 20 % nicht gerade berauschend ist. Mit Brennstoffzellen, die elektrische Wirkungsgrade von 35 bis 70 % erreichen und deren Abwärme für die Klimatisierung und Enteisung der Tragflächen verwendet werden kann, können große Mengen CO2 eingespart werden. Bisher sind Brennstoffzellen mit Leistungen zwischen 670 und 1.000 kW noch zu schwer, um wirtschaftlich in Flugzeugen eingesetzt zu werden. Das soll nun durch Forschung im Bereich der Brennstoffzellen-Technologie verbessert werden.

Bereits in Ausgabe Nr. 6 des Biowasserstoff-Magazins (aktualisierte Version vom 06.03.2009) berichteten wir darüber (ab S. 20).

Manfred Richey

# Die tun was... Neues Forschungsvorhaben ‚reACT' bewilligt

Eine Meldung vom 7. Oktober von H2gate berichtet von der Bewilligung eines neuen Forschungsvorhabens „Rückgewinnung und Wiedereinsatz von Edelmetallen aus Brennstoffzellen (reACT)" für das HIAT - Hydrogen Institute of Applied Technologies - Forschungsinstitut. Hier die Meldung:

***„Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) bewilligt neues Forschungsvorhaben in Schwerin***

*Das seit 2002 im Wasserstoffkompetenzzentrum des Technologie- und Gewerbezentrums Schwerin ansässige HIAT - Hydrogen Institute of Applied Technologies - Forschungsinstitut, arbeitet intensiv an der Zukunftstechnologie „Brennstoffzelle".*

*Um eine kurz- bis mittelfristige Einführung der Brennstoffzelle in den Markt voranzutreiben, beschäftigt sich das Institut sowohl mit optimierten Herstellungsmethoden und Kostenreduktion als auch die Evaluierung potentieller Anwendungen für diese Technologie.*

*Dabei steht einerseits* ***Verringerung und Ersatz von teurem Platin*** *(einem Hauptbestandteil der Katalysatoren in der Brennstoffzelle), andererseits dessen* ***kostengünstige Rückgewinnung*** *im Fokus aktueller Forschung und Entwicklung.*

*Am 01.10.2009 startete am HIAT das vom BMBF im Rahmen des „KMU Innovativ - Ressourcen- & Energieeffizienz" geförderte Verbundvorhaben* ***„Rückgewinnung und Wiedereinsatz von Edelmetallen aus Brennstoffzellen (reACT)"****.*

*Ziel ist, einen geschlossenen Nutzungskreislauf innerhalb der Brennstoffzellen-Technologie für Edelmetalle wie Platin zu erreichen. Dabei spielt auch die Wiederverwertung von Edelmetallen aus alten Autoabgaskatalysatoren als Rohstoffe für die Brennstoffzellen-Technologie eine signifikante Rolle. So soll eine Überführung dieser seltenen Wertstoffe aus der „alten" Technologie „Verbrennungsmotor" in die zukunftsweisende Technologie "Brennstoffzelle" erreicht werden.*

*Die dafür definierten Projektarbeiten werden im Verbund zwischen KMU und Forschungseinrichtungen durchgeführt. Das Konsortium besteht aus den Industriepartnern Remetall Drochow GmbH, Fu-Ma-Tech GmbH, EKPRO GmbH und inhouse engineering GmbH und den Forschungspartnern Universität Potsdam, Universität Jena und der HIAT gGmbH. Das Verbundvorhaben wird vom BMBF mit insgesamt rund 2 Millionen Euro gefördert.*

*Barbara Makowka"*

## Fazit

Es geht also auch in Deutschland voran, wenigstens schon mal mit der Forschung. Das seltene und wertvolle Platin, welches derzeit für Brennstoffzellen benötigt wird, soll wiedergewonnen und damit wiederverwendbar gemacht werden. So weit - so gut. Die Forschung zur Rückgewinnung von Edelmetallen mag ja durchaus sinnvoll sein. Allerdings muss man sich fragen, ob es nicht noch sinnvoller wäre, gleich in die Richtung platinfreie/edelmetallfreie Brennstoffzellen zu forschen, damit diese noch schneller serienreif werden.

Mit der Problematik Platin in Brennstoffzellen haben wir uns bereits in der Ausgabe Nr. 13 unseres Biowasserstoff-Magazins befasst: „Der Weg zur platinfreien Brennstoffzelle". Der Beitrag berichtet über Forschungen an platinfreien Brennstoffzellen, die bereits in den USA, Großbritannien und China, aber auch in Deutschland laufen.

Wir werden dieses wichtige Thema weiter im Auge behalten und darüber berichten.

Manfred Richey

Impressum
Herausgeber/Verantwortlich
Manfred Richey
Im Wasserfall 2
D-72622 Nürtingen
Telefon: 07022 - 46210
http://www.biowasserstoff-magazin.de
E-Mail: kontakt@bio-wasserstoff.info
Namentlich gekennzeichnete Beiträge stellen die Meinung des Autors dar.

Das Biowasserstoff-Magazin erscheint im Abstand von 2 Monaten im PDF-Format und ausschließlich online. Zusätzlich gibt es Themenhefte, die immer wieder ergänzt werden.

Wir sind ungebunden, unabhängig und frei von kommerziellen Einflüssen 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.

**Mitstreiter / Mit-Autoren gesucht!**
Anfragen bitte an: mitmachen@bio-wasserstoff.info.

## Wir hatten die Wahl - am 27. September 2009.

Noch in der Wahlnacht dürften die Sektkorken geknallt haben. Bei der FDP, die ihr bestes Wahlergebnis eingefahren hat, bei CDU/CSU, die zwar Stimmen verloren haben, aber - dank FDP - weiter regieren dürfen, ebenfalls.

Und dann mit Sicherheit bei den großen Energiekonzernen, die nun sicher sein können, dass ihre Anträge auf Verlängerung der Laufzeit von alten, maroden und abgeschriebenen Atomkraftwerken künftig sehr wohlwollend von der neuen CDU/CSU/FDP-Koalition behandelt werden. Vielleicht stellt man ja auch noch Anträge auf den Neubau von Atomkraftwerken, in der Hoffnung, diese ebenfalls genehmigt zu bekommen.

Wussten Sie übrigens, dass sich unsere **Bundeskanzlerin, Angela Merkel**, als **offiziellen Klimaberater** Lars Göran Jofesson hält, den **Vorstandschef von Vattenfall**? Nein? Jetzt wissen Sie es!

Dies - und vieles mehr ist nachzulesen im Buch **„Grün, grün, grün ist alles, was wir kaufen - Lügen, bis das Image stimmt“** von Toralf Staud, erschienen 2009 (also topaktuell!) im KiWi-Verlag, ISBN 978-3-462-04106 -4. Sehr empfehlenswert. Aber Vorsicht - Sie brauchen starke Nerven, sehr starke Nerven, sollten Sie auf die Idee kommen, dieses Buch zu lesen!

Die **Börsenkurse der Energieversorger** sind dann auch sofort nach der Wahl kräftig **gestiegen**, während die der **Erneuerbaren Energie gesunken** sind. Das zeigt, wohin die (wohl berechtigten) Erwartungen gehen.

Eine Verlängerung der Laufzeiten alter und maroder Atomkraftwerke ist *die* Position, wo sich alle Koalitionspartner schon vor der Wahl einig waren. Das wird dann wohl auch als erstes umgesetzt, während über viele andere Positionen noch lange gestritten wird.

Aber keine Angst. Die Atomkraftgegner und einige Umweltorganisationen laufen sich schon warm. Da kann man Frau Merkel, Herrn Seehofer und Herrn Westerwelle nur raten, sich auf heiße Zeiten vorzubereiten!

Auch die Bosse einiger weiterer großer Konzerne dürften den Wahlsieg gefeiert haben - können sie nun doch damit rechnen, auch in Zukunft ungestört weiter dicke Gewinne, Tantiemen, Provisionen und wie man das alles sonst noch nennt, kassieren zu dürfen. Auch, wenn mal was schief läuft und einige hundert bis tausende Mitarbeiter ‚freigesetzt‘ werden müssen. Schlechtes Gewissen? Fehlanzeige, gar kein Gewissen!

Eigentlich hatten wir ja auch gar keine richtige Wahl. Wir konnten wählen zwischen **größeren und kleineren Übeln**, die sich zudem noch aus der Sicht verschiedener Wählergruppen unterschiedlich darstellten. **Was uns fehlt** das sind **charismatische Politiker**, die das Heft des politischen Handelns wieder selbst in die Hand nehmen, Missstände abstellen, den übermächtigen Lobbyeinfluss zurückdrängen, neue/erneuerbare Energien mit hoher Wertschöpfung im eigenen Land rasch auf den Weg bringen und so die Weichen für eine bessere Zukunft stellen. Die haben bei der Wahl leider gefehlt. Vielleicht sind deshalb auch nur 70 Prozent der Wähler an die Wahlurnen gegangen und habe ihre Stimme abgegeben.

Doch nun geht es leider weiter, wie bisher. Ministerposten werden nach Parteizugehörigkeit besetzt und nicht nach den besten Fähigkeiten, der Lobbyeinfluss bleibt - wird vielleicht sogar noch größer, und, und ...

Ausbaden müssen die Folgen - wie immer - wir alle zusammen, und der Katzenjammer wird bald kommen.

*Nürtingen, im Oktober 2009 - Manfred Richey*

***Wir müssen Druck machen - auf die Politiker. Damit neue Energien auf den Weg gebracht werden und nicht die Laufzeiten alter AKWs verlängert und schmutzige Kohlekraftwerke gebaut werden!***