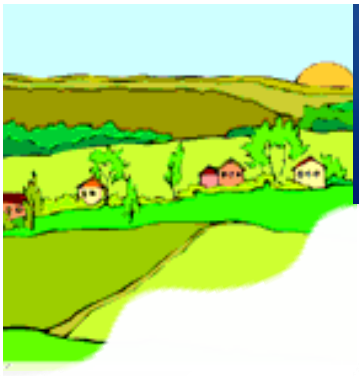


Biowasserstoff-Magazin

Energie für neues Denken

13. Ausgabe • 15. April 2009

(Aktualisiert: 15.04.10)

Themen in dieser Ausgabe:

- Wasserstoffgewinnung - ‚Blauer Turm' in Herten *(Aktualisiert 15.04.10)*
- Der Weg zur platinfreien Brennstoffzelle
- Blaue Straße in NRW
  - Brennstoffzellen-Kompetenz in NRW
- Wasserstoffbusse V *(Aktualisiert 15.04.10)*
- Stadtbahnanwendungen
- Wassertaxis in Venedig mit Brennstoffzellen
- Wasserstoff am Hamburger Airport und Hafen
- Wasserstoffspeicher - Wasserstoff in der Röhre
- DSK/SuperCaps/UltraCaps *(Aktualisiert 16.11.09)*
- Solarer ‚Nicht-Biowasserstoff' - Wasserstoff aus Sonnenlicht und Kunststoff
- Die tun was
- Hoffnung und Betroffenheit

Impressum: Seite 37

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!

Wasserstoffgewinnung - Blauer Turm - T. Pörschke u. M. Richey

Die Wiedergeburt des Blauen Turms in Herten *(Aktualisiert 15.04.10)*

Es gab ihn schon einmal. Die Pilotanlage des Blauen Turms in Herten wurde mit einer Leistung von 1 MW (th) in den Jahren 2001 bis 2006 betrieben und hat die Funktionsfähigkeit der Technologie nachgewiesen. Es wurde ein Biosynthesegas mit 40 bis 50 Prozent Wasserstoffanteil erzeugt, das sich gut zur Gewinnung von 100-prozentigem Wasserstoff eignet. Während des Probebetriebes identifizierte man Optimierungspotenziale. Diese werden beim Aufbau einer neuen Anlage ab 2009 am gleichen Standort berücksichtigt. Der Abriss der alten Anlage erfolgte bereits. Dies sorgte für einigen Diskussionsstoff hinsichtlich der eingesetzten finanziellen Mittel und wegen der wenigen real erreichten Betriebsstunden. Der neue Blaue Turm mit einer Leistung von 13 MW (th) entsteht auf dem ehemaligen Zechengelände AufEwald, wo sich auch das dortige Wasserstoff-Kompetenz-Zentrum befindet. Das Bild zeigt den geplanten Standort.

Quelle: http://www.herten-erleben.de/cont_23_08/pdf/06_blauer_turm.pdf

Ziel des Demonstrationsprojekts ist der Nachweis der Marktreife der Technologie. Damit wird die Voraussetzung geschaffen, diese global zu vermarkten.

(Fortsetzung auf Seite 2)

Herten engagiert sich sehr bei der Wasserstofferzeugung

(Fortsetzung von Seite 1)

Technologiebeschreibung des Blauen Turms

Allotherme Vergasung

Sonderform gestufte Reformierung

Es handelt sich bei dieser Technologie um eine spezielle drucklose allotherme Biomassevergasung in zwei Stufen. Dabei werden durch die Abwärme der ausgekreisten Biokoksverbrennung Korundkugeln (Keramik) auf eine Temperatur von 1.050 Grad Celsius in einer separaten Stufe erhitzt. Sie durchlaufen dann von oben nach unten die Stufen Reforming und Pyrolyse und werden dann wieder in die Stufe Vorwärmung nach oben transportiert.

Die Korundkugeln sorgen in der Reformerstufe für Temperaturen von 780 bis 950 Grad Celsius. Hier wird Wasserdampf dem Rohgas aus der Pyrolyse zugegeben, um eine maximale Ausbeute an Wasserstoff zu erhalten. Die Keramik wandert dann in die Schwelstufe. Dort werden 500 bis 600 Grad Celsius benötigt, um die eingesetzte Biomasse zu vergasen und Biokoks für die erneute Erwärmung der Korundkugeln zu erzeugen.

Die Wasserstoffausbeute beträgt ohne weitere Aufbereitung im teerarmen Rohgas bereits über 50 Prozent und kann durch Temperaturführung sowie Zugabe von Zuschlägen (Kalk, etc.) mit entsprechender Gasaufbereitung weiter gesteigert werden. Die Nachschaltung einer Druckwechselabsorptionsanlage garantiert dann eine Lieferung von 100-prozentigem Wasserstoff.

Eine Nachverdichtung für den Transport in Rohrleitungen ist auf jeden Fall erforderlich. Das ist ein Nachteil dieses Verfahrens. Für den Prozess werden Luft und Wasserdampf benötigt. Die typische Zusammensetzung des Synthesegases sieht je nach Grad der Trockenheit der Einsatzstoffe theoretisch wie folgt aus:

56 Prozent H_2; 18 Prozent CO; 1,5 Prozent CH_4; 23,5 Prozent CO_2 (für trockene Einsatzstoffe)

43 Prozent H_2; 14 Prozent CO; 1,1 Prozent CH_4; 18 Prozent CO_2 und 23 Prozent Wasser (für feuchte Einsatzstoffe)

Praktische Versuche in der Pilotanlage ergaben abweichende Ergebnisse mit ca. 45 Prozent H_2; 15 Prozent CO und 15 Prozent CH_4.

Selbsternannte "Vergasungsexperten" beeilen sich mittlerweile, um im Land die Kunde zu verbreiten, dass der "Blaue Turm" die ideale Technik der Zukunft darstellt. Das Schlagwort der Tri-Generation wird in die Masse geworfen und die Vorzüge der gleichzeitigen Erzeugung von Wärme, Strom und Wasserstoff betont.

Die Strategie dahinter ist einfach, es geht um den Schutz des Stromnetzes und die Zersplitterung der Infrastruktur der Energiebereitstellung. Eigenartige Wirkungsgradberechnungen flankieren die Argumentation.

Für die neue Anlage in Herten wird folgende Aufteilung der Nutzenergie angeboten:

40 Prozent H_2; 16 Prozent Wärme und 10 Prozent Strom --

macht für diese „Spezialisten“ also 66 Prozent Gesamtwirkungsgrad der Anlage.

Als maximal erreichbaren H_2-Wirkungsgrad nach einem CO-Shift und PSA billigt man 50 Prozent zu. Dabei nehmen doch H_2; CO und CH_4 insgesamt ca. 75 Prozent des Rohsynthesegases bei trockener Biomasse ein.

(Fortsetzung auf Seite 3)

(Fortsetzung von Seite 2)

Die Technologie kann also bei entsprechender Vorbehandlung der Einsatzstoffe durchaus mehr leisten. Eine Abgabe der Abwärme und des überschüssigen Stroms vom installierten Gasmotor an Verbraucher ist dabei integraler Bestandteil des Anlagekonzeptes, nicht aber zwangsläufig unvermeidbar.

Anfallende Wärme sollte zur Vortrocknung der Biomasse verwendet werden, während die Purgegase der PSA nicht zur Stromgewinnung, sondern zur Rückführung in den Vergaser benutzt werden sollten.

Von chemischen Gleichgewichten hat offenbar bei diesen Truppen noch niemand etwas gehört, denn solche Anlagekonfigurationen werden offensiv als nicht realisierbar bezeichnet. Die gesamte internationale Chemieindustrie kann bei solchen Argumenten nur die Hände über den Kopf zusammenschlagen.

Dafür wird die niedliche Idee einer solchen Tri-Generations-Anlage für einen neu zu bauenden Rasthof an der Autobahn dem Publikum schmackhaft gemacht. Strom und Wärme für die Gebäude sowie Wasserstoff für die Tankstelle. Begrenzte verfügbare feuchte Restbiomasse im kleinen dezentralen Vergaser für den Urlaubsverkehr in den Schulferien. Das klappt bestimmt.

Nachdem die frühere Versuchsanlage "Blauer Turm" mit einer Leistung von 1 MW (th) nach nur wenigen real erreichten Betriebsstunden wieder abgerissen wurde, wird der "neue Blaue Turm" auf dem Gelände der ehemaligen Zeche Ewald in Herten auf eine Betriebsdauer von 7.500 Stunden im Jahr ausgelegt. Insgesamt benötigt die im Bau befindliche Anlage 48.000 t Biomasse pro Jahr, das sind ca. 4 bis 5 LKW-Ladungen pro Betriebstag (130 t).

Weitere Interessenten und Gegner des Blauen Turms

Die Stadt Friesoythe im Landkreis Cloppenburg liebäugelt mit einer etwas größeren Version und möchte im Bereich des C-Port eine Anlage zur Verwertung von bis zu 90.000 t Geflügelmist errichten. Sie soll eine Leistung von 30 MW (th) haben.

Bestellte Gutachter (fragt sich von wem?) und die Umweltverbände BUND und NABU kämpfen seit Jahren gegen die hier vorgestellte Form der Vergasung von Biomasse. Ursprünglich hatte man Angst, dass kontaminierte Althölzer u.ä. in solchen Anlagen verwertet und dadurch giftige Stoffe in die Umwelt freigesetzt werden. Die Furcht vor einer illegalen Sondermüllverwertung war groß. Die Projektplaner aber rückten bei der Beantragung der Betriebsgenehmigung für die Versuchsanlage davon ohne großen Widerstand ab, so dass dieser Kritikpunkt entschärft wurde.

Sondermüll muss, dass ist auch unsere Auffassung, in speziell dafür vorgesehenen Vergasungsanlagen entsorgt werden. Die Verwertung von Hühnerkot halten wir allerdings für unbedenklich. Für Tierexkremente haben wir aber auch noch eine andere geruchsfreie Lösung parat, doch dazu mehr in einer späteren Ausgabe unseres Magazins.

Aus dem Schneckenhaus sollten sich die Umweltverbände dennoch einmal herauswagen, denn wir haben festgestellt, dass es keine Spezialisten für Brennstoffzellen und Biomassevergasung in ihren Reihen gibt. Damit ist man leider nicht zukunftsfähig. Vom Bauchgefühl her kann nicht alles beurteilt werden. Die in diesem Zusammenhang verwendeten Vokabeln "chemischer Tausendsassa" und "blaues Wunder" sprechen dafür Bände.

Bezweifelt wird jetzt die technische Umsetzbarkeit des Konzeptes. Der weltweit renommierte Anlagenbauer M+W Zander aus Deutschland (auch in der Solarindustrie sehr aktiv) wird beweisen, dass es geht.

(Fortsetzung auf Seite 4)

(Fortsetzung von Seite 3)

Rückblick - Die Geschichte des Blauen Turms

Zitat - Quelle: http://www.herten-erleben.de/cont_23_08/pdf/06_blauer_turm.pdf

1999 gründet sich die „D.M.2 Dr. Mühlen Verwertungstechnologien GmbH & Co. KG“ im ZZH in der Konrad-Adenauer-Straße. Gesellschafter und Kommanditisten sind Mitarbeiter von Dr. Mühlen und Otto Lerchenmüller. Aufgabe des Unternehmens ist die Weiterentwicklung einer Technologie, die durch eine thermo-chemische Reaktion aus kohlenstoffhaltigem Einsatzmaterial aus biogenen und fossilen Reststoffen, wie etwa Holz und Straßenbegleitgrün, ein Gas produziert, das zu Wasserstoff-weiterverarbeitet werden kann. Grüner Wasserstoff! Die technische Bezeichnung für das patentierte Verfahren: Gestufte Reformierung.

Am 11. Mai 2001 wird die Versuchsanlage im Industriegebiet im Hertener Süden eingeweiht. Startschuss für eine Erfolgsgeschichte mit großen Höhen und Tiefen. Fachleute und Minister aus der ganzen Welt kommen und informieren sich über die Versuchsergebnisse. Aber auch Kritiker und Besserwisser sind schnell zur Stelle. Die Meinung in den Medien schwankt zwischen Hoffnung und Verriss! Auch in der Politik. Die Ergebnisse der Versuchsanlage, die bis Ende 2004 genehmigt und in Betrieb ist, bestätigen die Erfinder. Die Technik funktioniert.

Die Gesellschafter werden bei ihrem Vorhaben engagiert durch das Land NRW und die EU unterstützt. Und durch den verstorbenen Bürgermeister Klaus Bechtel, Stadtbaurat Volker Lindner und Wirtschaftsförderer Peter Brautmeier.

2002 wird dann die H2Herten GmbH ins Leben gerufen. Gesellschafter sind die Firmen von Dr. Hans-Jürgen Mühlen, Hermann Senner und Otto Lerchenmüller, alle im ZZH ansässig. Ziel des Unternehmens: Die Realisierung einer Demonstrationsanlage mit einer zehnmal größeren Leistung, als sie der kleine Blaue Turm hat. Eine großtechnische Anlage!

Das fast zweijährige Genehmigungsverfahren wird erfolgreich durchgeführt. Ohne die Unterstützung des Landes NRW, der AGR, der Hertener Stadtwerke und der Stadtspitze nicht denkbar. Am Ende stimmt selbst die Bürgerinitiative, die das Projekt verhindern wollte, der Genehmigung zu. Das größte Problem bleibt. Die erfolgreiche Suche nach einem Investor. Die Investitionssumme beläuft sich auf rund 26 Millionen Euro, inklusiv der zugesagten Fördermittel des Landes und der EU.

Die innovative, noch nicht erprobte Technologie, kann aber nicht die Sicherheiten bieten, die die zahlreich interessierten Investoren fordern. Vor allem die Banken sind skeptisch. Das Projekt steht mehrmals vordem Aus, die Firma vor der Pleite. Doch es gibt immer wieder „Verbündete“, die zusammen mit den Gesellschaftern an die Technologie glauben. Wie die Blue Tower GmbH, die jetzt die H2Herten GmbH übernommen hat. Über ein Jahr werden Versuchsergebnisse, Technik und mögliche Einsatzmaterialien auf den Prüfstandgestellt. Bis das Ergebnis bekannt wird: der Blaue Turm wird durch die Tochter der Solar Millennium AG auf Ewald gebaut. Als ein wichtiger Teil des Wasserstoff-Kompetenz-Zentrums. Für beides, Turm und Zentrum ist der erste Spatenstich für Juni 2008 geplant. In einem Jahr ist das Gebäude und Ende 2009 der Turm in Betrieb.

Große Erleichterung auch bei Bürgermeister Dr. Uli Paetzel und dem für die Wirtschaftsförderung zuständigen Stadtbaurat Volker Linder. Denn es geht um die Schaffung von über hundertneuen Arbeitsplätzen. Schon heute sind im noch nicht begonnenen Neubau des Anwender und Qualifizierungszentrums, weit mehr als 3.000 Quadratmeter Büro und Forschungsflächenbelegt. Unter anderem durch die Firmen Masterflex, IdaTech, Proton Motor Fuel Cell GmbH (Brennstoffzellentechnik), Blue Tower GmbH, vanden Borre, AEI (H2-Produktion), das EU-Verbundprojekt HyChain und die RAG Qualifizierungsmaßnahme in diesen Technologiesparten. Und andere werden noch hinzu kommen.

Zitat Ende

(Fortsetzung auf Seite 5)

(Fortsetzung von Seite 4)

Neubeginn - Grundsteinlegung in Herten

Nach zehn Jahren des Auf und Ab, des Hoffen und Bangens, der Ablehnung und der Befürwortung ist es nun so weit. Mit der Grundsteinlegung für den Blauen Turm wird AufEwald, dem Gelände der ehemaligen Zeche, ein weiterer Mosaikstein der Wasserstoff-Stadt Herten eingefügt.

Wir werden den weiteren Verlauf im Auge behalten und zu gegebener Zeit wieder darüber berichten. Auf den folgenden Seiten finden Sie weitere Detailinformationen, direkt von den Initiatoren des Blauen Turms.

Zitat vom 05.03.2009, Quelle: http://www.brennstoffzelle-nrw.de/index.php?id=294&no_cache=1&tx_ttnews[tt_news]=226&tx_ttnews[backPid]=7&cHash=9404ac7e1e

Grundsteinlegung für "Blauen Turm" in Herten

Wirtschaftsministerin Christa Thoben: Wichtiger Baustein hin zur führenden Wasserstoffstadt

„Der der Blaue Turm wird ein wesentlicher Baustein des Wasserstoff-Kompetenz-Zentrums Stadt und ein Zeichen für den erfolgreichen Strukturwandel in der Energiestadt Herten – von der ehemals großen Bergbaustadt hin zur führenden Wasserstoffstadt“, sagte Wirtschaftsministerin Christa Thoben heute (5. März) anlässlich der Grundsteinlegung des Demonstrationsprojektes „Blauer Turm“ auf dem Gelände der ehemaligen Zeche „Ewald“. Das Land Nordrhein-Westfalen fördert das Projekt in den kommenden Jahren mit insgesamt 7,1 Millionen Euro. Die Firma H2Herten GmbH beabsichtigt, die Anlage noch in 2009 in Betrieb zu nehmen.

Mit dem „Blauen Turm“ soll erstmals eine 13 Megawatt starke Prototypanlage zur Erzeugung und energetischen Nutzung von Wasserstoff aus Biomasse verwirklicht werden. Das dieser Anlage zugrunde liegende Verfahren ist von dem Techniker Dr. Heinz-Jürgen Mühlen erfunden und entwickelt worden. Mit dem „Blauen Turm“ wird diese neuartige Verfahrenstechnologie erstmals im großtechnischen Maßstab demonstriert, das dabei gewonnene Produktgas aus Biomasse (Grünabfälle) kann direkt für den Betrieb von Gasmotoren oder zur Herstellung von Wasserstoff genutzt werden. Der „Blaue Turm“ schließt an eine ganze Reihe vorausgehender Forschungsprojekte, die zum Teil ebenfalls durch das Land gefördert wurden.

„Die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik `made in NRW` hat eine Spitzenstellung in der Welt. Sie trägt zur Wettbewerbsfähigkeit unserer Unternehmen bei und leistet einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz“, so Wirtschaftsministerin Thoben.

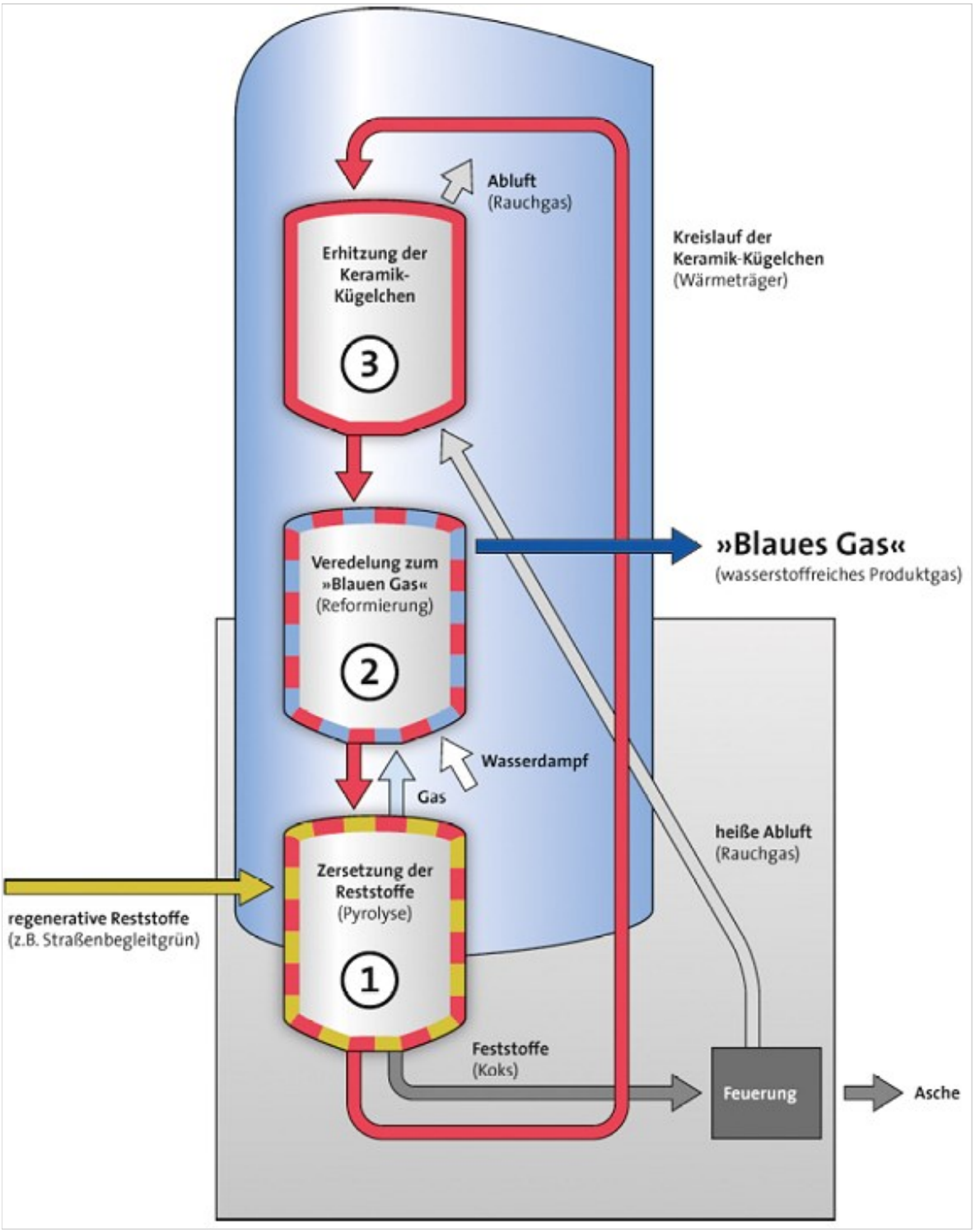
Die Solar Millennium AG aus Erlangen beteiligt sich mit mehr als 17 Millionen Euro an der Realisierung des aktuellen Vorhabens in Herten. Sie will das gewonnene Produktgas im Rahmen eines Hybridbetriebs in solarthermischen Kraftwerken einsetzen und damit den Grundlastbedarf „rund um die Uhr“, also auch zu den Tageszeiten, zu denen Sonnenenergie nicht zur Verfügung steht, decken.

Internet: http://www.blue-tower.de

Zitat-Ende

(Fortsetzung auf Seite 6)

(Fortsetzung von Seite 5)



(Fortsetzung auf Seite 7)

(Fortsetzung von Seite 6)

Funktionsprinzip des Blauen Turms

Die folgenden Daten und Angaben auf Seite 6 und 7 stammen von
http://www.solarmillennium.de/upload/pdf/Technologiebeschreibung_BlauerTurm.pdf

Gaserzeugung

Gemäß den Planungszahlen sollen 3.000 m³ blaues Gas pro Stunde erzeugt werden, welches sehr wasserstoffreich (ca. 50 % Wasserstoffanteil) und teerarm ist. Es kann gefiltert in Gasmotoren zur Stromerzeugung verwendet werden oder zu reinem Wasserstoff aufbereitet werden.

Vorteile des Blauen Turms

- Der Blaue Turm ist eine Multifeedstock-Technologie. Das heißt, es können unterschiedliche Stoffe verwertet werden, beispielsweise Grünschnitt, Straßenbegleitgrün, Olivenkerne oder Hühnermist. Daher ist er von einem einzelnen Eingangsstoff und dessen kostengünstiger Verfügbarkeit unabhängig.
- Aus der Variabilität der Einssatzstoffe ergeben sich weltweit vielfältige Standortpotenziale.
- Da als Eingangsstoffe regenerative Reststoffe verwendet werden, ist die Blue-Tower-Technologie nicht auf Kulturpflanzen angewiesen, so dass es keine Nutzungskonkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion gibt.
- Das im Blauen Turm erzeugte saubere Produktgas (Blaues Gas) ist besonders wasserstoffreich, teerarm und nahezu stickstofffrei. Es kann vielfach genutzt werden, vor allem zur regenerativen Stromerzeugung und Gewinnung von Wasserstoff. Zusätzlich kann das Blaue Gas auch auf Erdgasqualität aufbereitet und ins Erdgasnetz eingespeist werden.
- Der Prozess läuft unter Atmosphärendruck ab. Daher sind nur reduzierte Sicherheitsmaßnahmen erforderlich.
- Der Prozess verläuft stabil und sicher, da als Wärmeträger ständig Keramikkügelchen mit konstanter Anfangstemperatur den Prozess durchlaufen.
- Beim Verfahren des Blauen Turms entsteht kein Abwasser.

Häufig gestellte Fragen (FAQ)

Welche regenerativen Reststoffe können im Blauen Turm eingesetzt werden?

Anders als bei den bekannten Technologien der Biomassenutzung verwertet der Blaue Turm regenerative Reststoffe. Der Blaue Turm ist eine Multifeedstock-Technologie. Das heißt, dass bei dieser Technologie sehr unterschiedliche Stoffe eingesetzt werden können, beispielsweise Grünschnitt, Straßenbegleitgrün, Olivenkerne oder Hühnermist. Da sehr unterschiedliche Stoffe eingesetzt werden können, ist der Blaue Turm unabhängig von einem einzelnen Eingangsstoff und dessen kostengünstiger Verfügbarkeit. Daraus ergeben sich weltweit vielfältige Standortpotenziale.

Welches Material soll im Blauen Turm H2Herten eingesetzt werden?

Im Demonstrationsprojekt werden ausschließlich Straßenbegleitgrün und Grünschnitt eingesetzt. Das Material stammt vor allem aus dem Ruhrgebiet. Es werden langjährige Liefer- bzw. Abnahmeverträge geschlossen.

Welche Einsatzmöglichkeiten des Blauen Gases existieren?

(Fortsetzung auf Seite 8)

(Fortsetzung von Seite 7)

Das Blaue Gas ist ein besonders hochwertiges Gas, das sich vor allem durch einen hohen Wasserstoffanteil auszeichnet und andere heizwertreiche Gasbestandteile enthält. Es kann als Brenngas bereitgestellt werden oder unmittelbar in Gasmotoren zur regenerativen Stromerzeugung verwendet werden. Des Weiteren dient es als Rohstoff für Synthesegas und kann als nachhaltiger Wasserstoff- und Energielieferant genutzt werden.

Was ist das Besondere am Verfahren des Blauen Turms im Vergleich zu Verbrennung von Biomasse oder anderen Verfahren der Nutzung regenerativer Reststoffe?

Die Besonderheit des Blauen Turms im Vergleich zu anderen Verfahren ist, dass er die Zersetzung des Eingangsstoffes (Pyrolyse) und die Veredelung des entstehenden Gases (Reformierung) räumlich voneinander trennt. Dadurch können die einzelnen Prozessschritte genauer geregelt und die Effizienz der Gesamtanlage erhöht werden.

Was unterscheidet den Blauen Turm von Biogasanlagen?

In einer Biogasanlage wird Biomasse von Mikroorganismen unter Luftausschluss „aufgefressen“. Als Verdauungs- oder Stoffwechselprodukt wird im Wesentlichen Gas ausgeschieden. Diesen Vorgang nennt man Fermentation oder auch anaerobe Vergärung. Biogas besteht im Wesentlichen aus Methan und Kohlendioxid. Biogas entsteht bei Temperaturen unter 100 °C. Die Mikroorganismen können nicht alles verdauen. Eine vollständige Umsetzung der organischen Substanz (Mineralisierung) ist in der Regel nicht möglich. Dagegen arbeitet der Blaue Turm bei Temperaturen oberhalb 500 °C. Die Einsatzstoffe werden vollständig mineralisiert. Das Produktgas enthält reichlich Wasserstoff, der im Biogas so gut wie überhaupt nicht vorkommt.

Welche Reststoffe bleiben im Blauen Turm übrig; entsteht Abwasser?

Als fester Reststoff bleibt beim Blauen Turm im Wesentlichen der mineralische Anteil der eingesetzten regenerativen Reststoffe übrig. Abwasser fällt beim Prozess nicht an. Es gibt keine für den Blauen Turm typische oder durch diesen verursachte, spezielle Belastungen. Organische Schadstoffe werden im Blauen Turm vollständig abgebaut. Die übrig bleibenden Reststoffe (Asche) können gegebenenfalls sogar wirtschaftlich verwertet werden.

Können Schwermetalle oder giftige Gase im Blauen Turm entstehen?

Im Prozess entstehen keine Schwermetalle. Während der Zersetzung entstehende Gase werden innerhalb des Prozesses durch die Veredlung zum Blauen Gas bei hohen Temperaturen von bis zu 950 °C und Zuführung von Wasserdampf wieder zersetzt.

Das entstehende Blaue Gas ist ein wertvolles Produktgas, das vor allem zur Wasserstoff- oder Energieerzeugung weiterverwendet wird. Die in ihm enthaltenen Gasbestandteile gelangen somit nicht direkt in die Umwelt. Das Blaue Gas enthält vor allem Wasserstoff. Das im Blauen Gas weiterhin enthaltene Kohlendioxid ist klimaneutral, da es zuvor beim Pflanzenwachstum aus der Atmosphäre entnommen wurde und im Pflanzenmaterial eingebaut wurde. Ein weiterer Nebenbestandteil des Blauen Gases ist Kohlenmonoxid sowie eine geringe Menge Restmethan. Kohlenmonoxid (CO) ist als brennbares Gas ein Energieträger und somit wichtiger Bestandteil des Blauen Gases.

Quelle: http://www.solarmillennium.de/upload/pdf/Technologiebeschreibung_BlauerTurm.pdf

Fazit

Wie es aussieht, könnte die Geschichte des Blauen Turms zu einem Happy End führen und mit dazu beitragen, dass die ehrgeizigen Ziele der Stadt Herten mit ihrem Wasserstoff-Kompetenz-Zentrum sich rasch erfüllen. Dabei sah das nicht immer so aus, wie der Rückblick auf Seite 3 zeigt.

Der Weg zur platinfreien Brennstoffzelle - Torsten Pörschke

Der Energieteufel und die vier kostbaren Haare

Platin - das erste Haar

In diesem Heft und in den folgenden Ausgaben werden wir nun etwas näher in die Details von Brennstoffzellen einsteigen. Wie sie bereits lesen konnten, werden verschiedene Arten (AFC, PAFC, PEFC, MCFC, SOFC) dieser revolutionären Kraft-/Wärme-Kopplungsanlagen unser Leben verändern. Dabei kann es gut sein, dass der überwiegende Marktanteil der NT-PEFC bzw. der HT-PEFC gehört. Die heute noch in vielen Fällen mit der Hand zusammengebauten Polymermembran-Brennstoffzellen besitzen zwischen den Bipolarplatten im Zellstapel eine gasdurchlässige Kunststoffmembran mit einem aufgetragenen Katalysator. Hierbei handelt es sich um Platin. Dieser Stoff ruft dann auch gleich die heftigsten Kritiken gegen eine Wasserstoffwirtschaft auf Basis von Brennstoffzellen und Biomasse hervor. Hervorstehend vor allem das Argument, hier würde die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern nur mit Hilfe einer neuen Abhängigkeit von Platin ersetzt.

Zunächst ist einmal festzustellen, dass es sich bei Platin um ein sehr seltenes und teures Edelmetall handelt. Da die Preise für Edelmetalle im Moment sowieso einen langjährigen Höchststand erreicht haben, ist also ein sparsamer Umgang damit zunächst erst einmal ein wirksames Mittel, um die Kosten für den Bau von Brennstoffzellen senken zu können. Wie aus berufenen Fachkreisen auf der Hannovermesse bereits 2008 zu hören war, hat sich in dieser Richtung in den letzten Jahren allerhand getan. In der Pionierzeit wurde stark platindotiertes Kohlepulver auf die Kunststofffolien als Katalysatormaterial aufgebracht. Mittlerweile ist man in der Lage, das Edelmetall nahezu atomgenau einzusetzen. Weitere interessante Entwicklungen zeichnen sich an der TU Berlin ab. Durch speziell nanostrukturierte Kern-Schale-Elektrokatalysatoren lassen sich die Platinmengen an der Zellkatode um über 80 Prozent verringern.

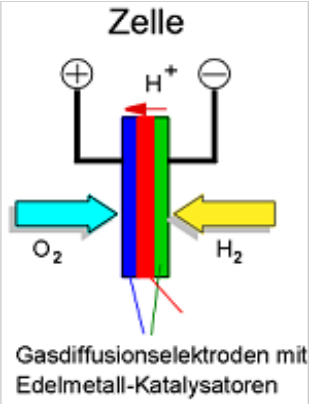


Bild links: www.bio-wasserstoff.de

Prinzipdarstellung einer PEFC-Brennstoffzelle, auch PEMFC genannt.

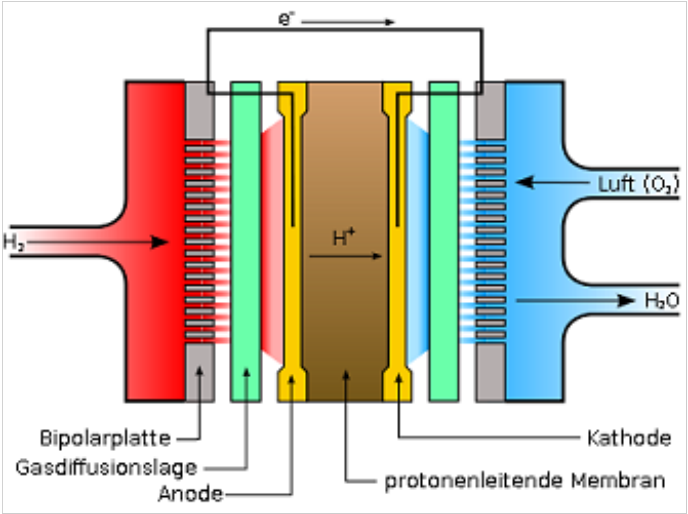


Bild rechts: Wikimedia Commons, Autor: Nécropotame, lizenziert unter GNU-Lizenz für freie Dokumentation, http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fuel_cell_PEMFC.svg

Durch den modulartigen Aufbau mittels Bipolarplatten können die anodenseitig anliegenden positiven Wasserstoffionen zum kathodenseitigen Luftsauerstoff wandern und sich mit diesem zu Wasser verbinden. Die elektrochemische Reaktion lässt Elektronen (Gleichstrom) fließen. Die Folie verhält sich dabei so ähnlich wie eine Säure.

(Fortsetzung auf Seite 10)

(Fortsetzung von Seite 9)

Das Recycling des Edelmetalls aus der Folie von ausgesonderten Brennstoffzellenstapeln ist jederzeit möglich und aus der Praxis wissen wir, dass in vielen Millionen PKW weltweit Platin als Katalysatormaterial in Abgasanlagen verwendet und später zurückgewonnen wird. Die jährliche Fördermenge liegt zurzeit bei 250 t. Davon werden fast 60 Prozent in Südafrika (z.T. reine Platinbergwerke) und über 25 Prozent in Russland gefördert, wobei das Edelmetall häufig bei der Gewinnung von Kupfer und Nickel anfällt. Es dürfte uns also leicht fallen, zunächst mit platindotierten Membranen den Einstieg in die solare Wasserstoffwirtschaft zu wagen.

Palladium - das zweite Haar

Forscher an der University of Texas arbeiten an günstigeren platinfreien Brennstoffzellen. Sie möchten die Kunststoffmembran beibehalten und das Platin durch das sich chemisch ähnlich verhaltende Palladium ersetzen. Das silberweise Palladium zählt zu den vier Haupt-Edelmetallen und kommt angeblich etwas häufiger in der Natur vor als Platin. Es fällt vor allem als Nebenprodukt bei der Förderung andere Metalle wie Nickel oder Platin an. Von den jährlich etwa 220 t werden über 40 Prozent in Russland und über 30 Prozent in Südafrika produziert. Vor allem die Autoindustrie nutzt verstärkt dieses Edelmetall (50 Prozent des Angebots) mit steigender Tendenz im Gefolge der Euro-V-Abgasnorm. Ein Blick auf die geringe Fördermenge reicht aus, um den Nutzen dieser Forschungen zu erkennen. Palladium kann allerdings nützlich sein als Überbrückungslösung für Brennstoffzellen. Schließlich sind z.B. die Abgase aus Wasserstoff-PKW viel sauberer als die aus Benzinfahrzeugen mit neuester Reinigungstechnik. Recycling wird auch hier großgeschrieben und ist gut möglich.

Gold - das dritte Haar

Am Brookhaven National Laboratory in Upton wendete man sich der Verbesserung von PEFC-Membranen zu und kam Anfang 2007 in Versuchen zu dem Ergebnis, dass sich die Degeneration von Platin-Partikeln mit Hilfe eingelagerter Goldcluster wesentlich verringern lässt. Dazu wurden 2 bis 3 Nanometer kleine Goldkügelchen auf die platindotierte Oberfläche aufgebracht, die am Ende zu 30 bis 40 Prozent mit den Goldclustern abgedeckt war. Nach insgesamt 30.000 Reaktionszyklen (simuliert das Regeln der BZ) konnten nur minimale Spannungsverluste und keinerlei Oberflächenschäden am Katalysatormaterial festgestellt werden. Demnach lässt sich also die Lebensdauer von Brennstoffzellen auf diese Weise spürbar steigern. Die jährliche Goldförderung beträgt weltweit ca. 2.300 t. Den Hauptanteil mit insgesamt 40 Prozent fördern Südafrika, die USA, Russland und Australien. Immerhin steht eine Brückentechnologie mit Gold und Platin für die weitere Entwicklung zur Verfügung. Doch die Zeit bleibt ja bekanntlich nicht stehen.

Die aktiven Zeitgenossen unter uns können mit dem Begriff GORE-TEX sicher etwas anfangen. Es handelt sich um ein eingetragenes Warenzeichen und steht für eine gereckte dünne Kunststoffschicht aus Teflon (exakt: Polytetrafluorethylen) zwischen dem Ober- und Untermaterial bei Bekleidungsstücken. Die auflaminierte Membran soll das Eindringen von Wassertropfen bei Regen verhindern und gleichzeitig bei Aktivitäten draußen Wasserdampf vom Körper ableiten können. Chemiker am Australian Centre for Electromaterials Science, Clayton fanden das ziemlich praktisch und meinten, diese Eigenschaften von GORE-TEX auch für Brennstoffzellen nutzen zu können. Die feinporigen Membranen sind als Elektroden für den Luftsauerstoff gut geeignet und genauso leistungsfähig.

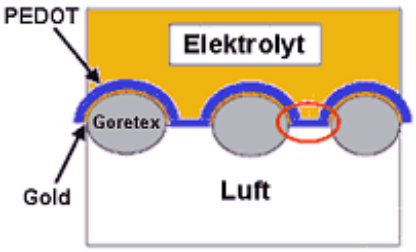
Auf das GORE-TEX trugen die Forscher eine 40 Nanometer dünne Goldschicht und anschließend einen 0,4 Mikrometer feinen Film aus PEDOT (3,4-Ethylendioythiophen - schwefelhaltiges Polymer) als Katalysator für den Luftsauerstoff auf. Die beschichtete Seite wurde dem Elektrolyten aus konzentrierter Schwefelsäure zugewendet. Eine CO-Vergiftung des Katalysatormaterials ist damit ausgeschlossen und nach 1.500 Stunden Dauerbetrieb mit Wasserstoff konnten keinerlei Verschleißerscheinungen

(Fortsetzung auf Seite 11)

(Fortsetzung von Seite 10)

festgestellt werden. Die Tests liefen von Januar bis April 2008 mit kleinen Zellen (1 cm^2) und wurden mit größeren Zellen (9 cm^2) fortgesetzt. Bei den neuen Versuchen ersetzte man die Goldschicht jetzt durch Edelstahl. An der Funktion der Brennstoffzellen änderte sich nichts, somit war Gold für den katalytischen Prozess gar nicht erforderlich. Außerdem können offenbar auch Membranen eingesetzt werden, die sich ähnlich wie GORE-TEX verhalten. Nach Einschätzung der beteiligten Wissenschaftler ist die patentierte Technologie in der Lage, die Herstellungskosten für Brennstoffzellen um den Faktor 5 bis 10 zu senken.

Zweifellos ist noch etwas Entwicklungsarbeit zu leisten, um z.B. der PEDOT-Beschichtung einschließlich der Membran eine dreidimensionale Struktur zu verpassen und die Kathode in die großen Zellstapel zu integrieren. Hierzu wurde bereits Kontakt zu Materialforschern und zu den Spezialisten der Firma Gore aufgenommen. Für Anwendungen mit geringer Energieanforderung könnte die Technik in 2 bis 3 Jahren und für die Nutzung im PKW-Bereich in 6 bis 8 Jahren fertig sein.



Oben: Beispieldarstellung

Silber - das vierte Haar

Chinesische Wissenschaftler an der Universität Wuhan entwickeln derzeit konstruktiv anders aufgebaute Brennstoffzellen und möchten das Platin mittels Silber und Nickel ersetzen. Die Aufspaltung des Wasserstoffs an der Anode in positiv geladene Wasserstoffprotonen und negativ geladene Elektronen wurde bisher mittels Platin bewerkstelligt. Die Membran erzeugt in Verbindung mit den Elektroden dabei eine saure Umgebung. Der neuentwickelte Kunststoff lässt nun an der Anode aus Wasserstoff entstehende negativ geladene Hydroxylionen durch, wodurch die Umgebung alkalisch wird. Die Anode wird mit Nickelpartikeln beschichtet, die zur chemischen Stabilisierung von Chrompartikeln umgeben sind. Für die Katode wird eine Silberbeschichtung verwendet. Die Stromausbeute und Lebensdauer von platinhaltigen Systemen wurde in den ersten Versuchen allerdings noch nicht erreicht. Der verwendete Kunststoff Nafion für die Membran ist für alkalische Brennstoffzellen kostengünstiger herstellbar, da eine Schutzdotierung mit Fluoringruppen entfällt.

Die jährliche Förderung von Silber liegt bei über 20.000 t. Die Hälfte der produzierten Mengen entfällt auf die Länder Peru, Mexiko, China und Australien. Von der Fördermenge werden derzeit ca. 50 Prozent für industrielle Anwendungen verbraucht. Über die Recyclingquote ist nicht viel bekannt. Die Wiedergewinnung sollte aber zukünftig im Mittelpunkt stehen, da die Weltreserven kontinuierlich abnehmen. Auch eine Energiewirtschaft mit Solarstrom und reinen Elektroautos kann ohne Silber kaum auskommen.

Teufel ohne Edelhaare

Mit Eisen und Kobalt geht es in die neue Zeit. Edelmetallfreie Brennstoffzellen sind Forschungsthema am Helmholtz-Zentrum Berlin. Im Mittelpunkt stehen hier Übergangsmetall-Chelat-Verbindungen als katalytische Zentren. Mittels Pyrolyse werden hochporöse Kobalt- bzw. Eisen-Porphyrine für Anode und Katode erzeugt. Auf die Technologie wurde ein Patent angemeldet (DE10132490) und die Ergebnisse in internationalen Ringversuchen bestätigt. Somit ist mittelfristig absehbar, dass Brennstoffzellen ohne exotische Stoffe kostengünstig in die Massenproduktion gehen können. Nichts kann die Idee des Biowasserstoffs aufhalten.

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

Blaue Straße in NRW - Hydrogen HyWay - Manfred Richey

Nordrhein-Westfalen fährt auf dem Hydrogen HyWay

Wie einer Pressemitteilung der Energieagentur NRW vom 20.11.2008 zu entnehmen war, wurde beim 8. Jahrestreffen des Kompetenz-Netzwerks Brennstoffzelle und Wasserstoff NRW der EnergieAgentur.NRW am 20.11.2008 der Startschuss für den „NRW Hydrogen HyWay“ gegeben.

Dieses neue Leitprojekt unter dem Dach der Klimaschutzstrategie der Landesregierung umfasst eine Vielzahl von Einzelprojekten zur Entwicklung und Demonstration der Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnik.

Diese beinhalten Infrastrukturmaßnahmen, Fahrzeugflotten, stationäre Anlagen und viele Sonderanwendungen. Über 50 Mio. Euro will das Land dazu in den nächsten Jahren aus Mitteln des Landeshaushalts und des europäischen Fonds für regionale Entwicklung zur Verfügung stellen.

Das erste HyWay-Projekt wurde gleich am 20.11.2008 auf dem Jahrestreffen vorgestellt: In diesem nordrhein-westfälisch - niederländischen Gemeinschaftsprojekt geht es um die Entwicklung eines Linienbusses mit Brennstoffzellenantrieb. Die 18 m langen Gelenkbusse sollen nach rund einem Jahr Entwicklungszeit den Probebetrieb im Bereich von Köln und in Amsterdam aufnehmen. An beiden Standorten sollen jeweils zwei Fahrzeuge zum Einsatz kommen.

Über die neuen 18 m langen Gelenkbusse werden wir in einer späteren Ausgabe berichten. Interessant ist auch die grenzüberschreitende Zusammenarbeit mit den Niederlanden. Das könnte dazu beitragen, dass die Wasserstoffwirtschaft noch zügiger auf den Weg gebracht wird. Mit dem Blauen Turm beginnt auch der Einstieg in die Biowasserstoff-Erzeugung. Wenn diese Modellversuche positiv verlaufen, dann wird das ein wichtiger Schritt zur Einführung modernster Technologie mit Brennstoffzellen und Biowasserstoff.

Offensichtlich beginnt die Zukunft in NRW früher als in anderen Bundesländern.

Brennstoffzellen-Kompetenz in NRW

„In der Brennstoffzellentechnik nimmt Nordrhein-Westfalen international schon seit längerer Zeit einen Spitzenplatz ein“, betonte Dr. Baganz vom Wirtschaftsministeriums NRW. „Gerade in diesem Bereich wird deutlich, dass Nordrhein-Westfalen als innovative Energie- und Wirtschaftsmetropole Wegbereiter und Zukunftsgestalter ist.“

Nordrhein-Westfalen hat nicht zuletzt durch das hohe Engagement des Kompetenz-Netzwerks Brennstoffzelle und Wasserstoff NRW seine Position auf diesem Technologiefeld weiter ausbauen können.

Das nordrhein-westfälische Wirtschaftsministerium hat zusammen mit dem Wissenschaftsministerium bisher über 80 Projekte mit einem Zuschuss von insgesamt 82 Millionen Euro bei einem Gesamtvolumen von mehr als 133 Millionen Euro gefördert.

Nachfolgend bringen wir eine Übersicht der zurzeit laufenden Vorhaben und Projekte in Nordrhein-Westfalen.

(Fortsetzung auf Seite 13)

(Fortsetzung von Seite 12)

Laufende Projekte in NRW

Brennstoffzellenkomponenten und -systeme

- Brennstoffzellen-Batterie Hybrid-Gelenkbus 18 m
- PEM-Brennstoffzellen APU/USV
- Midibusse mit Brennstoffzellen-Hybridantrieb im Messeeinsatz
  - Midibus: Mit einer Tankfüllung von sechs Kilogramm Wasserstoff kann das Fahrzeug rund 200 Kilometer weit fahren. Der 5,3 Meter lange und 2,1 Meter breite Bus bietet Platz für 22 Fahrgäste und erreicht bei einer Gesamtleistung von 27 kW eine Spitzengeschwindigkeit von 33 km/h. Er ist damit ideal für den Zubringerverkehr der Messe geeignet.
    Der wesentliche Vorteil eines solchen Midibusses ist, dass die kleine Brennstoffzelle kostengünstig ist, aber ebenso gute Praxisergebnisse wie eine große, teurere Zelle liefert.

Infrastrukturmaßnahmen

- Anwenderzentrum Herten
- Innovative Brennstoffzellenfertigung
- Aufbau des Test-, Assemblierungs- und Anwendungszentrums (TAZ) am ZBT Duisburg

Wasserstoff: Erzeugung und Speicherung

- Wasserstoff aus Biomasse (Blauer Turm, Bericht in dieser Ausgabe)
- Magnetventile für 900 bar
- Erdgas und Wasserstoff aus Kläranlagen
  (Im Biowasserstoff-Magazin Nr. 12 vom 16. Februar 2009 berichteten wir über ‚Wasserstoff aus Klärschlamm (Emschergenossenschaft)‘

Dann gibt es noch das NRW/EU Projekt HyChain-Minitrans, welches das das größte EU-Verbundprojekt für die Markteinführung von Klein- und Leichtfahrzeugen mit Brennstoffzellenantrieb ist. Allein in der Emscher Lippe Region werden in den nächsten fünf Jahren rund 55 Leichtfahrzeuge und Mini-Busse den Demonstrationsbetrieb aufnehmen.

Wir werden auch darüber in den nächsten Ausgaben berichten.

Lichtblicke im Zeitalter der globalen Krise

Wasserstoffbusse (Magazine Nr. 1 und 3 vom November 2007 bzw. 17.12.2007) und ZemShip (Magazin Nr. 4 vom 11.01.2008) in Hamburg und die oben genannten Aktivitäten in NRW könnten dazu führen, dass auch in Deutschland der Einstieg in modernste und zukunftsträchtige Technologien zügig voran kommen.

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

Wasserstoffbusse V - Torsten Pörschke *(aktualisiert 15.04.10)*

Neues von der Evobus GmbH (Zusammenschluss der Bussparten von Daimler-Benz und Kässbohrer im Jahr 1995; Marken: Mercedes-Benz und Setra)

Bild: Torsten Pörschke

Citaro G BlueTec-Hybrid

Auf einen sehr harten Probeeinsatz bei der Stuttgarter Straßenbahn AG werden in diesen Tagen vier nagelneue Hybrid-Dieselbusse von Mercedes Benz geschickt. Die wesentliche Neuerung bei diesen Fahrzeugen ist die Kraftübertragung. Durch die Verwendung eines vollelektrischen Antriebssystems ergeben sich mehrere Vorteile im Vergleich zu herkömmlichen Dieselbussen mit mechanischen Komponenten.

Da wäre zuerst der wesentlich kleinere Dieselmotor vom Typ OM 924 LA zu erwähnen, der 160 kW leistet und gegenüber seinem großvolumigen Bruder 550 kg weniger wiegt. Der Motor versorgt über einen Generator nach Bedarf die vier flüssigkeitsgekühlten Radnabenmotoren von ZF an der Mittel- und Hinterachse des Gelenkbusses und die Speicherbatterie mit Strom. Jeder Radnabenmotor hat eine Leistung von bis zu 80 kW (insgesamt also 320 kW). Über einen Hochstrom-Zwischenkreis mit 650 V wird die Stromversorgung zwischen Generator, Speicherbatterie und den Radnabenmotoren gewährleistet. Das erlaubt nicht nur prinzipiell die separate Regelung der einzelnen Elektromotoren zur Verbesserung der Traktion und Sicherheit, sondern auch die Rückgewinnung von Bremsenergie. Für die Speicherung von Energie kommen neuartige wartungsfreie Lithium-Ionen-Batterien mit 170 kW und einem Gewicht von 450 kg zum Einsatz.

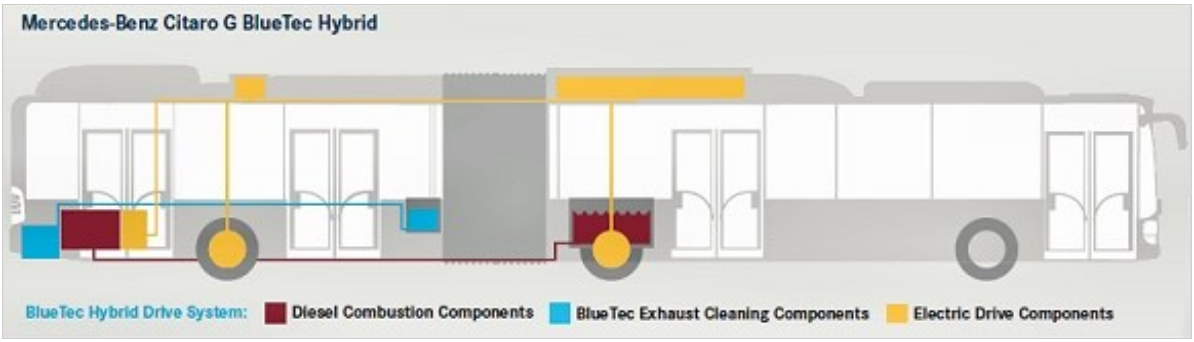
(Fortsetzung auf Seite 15)

(Fortsetzung von Seite 14)

Da das herkömmliche Automatikgetriebe mit dem Differential entfällt und der Platzbedarf für den kleineren Motor geringer ist, ergeben sich neue Möglichkeiten für die Gestaltung des Innenraumes. Ein Nachteil des Hybridantriebs ist die Erhöhung des Leergewichtes des Fahrzeugs um ca. 1.000 kg. Weit schwerer wiegen da schon die derzeit noch bei 240.000,- EUR liegenden Mehrkosten pro Bus. Die Verkehrsunternehmen bezahlen also den Preis für einen leistungsgleichen Erdgasbus plus der Kraftstoffeinsparung beim Diesel von 8 bis 10 Jahren. Allerdings handelt es sich hier auch um eine Spitzentechnologie, die erst am Anfang ihrer Laufbahn steht. Deshalb ist mit größeren Kostensenkungen in den nächsten Jahren zu rechnen.

Die Hybrid-Dieselbusse haben gegenüber herkömmlichen Stadtbussen einen um bis zu 30 Prozent geringeren Verbrauch. Die Fahrzeuge können durch die integrierte Start-/Stoppautomatik geräuschlos in die Haltestellen einfahren und nach dem Fahrgastwechsel auch wieder ohne Dieselmotor aus der Haltestelle ausfahren. Die elektrische Versorgung von Klimakompressor, Druckkompressor und Lenkhilfenpumpe trägt zu einem niedrigen Verbrauch bei. Alle Nebenaggregate sind zusammen mit der Batterie auf dem Wagendach untergebracht.

Citaro G BlueTec-Hybrid im Einsatz
Bildquelle: Daimler AG



Oben: Anordnung der Komponenten, Bildquelle: Daimler AG

(Fortsetzung auf Seite 16)

(Fortsetzung von Seite 15)

Citaro FuelCELL Hybrid im Hamburger Hafen - hier noch das zweiachsige Modell. Bildquelle: Daimler AG

Citaro G Brennstoffzellen-Hybrid (FuelCELL)

Im Vergleich zu den beim Hyfleet/Cute-Programm eingesetzten Citaros von Mercedes-Benz wird ein technologischer Sprung von der mechanischen Kraftübertragung ohne Energiespeicher hin zu einem vollelektrischen Antrieb (serieller Hybrid) mit einer Speicherbatterie gemacht. Ebenfalls neu ist, dass erstmals ein dreiachsiger Gelenkbus mit einer Brennstoffzelle in Kleinserie geht.

Gegenüber dem Citaro G Bluetech-Hybrid gibt es nur geringe Abänderungen. Anstelle von Dieselmotor, Generator, Kraftstoff- und Adblue-Tank werden zwei Brennstoffzellen des Herstellers NuCellSys GmbH mit einer Leistung von je 90 kW eingesetzt. Diese können ohne Probleme auch bei Temperaturen von minus 25 Grad Celsius gestartet werden. Beim Vorgängertyp war es noch notwendig, die BZ bei Temperaturen über 0 Grad Celsius zu halten. Das machte zusätzliche elektrische Heizungen auf dem Betriebshof der Verkehrsbetriebe erforderlich.

Die neuen Brennstoffzellen erreichen einen elektrischen Wirkungsgrad von 51 bis 58 Prozent (Vorgängermodell 38 bis 43 Prozent). Ein Wärmetauscher ermöglicht die Verwendung der Abwärme zum Beheizen des Fahrgastraumes, während die Klimaanlage bedarfsgerecht elektrisch läuft. Die Haltbarkeit der neuen Stacks wird mit 12.000 Betriebsstunden oder 6 Jahren angegeben.

Die sieben Wasserstofftanks finden auf dem vorderen Wagendach ihren Platz. Sie bestehen aus Verbundmaterial und speichern insgesamt 35 kg Wasserstoff bei 350 bar. Eine Adaption der 700 bar-Technik gilt für die Zukunft als sehr wahrscheinlich. Im Augenblick wird hier noch die Technik des Vorgängermodells verwendet.

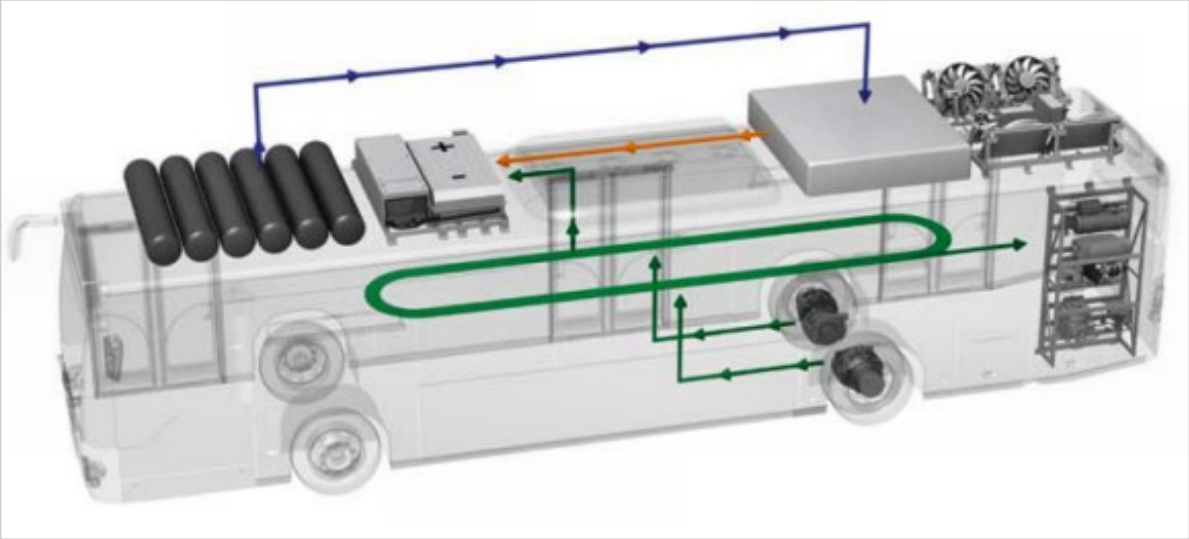
Durch den Hybridantrieb sinkt der Treibstoffverbrauch merklich. Das alte Modell verbrauchte zwischen 13 und 20 kg Wasserstoff auf 100 km. Durch den Einsatz der Radnabenmotoren im Zusammenspiel mit der Lithium-Ionen-Batterie verringert sich der Energieverbrauch. Bremsenergie kann

(Fortsetzung auf Seite 17)

(Fortsetzung von Seite 16)

dadurch zurück gewonnen werden. Die Batterien sind wassergekühlt und arbeiten dadurch optimal in dem für sie günstigen Temperaturfenster von 15 bis 55 Grad Celsius. Die Speicherkapazität beträgt 27 kWh. Das reicht für 2 bis 3 Kilometer Fahrt ohne Brennstoffzelle.

Die beiden wassergekühlten Asynchron-Radnabenmotoren des Prototyps können dadurch mit einer Dauerleistung von 120 kW beliefert werden. Die Anfahrleistung beträgt 160 kW. Eine ausgeklügelte Steuerung zwischen Brennstoffzelle und Batterie sorgt für einen offiziell angegebenen Verbrauch von



Prinzipdarstellung des Citaro FuelCell. Bildquelle: Daimler AG

11 bis 13 kg Wasserstoff auf 100 km. Niedrigere Werte im Alltagsbetrieb sind möglich, wie der Wettbewerber Van Hool beweist. Trotz geringerem Wasserstoffvorrat können über 250 km Reichweite erzielt werden. Eine Einzelradaufhängung sorgt für entsprechenden Fahrkomfort.

Die Hamburger Hochbahn AG wird spätestens nächstes Jahr ihre alten Brennstoffzellenbusse aus dem Verkehr nehmen und hat deshalb 10 neue Fahrzeuge des Typs Citaro G Brennstoffzellen-Hybrid bestellt. Die Auslieferung des Prototyps erfolgte im Frühsommer 2009. Dabei handelt es sich noch um

H2-Speichertanks und Technik auf dem Dach des Citaro FuelCell. Bildquelle: Daimler AG

ein zweiachsiges Modell mit einer Länge von 12 m und drei Fahrgasttüren. Dieses Jahr beginnt der Bau einer Kleinserie von weiteren 30 Fahrzeugen bis zum 2016. Der Beginn der Serienfertigung ist im Zeitraum zwischen 2015 und 2020 angekündigt.

Stadtbahnanwendungen - Torsten Pörschke

Stadtbahnen kreuzen Lebensbahnen

Dämmerung

Es ist Dienstagmorgen. Mit dem Auto fahre ich wie jeden Arbeitstag von meinem Haus im Grünen Richtung Landeshauptstadt. Glücklicherweise hilft mir dabei eine Autobahn, die erst vor wenigen Jahren fertig geworden ist. Bald ist die Ausfahrt auf die Bundesstraße erreicht und über eine Kreuzung hinweg reihe ich mich nun in den dichten zweispurigen Verkehr Richtung Stadtzentrum ein. Die grüne Welle spült mich ein ganzes Stück weit mit, danach geht es nur noch abschnittsweise flüssig weiter. Nach der großen Brücke und dem Kreisverkehr komme ich an einer roten Ampel zum stehen. An diesem Verkehrskreuz treffen sich die Einfallsstrassen und Straßenbahnlinien aus allen Richtungen. Menschentrauben und großes Durcheinander. Einige sind etwas spät dran und rennen einfach bei Rot zur abfahrbereiten Bahn über die Kreuzung. Andere haben unendlich viel Zeit und schlendern, lässig die Tasche in der Hand haltend, zum Zeitungskiosk. Es dauert noch eine Weile, bis sich die große gelbe Schlange dort unter dem Fahrdraht wieder in Bewegung setzt und den Verkehr in meine Richtung freigibt. Ich stelle mir vor, wie es wäre, wenn ich wieder hier in der Stadt wohnen und morgens mit der Straßenbahn fahren würde.

Foto: Torsten Pörschke

Meine letzten Fahrten damit liegen zwar schon ein bisschen zurück, aber ich kann mich noch gut an das teilweise zähe Vorankommen im Verkehrsgewühl erinnern. Ein unwohles Gefühl bereitete mir damals das plötzliche jähe Abbremsen der Bahn außerhalb der Haltestellen und nach einer längeren Fahrzeit bemerkte ich Konzentrationsschwierigkeiten, wenn ich nebenbei noch Aufgaben erledigen wollte. Auf der anderen Seite habe ich auch noch viele schöne Bilder von der Innenstadt im Kopf, Dinge die man einfach als "Mitfahrer" auf sich wirken lassen kann. Das Barockschloss mit großem Garten, die Oper, das Schlosshotel, die Staatskanzlei, die unübersehbare Kuppel der Kirche und die alte Brücke über den Fluss zogen mich in ihren Bann. Als hässlich hingegen empfand ich schon immer die nicht zu dem Straßenpflaster und den historischen Gebäuden passenden Stromleitungsmasten.

Wenn ich heute eine normale Zeitung lese, dann gewinne ich den Eindruck, dass alles größtenteils auch noch in 50 Jahren so aussehen und funktionieren wird, wie heute. Selbst alternative Zeitschriften rufen zu "Leute - fahrt mehr Bahn!" auf und bieten dazu noch Ökostrom als den ultimativen Heilsbringer an. Echte Visionen? - Fehlanzeige! Straßenbahnen und Stromleitungen gehören offenbar wie untrennbare Zwillinge zusammen.

(Fortsetzung auf Seite 19)

(Fortsetzung von Seite 18)

Morgenrot

Bereits 1882 sahen sich die Preußischen Staatseisenbahnen zum Bau von eigenen Gleisen für den wachsenden Vorortverkehr der jungen Hauptstadt Berlin und der Stadt Charlottenburg veranlasst. Diese waren aus gutem Grund von den Gleisen der Fernverkehrsstrecken getrennt. Die bereits vorhandene Ringbahn und die Strecken zu den Berliner Vororten wurden schrittweise mit den parallelen Gleisen nachgerüstet. Ab 1891 nannte sich das System Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahn und bekam eine höhere Taktfolge sowie ein eigenes Tarifsystem. Auch in der Großstadt Hamburg begann die Preußische Eisenbahndirektion Altona mit der Entwicklung des Personenverkehrs zwischen Hamburg, Altona/Elbe und Blankenese. Hier wurde ab 1906 unter der Bezeichnung Altonaer Stadt- und Vorortbahn der Grundstein gelegt.

Die zunächst eingesetzten Dampflokomotiven führten zu einer starken Belastung der Innenstädte mit Kohlestaub und anderen Verbrennungsrückständen. Eine technische Lösung versprach der Elektroantrieb. Zahlreiche Versuche mit Gleich- und Wechselstrom (letzterer bevorzugt bei Straßen- und U-Bahnen angewendet) führten in Berlin zur Entscheidung für eine separate, seitlich am Gleis angebrachte Stromschiene für 750 Volt Gleichstrom. Die erste Strecke wurde 1924 in Betrieb genommen. Ein ähnliches System mit 1.200 Volt Gleichstrom kam ab 1940 in Hamburg zum Einsatz. Noch bis weit nach den zweiten Weltkrieg nutzte man dort parallel ein seit 1907 aufgebautes Netzwerk mit Wechselstrom-Oberleitungen.

Ein Beispiel für die enge Verbindung zwischen den schienengebundenen Nahverkehrsmitteln gibt auch die Geschichte Wiens. Ab 1898 als Wiener Stadtbahn für den Verkehr mit Dampflokomotiven eröffnet, wurde sie ab 1925 als Wiener Elektrische Stadtbahn weitergeführt. Eine Linie dieser Stadtbahn wechselte auch in das normale Straßenbahnnetz hinein. Aufgrund der Verwendung eines Oberleitungssystems war das problemlos möglich. Die Umstellung auf einen stromgeführten Betrieb verbesserte wie in allen anderen Ballungsräumen die Luftqualität und die Sonne war wieder häufiger zu sehen.

Sonnenaufgang

Angebliche Neuprägungen von Begriffen führen heutzutage meist in die Irre und es gibt Wichtigeres, als sich über den "feinen" Unterschied zwischen einer Stadtbahn im modernen Sinn und einer Straßenbahn zu streiten. Die Streckenlegung als Hochbahn, Einschnittbahn oder Tunnelstrecke führt in der Praxis zu einer Verwischung der begrifflichen Grenzen. Reine U-Bahnen z.B. unterscheiden sich von der hier so bezeichneten Stadtbahn durch das Fehlen von niveaugleichen Kreuzungen mit dem Straßenverkehr. Manche U-Bahnstrecken werden allerdings außerhalb des Stadtzentrums als S-Bahn überirdisch geführt. Manche Stadtbahnen verkehren auch in weit entfernte Vororte und nutzen dann die "normalen" Eisenbahnstrecken des Fernverkehrs mit. Alles fließt ineinander, soweit das möglich ist. Für den stufenlosen Passagierwechsel werden Hochbahnsteige gebaut oder spezielle Niederflurbauweisen bei den Schienenfahrzeugen angewendet.

Auf den ersten Blick erscheint der massive Ausbau des schienengebundenen und stromgeführten ÖPNV als die große ökologische Lösung. Leider übersehen viele Protagonisten, dass der Teufel hier in den Details steckt. Es gibt weltweit in diesem Bereich eine unübersehbar große Vielfalt an Stromsystemen und auch einige Unterschiede in der Spurweite (z.B. Meterspur). Wer die Welt ver-

(Fortsetzung auf Seite 20)

(Fortsetzung von Seite 19)

ändern will, muss sich zunächst darüber im Klaren sein, welche Hauptprobleme zu lösen sind. Um eine wirkliche Durchlässigkeit bei der Verwendung von vorhandenen Strecken zu erreichen und kostengünstige, universell einsetzbare Beförderungsmittel betreiben zu können, muss es eine Trennung der Triebfahrzeuge vom geliebten Stromnetz geben. Das ist sicher ein Schock für die Mehrzahl der heutigen Umweltaktivisten. Lineares Denken führt aber eben leider nicht zu neuen Horizonten.

Bei Neubau oder Modernisierung von Strecken sollte in diesem Zusammenhang gleichfalls geprüft werden, welche Spurweite sich am besten mit anderen Verkehrsmitteln teilen lässt. Bei Letzterem sind durchaus städtebauliche Besonderheiten zu berücksichtigen, was nicht immer dazu führen wird, dass die Normalspur der Eisenbahn zum Standard wird. Zweistromsysteme in den Triebwagen sind gegenüber dem stromleitungsfreien Brennstoffzellenantrieb immer nur zweite Wahl und führen zu übermäßigen Kosten. Die Nahverkehrsbetriebe von Karlsruhe und Saarbrücken wählten solche Lösungen, um auch an den umliegenden Eisenbahnstrecken Kunden gewinnen zu können.

Foto:
Torsten Pörschke

In Frankreich sind Stadtbahnfahrzeuge im normalen Schienennetz anzutreffen und werden hier Tram-Train genannt.

Zenit

Weltweit führende Hersteller von Schienenfahrzeugen wie Alstom, Bombardier, Siemens und Vossloh-Kiepe beginnen die Zeichen der Zeit zu verstehen und bewegen sich auf die Zukunft mit Wasserstoff und Brennstoffzellen zu. Das geschieht zunächst in kleinen, aber unübersehbaren Schritten. Beispielhaft soll hier einmal dargestellt werden, wie sich dieser Wandel bei Alstom vollzieht.

Die historische Innenstadt von Bordeaux sollte noch stärker als bisher zur Geltung kommen, das war der Wunsch der Bürger. Deshalb entschlossen sich die örtlichen Verkehrsbetriebe, in den sen-

(Fortsetzung auf Seite 21)

(Fortsetzung von Seite 20)

siblen Bereichen eine neuartige Technologie für Stadtbahnen anzuwenden. Die Stromversorgung wurde dazu von der Oberleitung auf die Schiene verlagert. Dazu war es erforderlich, die betroffenen Bereiche komplett mit Gleisen und zugehöriger Verkabelung zu erneuern. Jedem 8 m langen unter Strom stehenden Schienenabschnitt folgt nun ein 3 m langer stromloser Schienenabschnitt zur Isolation. Benötigt werden außerdem entsprechende elektrische Schaltungen, weil nur dann der Strom fließt, wenn die Stadtbahn über die Schienenabschnitte fährt. Stromunfälle sollen somit unmöglich gemacht werden. Nach der Installierung konnten die vorhandenen Oberleitungen einschließlich der Masten auf über 10 km abgebaut werden. Die seit 2003 verkehrenden Triebwagen des Typs Citadis LRD können alle weiterhin problemlos durch die Innenstadt auf den Linien A, B und C verkehren.

Für den ÖPNV in Nizza suchte man eine andere Lösung. Hier wurden auf zwei Plätzen 440 bzw. 470 m Oberleitung abgerissen und die Triebfahrzeuge der Linie 1 und Linie 2 mit NiMH-Akkus an Bord ausgestattet. Die Speicherung der Energie an Bord hilft diese Entfernungen zu überbrücken. Die 30 m langen Stadtbahnen wiegen leer 40 t und mit Passagieren voll besetzt 60 t. Eine Untersuchung zum Energiebedarf der Triebwagen ergab, dass für das Anfahren 600 bis 900 kW Spitzenleistung benötigt werden, aber zum normalen Fahren nur 100 bis 200 kW (einschließlich 20 bis 65 kW für Hilfssysteme). Dadurch werden nur 4 kWh pro Kilometer an Speicherkapazität benötigt. Hier deutet sich auch schon der weiterführende Trend Richtung Hybridsysteme an. Bisher wird gewonnene Bremsenergie, wenn technisch möglich, zurück ins Oberleitungsnetz gespeist. Zukünftig wird die Energie wohl an Bord gespeichert und beim Anfahren genutzt. Dass solche Systeme im Alltag bereits funktionieren, beweisen die Verkehrsbetriebe in Rotterdam. Eine "Verkabelung" der Erasmus-Brücke existiert nicht und die Triebwagen erhalten zur Zwischenspeicherung der Energie Flywheels mit einer Lebensdauer von 30 Jahren. Sie sind also genauso langlebig, wie das rollende Material. Eine Geschwindigkeit von 50 km/h über die "stromlose" Brücke ist garantiert.

Die absehbare Krönung ist jedoch die Entwicklung einer autarken Energieerzeugung mittels Wasserstofftank und Brennstoffzellen. Dazu führte Alstom bereits entsprechende Machbarkeitsstudien unter der Bezeichnung PREFULLTRAM durch und erwog auch den Einbau eines Dieselmotors. Dabei handelt es sich um ein Niederflurfahrzeug auf Basis einer bereits produzierten Baureihe, bei dem sämtliche technische Ausrüstung dachmontiert ist. Nur so kann gewährleistet werden, dass im harten Stadteinsatz der Fahrgastwechsel reibungslos funktioniert und die Transportkapazitäten nicht eingeschränkt werden. Während der Studie stellte man fest, dass die derzeit verfügbaren Komponenten für einen Wasserstoffantrieb noch zu schwer und zu voluminös sind. Das ist aber nicht weiter verwunderlich, da bisher keine kontinuierliche Entwicklungsarbeit geleistet worden ist. Die Probleme werden von der Firma als lösbar eingeschätzt. Für den simulierten Betrieb waren Wasserstofftanks mit 700 bar ausgewählt worden, die die Energie für einen halben bzw. ganzen Betriebstag mitführen konnten (580 bzw. 1.150 kg GH2). Die 30 m langen Stadtbahnen sollten nach den Entwicklungsannahmen auf einer 12 km langen Linie verkehren, 9 Stunden täglich im Einsatz sein und im Jahr bis zu 60.000 km zurücklegen. Als Hauptantrieb sah man Brennstoffzellen-Module von FEBUSS mit je 100 kW vor.

Mittlerweile arbeitet auch Vossloh-Espana an einem Tram Train mit einem BZ-Antrieb von 500 kW. Die Schienenfahrzeughersteller sind auf der richtigen Spur ohne Stromleitungen. Gleichzeitig dürfte damit auch ein Phänomen namens Elektrosmog aus unserem täglichen Leben verschwinden. Untersuchungen haben nämlich ergeben, dass Oberleitungsstrom in Schienenfahrzeugen negative Auswirkungen auf das Konzentrationsvermögen bei Menschen hat. Götterdämmerung.

Wassertaxis mit Brennstoffzellen in Venedig - Manfred Richey

Venedig stellt Schiffe auf Alternativenergie um

Auf dem Canale Grande in Venedig soll ab dem Jahr 2013 eine Nahverkehrsflotte von 16 umweltfreundlichen Wassertaxis verkehren. Jedes Wassertaxi kann 240 Passagiere befördern und ist mit Hybridantrieb ausgestattet. Die Energieversorgung erfolgt mit Brennstoffzellen und wird zusätzlich durch Photovoltaikzellen unterstützt. Bis zur Fertigstellung der Prototypen werden voraussichtlich drei Jahre vergehen.

Brennstoffzellen mit Polymermembran

Es ist der Einsatz einer neuen Generation Elektromotoren vorgesehen. Als Energiequelle werden Brennstoffzellen (Stacks) mit Polymermembran vom Typ PEM (= Proton Exchange Membrane; Beispieldarstellung auf Seite 8) vorgesehen, die bereits in U-Booten eingesetzt werden. Zusätzliche Energie werden die auf dem Schiffsdeck angebrachten Photovoltaikpanele liefern.

Besondere Aufmerksamkeit wird auch der neu zu entwickelnden Bugform gelten, die eine weitgehende Vibrationsfreiheit und eine möglichst große Manövrierfähigkeit sicherstellen soll. Den Leitsatz "Zero Emisson" hat sich auch der halbstaatliche Energiekonzern Enel auf die Fahnen geschrieben, der in dem benachbarten Hydrogen Park von Fusina ein Wasserstoff-Kraftwerk mit einer Kapazität von 16 Megawatt baut.

Links:

Venzianische Gondel als Vorbild für emissionsfreien Verkehr (Foto: pixelio.de/H.Hoppe)

Den Auftrag zur Entwicklung eines mit Hybridantrieb ausgestatteten Wassertaxis haben die städtischen Verkehrsbetriebe von Venedig http://www.actv.it gegeben.

Das Projekt "Vision" wird im kommenden Februar gestartet und erfordert einen Investitionsaufwand von insgesamt zwölf Mio. Euro. Die Co-Finanzierung erfolgt aus Mitteln des italienischen Wirtschaftsministeriums im Rahmen des Programma Industria 2015. An dem Vorhaben sind neben den staatlichen Werftbetrieben Fincantieri die eine Reihe weiterer italienischer Firmen beteiligt.

Koordiniert wird das Projekt von der Fincantieri mit Unterstützung der italienischen Schiffsregisterstelle Rina . "Bei diesem wichtigen innovativen Vorhaben können wir all das Know-how einbringen, das wir bei technologisch anspruchsvollen Schiffskonstruktionen erworben haben", bestätigt der bei Fincantieri zuständige Forschungsleiter Piercipriano Rollo. Dies gelte auch für den späteren Wissenstransfer auf internationaler Ebene und die Erarbeitung gesetzlicher Umweltstandards. "Die Motorboote in Venedig werden geräusch- und emissionsfrei wie Gondeln durch die Kanäle gleiten", so das von ihm beschriebene Zukunftsbild der "Serenissima".

Die Informationen zu diesem Beitrag stammen aus einer Pressemeldung vom 07.02.2009 von http://www.pressetext.at/pte.mc?pte=090207002

(Fortsetzung auf Seite 23)

(Fortsetzung von Seite 22)

Zitat (Quelle: http://www.produkt-trifft-kunst.de/Aktuell.23+M5663956658d.0.html)

"Bei diesem wichtigen innovativen Vorhaben können wir all das Know-how einbringen, das wir bei technologisch anspruchsvollen Schiffskonstruktionen erworben haben", bestätigt der bei Fincantieri zuständige Forschungsleiter Piercipriano Rollo. Dies gelte auch für den späteren Wissenstransfer auf internationaler Ebene und die Erarbeitung gesetzlicher Umweltstandards. "Die Motorboote in Venedig werden geräusch- und emissionsfrei wie Gondeln durch die Kanäle gleiten", so das von ihm beschriebene Zukunftsbild der "Serenissima".

Zitat-Ende

Wo der Wasserstoff herkommt

Wasserstoffkraftwerk in Venedig

Gemäß einer ENEL-Pressemitteilung vom 8. April 2008 wurde in Italien ist mit den Bauarbeiten für das erste Wasserstoff-Kraftwerk des Landes begonnen. Bauherr ist der italienische Stromkonzern Enel.

Die Anlage selbst hat eine Kapazität von 12 MW; weitere 4 MW werden durch die Nachnutzung des heißen Abgases in einem schon bestehenden Kohlekraftwerk gewonnen. Der Gesamtwirkungsgrad beträgt 43 %, das Investitionsvolumen 47 Mio. Euro. Betriebsbeginn soll nach derzeitiger Planung im Juni 2010 sein. Mit den dort pro Jahr erzeugten etwa 60 Millionen kWh kann man 20.000 Haushalte versorgen und die Emission von 17.000 t CO_2 vermeiden.

Die Anlage gehört zum „Hydrogen Park", einer mit Unterstützung der Region Veneto und des Umweltministeriums gegründeten Initiative, die die Entwicklung und Anwendung der Wasserstofftechnologie in Verkehr und Energieerzeugung im Gebiet von Porto Marghera, des Hafens von Venedig, fördern soll. Bei dem Wasserstoff handelt es sich um ein Abfallprodukt der petrochemischen Industrie, die in der Region mit zahlreichen Konzernen vertreten ist. Alljährlich produzieren die Raffinerien und petrochemischen Konzerne im Umland von Venedig 5000 Tonnen des Gases.

Fazit

Nachdem in Hamburg schon mit dem ZemShip ein wasserstoffbetriebenes Fahrgastschiff fährt, beginnt nun auch Italien damit, die neue Zukunftstechnologie Brennstoffzellen und Wasserstoff einzuführen. Vorerst kommt der Wasserstoff als Abfallprodukt aus der Petrochemie im Umfeld von Venedig. Mit (rasch?) steigendem Bedarf wird das nicht ausreichen. Hier könnte man dann mit Biowasserstoff, aus nachwachsender Biomasse gewonnen, den benötigten Wasserstoff preiswert bereitstellen und dabei gleichzeitig die Umwelt entlasten.

Wir werden das Projekt weiter beobachten und in einer späteren Ausgabe wieder darüber berichten.

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

Wasserstoff am Hamburger Airport und Hafen - Manfred Richey

In den Ausgaben Nr. 1 (November 2007) und Nr. 3 (17.12.2007) unseres Biowasserstoff-Magazins berichteten wir über Wasserstoffbusse in Hamburg. In der Ausgabe Nr. 4 (11.01.2008) folgte dann ein Bericht über das ZemShip in Hamburg. Heute folgt nun ein Beitrag über den Einsatz von Fahrzeugen mit Wasserstoff und Brennstoffzellen am Hamburger Airport und am Hamburger Hafen.

Der Flughafen Hamburg

Als fünftgrößter Airport in Deutschland ist der Hamburger Flughafen einer der am schnellsten wachsenden und modernsten in Europa. Dort arbeiten rund 14.000 Menschen, davon etwa 1.600 im Hamburg Airport-Konzern. Im Jahr 2007 wurde der Flughafen von 12,8 Mio. Passagieren genutzt. Bei einem stadtnahen Flughafen wie in Hamburg steht der Anspruch im Vordergrund, sich für Umweltschutz und die Erprobung alternativer Energien einzusetzen. Deshalb gibt es seit 1989 bei Hamburg Airport ein eigenes Umweltreferat. Die Umweltabteilung besteht aus elf Mitgliedern und ist zu Themen wie Gewässerschutz, Luftqualität und Vogelschlag kontinuierlich im Einsatz.

Als schadstoffarme Kraftstoffe werden bereits Erdgas und Flüssiggas eingesetzt. Um die Belastung für die Zukunft weiter deutlich zu reduzieren, soll Wasserstoff für den emissionsarmen Betrieb von Fahrzeugen bei den Bodenverkehrsdiensten verwendet werden. Im Rahmen eines Feldversuchs sollen dazu erste praxisrelevante Kenntnisse im alltäglichen Einsatz von Fahrzeugen mit Wasserstofftechnik erlangt werden. Dazu werden seit Ende 2006 zwei mit Wasserstoff angetriebene Brennstoffzellen-Gepäckschlepper des Typs R 07-25 von STILL sowie ein Lieferwagen der Marke Fiat Doblò mit Wasserstoff-Verbrennungstechnik eingesetzt.

Der Flughafen ist mit seinem in sich geschlossenen Verkehrssystem ein ideales Testgelände für beide Fahrzeugtypen. Alle versorgungsrelevanten Stationen, wie die Wasserstofftankstelle und die Werkstatt befinden sich in unmittelbarer Umgebung. Das kommt besonders dem Fiat Doblò entgegen, der im Wasserstoffbetrieb mit ca. 40 Kilometern eine begrenzte Reichweite im Vergleich zu herkömmlichen Straßenfahrzeugen hat. Des Weiteren gehören gerade am Flughafen Fahrabläufe, wie häufiges Anfahren und Abbremsen oder auch längere Nutzungs- und Standzeiten, die für ein Fahrzeug sehr belastend sind, zum Alltag. Das vergrößert die Aussagekraft des Versuches besonders im Bezug auf Belastbarkeit von Technik und Material. Wissenschaftlich begleitet wird das Projekt von Hamburger Hochschulen und der Wasserstoff-Gesellschaft Hamburg e.V.

Wasserstoff-Tankstelle

Wo Fahrzeuge mit Brennstoffzellen fahren sollen, da braucht man auch Wasserstofftankstellen.

Nach der ersten Wasserstofftankstelle Hamburgs auf dem HOCHBAHN-Betriebshof in Hummelsbüttel wurde im April 2007 die zweite Wasserstofftankstelle in Hamburg am Airport im Tanklagerbereich des Flughafens errichtet. Am 31. Mai 2007 wurde diese dann im Beisein des Senators für Stadtentwicklung und Umwelt, Axel Gedaschko, den Projektpartnern der KION Group mit der Still GmbH, Linde Gas und der Wasserstoffgesellschaft Hamburg e. V. von Claus-Dieter Wehr, Geschäftsführer des Airports, offiziell in Betrieb genommen.

Beide Tankstellen wurden von wurden von der Firma Linde entwickelt und gebaut. Die Wasserstofftankstelle der Hochbahn wird mit tiefkalt verflüssigtem Wasserstoff versorgt, der per Tankwagen angeliefert und in einem superisolierten Speichertank bei minus 253 Grad Celsius gelagert wird. (Weitere Details im Heft Nr. 4 vom 11.01.2008).

(Fortsetzung auf Seite 25)

(Fortsetzung von Seite 24)

Bei der Tankstelle am Airport sind alle Tankstellenkomponenten in einem drei Meter langen Container untergebracht. Der Wasserstoff wird von Linde in Gasflaschenbündeln angeliefert.

Der Betriebsdruck des Fiat Doblò liegt bei 200 bar, die beiden Wasserstoffschlepper benötigen einen Druck von 350 bar. Aus diesem Grund sind zwei getrennte Zapfsysteme vorhanden. Die Betankung erfolgt anhand eines Touchscreen-Monitors und dauert maximal sieben Minuten.

Oben: H2-Tankstelle. Bilder mit freundlicher Genehmigung von http://www.h2gate.com, Barbara Makowka

Oben: Tankstutzen, hier am Schlepper R 07-25 von STILL angeschlossen.
Bild: http://www.h2gate.com, Barbara Makowka

Daten der Wasserstofftankstelle

Maße: (L x B x H) 2990 x 2250 x 2438 mm
Gewicht: < 5000 kg
Elektrischer Anschluss: 3 x 400 V, 50 Hz, 63 A
Betankungszeit: 3 – 4 min (max. 7 min.)
Eingangsgsdruck: 15 bar (min.)
Umgebungsbedingungen: offen
Ablaufsteuerung: Siemens PLC
Betankungskupplung: WEH products (e.g. TK 15)
Datenprotokoll: Betankungszeit, Füllmenge, Durchflussmessung (optional)

Wasserstoff-Fahrzeuge am Hamburger Airport

Die Schlepper

Die Schlepper der Baureihe R 07-25 von STILL bieten sehr gute Voraussetzungen für eine Umrüstung auf den Wasserstoffantrieb. Die Brennstoffzelle nutzt das normalerweise von der Traktionsbatterie beanspruchte Volumen. Bei der Umstellung auf den zukunftsweisenden Antrieb gab es strenge Vorgaben für STILL. So sind keine leistungsmäßigen Einbußen oder funktionelle Einschränkungen durch Veränderung der Abmaße oder Bodenfreiheit zulässig. Auch die Bedienung sollte völlig analog zum Serienschlepper bleiben.

Mit der Brennstoffzelle wird die im Wasserstoff gespeicherte Energie durch einen elektrochemischen Prozess nutzbar gemacht. Wasserstoff und Luft werden zu Wasser umgesetzt, wobei elektri-

(Fortsetzung auf Seite 26)

(Fortsetzung von Seite 25)

sche Energie entsteht, die das Fahrzeug antreibt. Dieses Verfahren ist bis auf den zurückbleibenden Wasserdampf vollkommen abgasfrei.

Die beiden Schlepper werden überwiegend für den Gepäcktransport zu und von den Flugzeugen eingesetzt. Es gehören jedoch auch andere Transporte auf dem Vorfeld zu ihren Aufgaben.

Die Schlepper
STILL R 07-25
Bild: www.still.de

Daten der Schlepper

Gespeicherter Wasserstoff 3,9 kg
Speicherdruck 350 bar bei 15 °C
Max. Betankungsdruck 375 bar
Qualität mind. 5.0
Betankungsanschluss TN1 350 bar H2
Höhe des Schleppers 1,80 m
Gewicht 4,5 t
Leistung 20 kW
Geschwindigkeit 25 km/h

Bild mit freundlicher Genehmigung von www.still.de

Brennstoffzellen-Modul

Sämtliche Bauelemente dieses "mobilen Kraftwerks" inklusive den Tanks für den für die Reaktion benötigten Wasserstoff finden auf engstem Raum Platz und benötigen nicht mehr Platz als eine STILL-80V-Batterie. Da die Brennstoffzelle direkt elektrische Energie liefert, können die bewährten elektrischen Antriebssysteme von STILL übernommen werden.

UltraCaps dienen als Zwischenspeicher. So kann zusätzliche Energie z.B. beim Anfahren bereitgestellt, andererseits kann auch Bremsenergie zurückgewonnen und gespeichert werden. Weitere Informationen zu UltraCaps finden Sie auf Seite 28.

(Fortsetzung auf Seite 27)

(Fortsetzung von Seite 26)

Fiat Doblò

Zur Erforschung der Praxistauglichkeit eines mit Wasserstoff betriebenen Personenkraftwagens wird von den Projektpartnern gemeinsam ein Fiat Doblò am Flughafen eingesetzt. Der Minivan wurde von der Firma EDI Progetti in Pontera, Italien, auf einen bivalenten Antrieb umgerüstet und funktioniert sowohl nach dem Prinzip der Wasserstoff-, als auch der Benzinverbrennung. Die Auswahl des Antriebsmodus kann manuell getroffen werden. Allerdings schaltet der Fiat bei leerem Wasserstofftank automatisch auf Benzinbetrieb um. Der Fiat fährt mit Wasserstoffantrieb bis auf einen minimalen Ausstoß an Stickoxiden ebenso abgasfrei, wie die Schlepper. Zurzeit gibt es neben dem Fiat Doblò am Hamburg Airport nur noch ein weiteres Fahrzeug diesen Typs in Mailand.

Fiat Doblò an der H2-Tankstelle
Bild: http://www.h2gate.com, Barbara Makowka

Daten Fiat Doblò

Motor 4-Zylinder-, 4-Takt-, Saugmotor
Hubraum 1.596 cm3
Bohrung 80,5 mm
Hub 78,4 mm
Verdichtungswerk 10,5 : 1
Max. Leistung 70 kW/95 PS (Benzin)
(bei 5750 U/min) 36,7 kW/50 PS (Wasserstoff)
Max. Drehmoment 145 Nm (Benzin)
(bei 4000 U/min) 76 Nm (Wasserstoff)
Wasserstoff-Gastanks 3 x 38,6 l
Fülldruck 200 bar
Gesamtgewicht 1370 kg
Höchstgeschwindigkeit 165 km/h (Benzin)
130 km/h (Wasserstoff)
Reichweite ca. 40 km (reiner H2-Betrieb)

Der Hafen Hamburg

Umweltbewusste Wasserstoff-Technologie im Hamburger Hafen
Auszüge aus einer Pressemeldung vom 16.09.2008, Quelle: http://www.still.de

Die Hansestadt Hamburg nimmt bundesweit eine führende Rolle in der Anwendung und Nutzung der umweltfreundlichen Wasserstofftechnologie ein und fördert deren Weiterentwicklung. Zu den Wasserstoffbussen im Stadtverkehr, dem Brennstoffzellen-Fahrgastschiff ‚ZemShip' der Alster-Touristik GmbH und den Brennstoffzellen-Schleppern von STILL im Gepäckumschlag am Airport Hamburg kommt nun der Einsatz von Gabelstaplern mit Brennstoffzellenantrieb im Hamburger Hafen hinzu. Die Projektpartner HHLA Logistics, Linde Gas und STILL schlagen mit Unterstützung der Hansestadt Hamburg ein neues Kapitel auf.

Erstmalig übernehmen Gabelstapler mit Brennstoffzellenantrieb ein forderndes Einsatzfeld in der Intralogistik. Der Staatsrat der Hamburger Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Dr. Stephan H. Winters weiht daher heute einen STILL Brennstoffzellen-Stapler R 60-25 Fuel Cell und eine neue Wasserstoff-Tankstelle von Linde Gas bei HHLA Logistics offiziell ein (Bild links). Geplant ist der Praxistest für zwei Jahre.

Der Kontraktlogistik-Dienstleister HHLA Logistics, ein Tochterunternehmen der Hamburger Hafen und Logistik AG, setzt den Brennstoffzellenstapler im täglichen Lagerbetrieb ein. In der Testphase soll er-

(Fortsetzung auf Seite 28)

(Fortsetzung von Seite 27)

mittelt werden, welche Vorzüge die alternative Antriebstechnik im Hinblick auf Leistungsfähigkeit, Energieeffizienz, Handhabung und Wartung bieten kann. Fallen die Beurteilungen positiv aus, könnte die Staplerflotte mit rund 100, überwiegend elektrisch betriebenen Fahrzeugen künftig mit Brennstoffzellenstaplern ergänzt werden.

Der Hamburger Intralogistiker und Gabelstaplerbauer STILL unterstützt Hamburg als führende Wasserstoffstadt mit Wasserstofftechnologie im Bereich der Intralogistik. STILL hat in verschiedenen Projekten bereits einen großen Erfahrungsschatz gesammelt und verfügt inzwischen europaweit über die größte Flurförderzeugflotte mit Brennstoffzellenantrieb. Dazu gehören Gabel- und Schubmaststapler, Vertikalkommissionierer sowie Schlepper.

Prinzipiell sind die von STILL eingesetzten Systeme alle gleich aufgebaut. Sie sind Hybridsysteme und bestehen im Einzelnen aus dem eigentlichen Brennstoffzellen-Stapel (Leistung zum Beispiel drei mal sechs Kilowatt), einem elektrischen Zwischenspeicher, der beim Bremsen Energie speichert und sie beim Beschleunigen wieder abgibt, den Gastanks für Wasserstoff (geladen mit 350 bar Druck und mit einem Inhalt von 2,5 Kilogramm Wasserstoff), einem Kühler und einem Kompressor sowie einem Zusatzgewicht, das den Unterschied zur schwereren Batterie ausgleicht. Zwischenspeicher sind je nach Einsatzbedingungen Hochleistungskondensatoren oder schnell ladbare bzw entladbare Batteriesysteme (derzeitiger Partner Hoppecke). Je nach Leistungsbereich werden BZ-Systeme im Bereich zwischen 5 und 10 KW verwendet. Die Brennstoffzellen werden von Hydrogenics und Nuvera geliefert.

Bild links:
Brennstoffzellen-Stapler R 60-25 Fuel Cell im Hamburger Hafen. Quelle: www.still.de

Fazit

Wie in NRW geht es auch in Hamburg. Voran mit neuen umweltfreundlichen und zukunftsträchtigen Technologien: Brennstoffzellen und Wasserstoff. Ein sehr guter Anfang.

Noch muss der Wasserstoff mit Transportfahrzeugen tiefgekühlt oder in Druck-Gasflaschen angeliefert werden. Wenn dann - nach positivem Abschluss der Testphase - immer mehr Fahrzeuge mit Brennstoffzellen und Wasserstoff zum Einsatz kommen, dann wird das zu aufwendig. Hier könnte der Bau einer Biowasserstoffanlage in der Nähe der Tankstellen Abhilfe schaffen, die aus nachwachsenden Rohstoffen aus dem Umfeld Biowasserstoff erzeugt. Dieser kann über Gasleitungen direkt zu den Tankstellen und gleich auch noch zu vielen Gebäuden geleitet werden, in denen dann mit Brennstoffzellen Strom und Wärme bzw. im Sommer auch Kühlung erzeugt werden kann.

Wir werden den weiteren Verlauf beobachten und darüber berichten.

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

Wasserstoffspeicher - Wasserstoff in der Röhre - Manfred Richey

Wasserstoffspeicher für mobile Anwendungen

Über Wasserstoffspeicher für mobile Anwendungen haben wir bereits in der 9. Ausgabe vom 16. August 2008 berichtet. Dort war auch das Thema ‚Wasser in die Murmel' vertreten, welches die Forschung am „Austrian Research Centers GmbH" (kurz ARC) in Österreich beschrieb, wo man Wasserstoff in winzigen Glaskugeln unter hohem Druck (600 bis 1000 bar) speichern will. Nun ist man auch in der Schweiz dabei, die Speicherung von Wasserstoff in Glasröhren zu erforschen.

Wasserstoff in der Röhre

Ein neues Konzept für die Speicherung von Wasserstoff, besonders für mobile Anwendungen, verfolgt die in der Schweiz ansässige Firma C.En Ltd. Der Kerngedanke besteht darin, Wasserstoff unter hohem Druck in Glaskapillaren zu speichern und diese nach Bedarf zu öffnen. Glas ist sehr viel leichter als Stahl oder andere Metalle, und je kleiner die Kapillaren sind, desto fester werden sie auch. Eine einzelne Kapillare kann zwar nicht viel Gas speichern, aber man kann sie zu Bündeln zusammenfassen.

Das Unternehmen gibt an, die Speicherziele des amerikanischen DoE für 2010 hinsichtlich der volumetrischen Kapazität schon erreicht, hinsichtlich der gravimetrischen sogar deutlich übertroffen zu haben und in diesem Punkt schon beinahe das für 2015 angepeilte Niveau erreicht zu haben. Derzeit befindet sich das Verfahren allerdings noch im Laborstadium. Unabhängige Untersuchungen dazu werden derzeit in Berlin an der Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (BAM) durchgeführt. Von dort wurde mitgeteilt, man habe bei Versuchen unter 400 bar eine gewichtsbezogene Speicherkapazität von 33 % festgestellt. Damit seien die Grenzen des Verfahrens aber noch lange nicht erreicht.

Sollten sich die Erwartungen bestätigen, ist die Entwicklung von Kapillarpatronen geplant. Jede davon soll ein Volumen von 32 l haben und 6 kg wiegen, wovon 1,4 kg auf Wasserstoff unter 1200 bar entfallen würden. Eine Anordnung solcher Patronen mit einem Gesamtvolumen von 160 l würde in einen Tank von 30 kg Gewicht passen, wovon 7 kg auf Wasserstoff entfallen würden; diese Menge reicht, um ein Auto 500 km weit zu bringen. Das Konzept lässt sich aber nicht nur auf Fahrzeuge anwenden, sondern auch auf tragbare Elektronik und Anwendungen aller Art.

Quelle: http://www.dwv-info.de/aktuelles/wss2009/wss0901.pdf

Fazit

Es tut sich also auch etwas auf dem Sektor „Wasserstoffspeicherung für mobile Anwendungen". Vielleicht können wir ja bald mit modernen Autos fahren, ausgerüstet mit Brennstoffzellen und SuperCaps, die die beim Verzögern und Bremsen entstehende Energie speichern und so wieder nutzbar machen. Die restliche Energie kommt aus dem Wasserstofftank, der entweder als Modul komplett gewechselt oder einfach nachgefüllt werden kann, wenn er leer ist Ein Zweittank dienst als Reserve.

Mehr zu SuperCaps/UltraCaps - die eigentlich Doppelschichtkondensatoren (DSK) sind, finden Sie auf den folgenden Seiten.

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

DSK/SuperCaps/UltraCaps - Manfred Richey *(Aktualisiert 16.11.2009)*

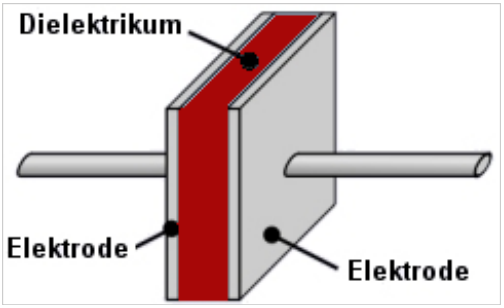
Begriffe

DSK steht für ‚DoppelSchicht-Kondensatoren', die im allgemeinen Sprachgebrauch auch als UltraCaps oder SuperCaps bezeichnet werden.

UltraCap/SuperCap -> Cap steht für (englisch) Capacitor, deutsch: Kondensator, SuperCap könnte man also als Superkondensator übersetzen. Ultra bzw. Super soll die Besonderheit dieser Kondensatoren, die über die größte Energiedichte verfügen, herausstellen.

Ihre hohe Kapazität basiert auf der Dissoziation von Ionen in einem flüssigen Elektrolyt, die ein Dielektrikum von wenigen Atomlagen bilden, und einer großen Elektrodenoberfläche. Es sind, wie Elektrolytkondensatoren, gepolte Bauelemente – also Spannungsabhängig (+ und -). Es handelt sich aber *nicht* um Elektrolytkondensatoren.

Kondensatoren



Prinzipaufbau eines Kondensators

Ein Kondensator (von lateinisch condensare, deutsch „verdichten") ist ein passives elektrisches Bauelement mit der Fähigkeit, elektrische Ladung und damit zusammenhängend Energie zu speichern. Er besteht aus zwei elektrisch leitenden Flächen in meist geringem Abstand, den Elektroden. Dazwischen befindet sich immer ein Bereich mit isolierender Eigenschaft, ein Dielektrikum. Die einfachste Bauform des Kondensators besteht aus zwei glatten, parallelen Platten mit elektrischen Anschlüssen.

Es gibt unterschiedliche Ausführungen, wie Keramikkondensatoren, Elektrolytkondensatoren, Folien- und Papierkondensatoren. Kondensatoren werden in unterschiedlichen Bauformen hergestellt, z.B. als Platten-, Zylinder- und Kugelkondensator.

Kondensatoren werden in vielen Bereichen der Elektronik verwendet, unter anderem zum Glätten von Spannungen, zum Speichern (Puffern) von Strömen, zum Koppeln von Frequenzen im Nieder- bis Hochfrequenzbereich usw. Je nach Einsatzgebiet werden dafür Kondensatoren im Bereich von wenigen Picofarad bis zu einigen hundert Mikrofarad verwendet. Die Größenbezeichnung für Kondensatoren ist ‚Farad' (F). Als kleinere Untereinheiten sind Picofarad (pF; 10^{-12}), Nanofarad (nF; 10^{-9}) und Mikrofarad (µF; 10^{-6}) gebräuchlich.

Erst in neuerer Zeit, als der Bedarf für Speicherkondenstoren größer wurde, wurden auch Kondensatoren mit hoher und sehr hoher Kapazität im Bereich von einigen zehn bis mehreren tausend Farad (F) entwickelt und auf den Markt gebracht. Wegen dieser Besonderheiten werden sie als UltraCaps bzw. SuperCaps bezeichnet, oder auch ‚Boostcaps' (Firma Maxwell) genannt.

Als Speicher in elektrischen Systemen können Akkus und/oder ‚SuperCaps' (auch UltraCaps genannt) verwendet werden, also Hochleistungskondensatoren. Im Gegensatz zu Akkus, die eine (sehr) begrenzte Lebensdauer haben, ist die Lebensdauer von SuperCaps nahezu unbegrenzt - die Zyklenzahl liegt bei bis zu zwei Millionen. Anders als bei Akkus kommen hier keine chemischen Vorgänge zum Einsatz, sondern rein physikalische. Daher gibt es auch keine Abnutzungserscheinungen, wie man sie von herkömmlichen Akkus kennt. UltraCaps können Bremsenergie speichern (Rückgewinnung bei Verzögerungen und Bremsvorgängen, auch Rekuperation genannt) und diese dann z.B. beim Anfahren oder hohem Lastbedarf zusätzlich abgeben.

(Fortsetzung auf Seite 31)

(Fortsetzung von Seite 30)

Beispiel 1: Boostcaps von Maxwell. Bild: Wikipedia.org, Quelle: Maxwell Technologies, freie Verwendung unter der GNU-Lizenz für freie Dokumentation

Beispiel 2: Supercaps von WIMA. Bild: www.wima.de

Doppelschichtkondensatoren sind für eine Spannung von 2,5 bis 2,7 V ausgelegt. Für höhere Spannungen werden mehrere Kondensatoren in Reihe (hintereinander) geschaltet. Um höhere Kapazitäten zu erreichen, können mehrere Kondensatoren parallel geschaltet werden. Höhere Spannungen *und* höhere Kapazitäten werden dann durch Reihen- und Parallelschaltung vieler Kondensatoren erreicht.

Vergleich SuperCap/Ultracap (DSK) mit Sekundärzelle (Akku)

	Super-/Ultracas (DSK)	**Sekundärzelle (Akku)**
Wirkungsweise	elektrostatisch	elektrochemisch
Vorteile	lange Lebensdauer, kurze Ladezeit, > 500000 Lade- / Entladezyklen, Umweltfreundlich (Elektrolyt an Aktivkohle gebunden), hohe Entladeströme möglich - 400 A oder mehr, große Leistungsdichte, kein Memory Effekt, Tiefentladungsfest, Aufladung auch bei Kleinstströmen, rel. geringe Masse	hohe Energiedichte, geringe Selbstentladung, Produkt ist eingeführt, Stand der Technik
Nachteile	geringe Energiedichte, vorhandene Selbstentladung, Spannungsreduktion beim Entladen	lange Ladezeiten, kurze Lebensdauer, ca. 1000 Lade / Entladezyklen, wartungsintensiv, hoher Recyclingaufwand, Memory Effekt, Überdimensionierung je nach Anwendung erforderlich (Starter Batterie => hohe Ströme), hohe Masse

Vorteile von SuperCaps im Vergleich zu anderen Energiespeicher-Lösungen

SuperCaps werden im Allgemeinen zur Spannungsstützung, zur schnellen Bereitstellung elektrischer Energie, z.B. zur Deckung von Leistungsspitzenbedarf, oder zur Schonung von Akkus eingesetzt.

(Fortsetzung auf Seite 32)

(Fortsetzung von Seite 31)

Werden SuperCaps zusammen mit Akkus eingesetzt, dann können kleinere Akkus verwendet werden, da der Kondensator die Stromspitzen abfedert.

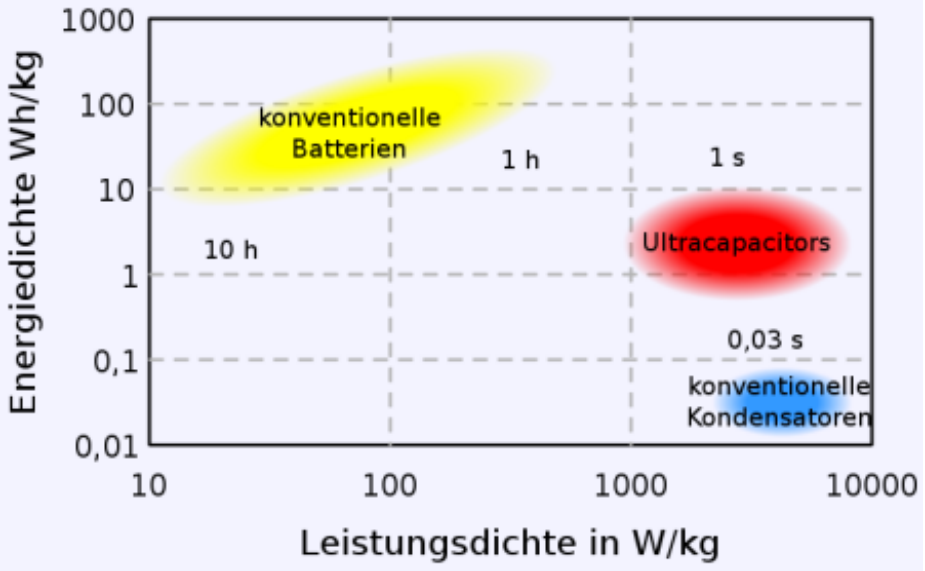


Bild: Wikipedia.org, Herbertweidner, Verwendung unter der GNU-Lizenz für freie Dokumentation.

Vergleich Energiedichte / Leistungsdichte von konventionellen Batterien, Ultracaps (SuperCaps/DSK) und konventionellen Kondensatoren.

Die typische Anwendung für SuperCaps ist die schnelle Bereitstellung von mehreren 100 A bis 1000 A im Gleichstrombereich, wobei kurzzeitige Spitzenströme bis 5000 A möglich sind. Beim Einsatz in Fahrzeugen mit Rekuperation (Rückgewinnung von Energie beim Verzögern/Bremsen) können SuperCaps sehr schnell große Ströme aufnehmen und speichern.

Der SuperCap vereint somit die Vorteile des Kondensators als schneller Stromlieferant mit dem des Akkus als nennenswertem Energiespeicher. Im Gegensatz zur Energiespeicherung in einem Akku ist die Ladespannung ein Maß für den Energieinhalt. Plötzliche Spannungszusammenbrüche kommen daher bei einem SuperCap nicht vor.

Weitere Vorteile im Vergleich zu herkömmlichen Akkulösungen sind die Wartungsfreiheit und das verhältnismäßig niedrige Gewicht. Somit sind SuperCaps für eine Verwendung in isolierten Systemen, z.B. in unzugänglichen Gebieten, geradezu prädestiniert, zumal sie auch gegen hohe Temperaturschwankungen resistent sind.

Bei sachgerechter Anwendung erreichen SuperCaps eine Lebensdauer von mehr als 10 Jahren und verkraften problemlos über 500 000 Lade-/Entladezyklen, wobei der Wirkungsgrad deutlich über 90 % liegt. Die Gefahr einer Zerstörung durch Tiefentladung - wie bei anderen Speichermedien - ist beim SuperCap ausgeschlossen.

(Fortsetzung auf Seite 33)

(Fortsetzung von Seite 32)

	SuperCap											
	single cells with cylindrical metal case		series connected modules, actively balanced				single cells with rectangular metal case			series connected modules, passively or actively balanced		
	SuperCap C		SuperCap MC				SuperCap R			SuperCap MR		
Dielectric	Electric Double Layer		Electric Double Layer				Electric Double Layer			Electric Double Layer		
Rated current	30A to 1000A		400A	540A	400A		30A to 800A			50A	100A	800A
Pulse current	up to 5000A		up to 1400A	up to 2400A	up to 1400A		up to 3000A			up to 400A	up to 800A	up to 3000A
Operating temp. - range	-30°C to +65°C		-30°C to +65°C				-30°C to +65°C			-30°C to +65°C		
Maximal energy: at ±20°C	up to 30000 J		11 kJ	20 kJ	22 kJ		up to 10000 J			3 kJ	11.5kJ	70 kJ
Voltage range VDC	2.5		14	14	28		2.5			5	14	16
Capaci-tances												
110 F		55 F				100 F			100 F			
200 F		110 F				200 F			450 F			
600 F		200 F				300 F						
1200 F						400 F						
						600 F						
						3000 F						
Capacitance tolerance	±20%		±20%				±20%			±20%		
	SuperCap C		SuperCap MC				SuperCap R			SuperCap MR		

New values and ranges.

Die Tabelle zeigt eine beispielhafte Übersicht verschiedener SuperCap-Typen der Firma WIMA.
Mit freundlicher Genehmigung von www.wima.de

Maße und Gewichte

WIMA nennt für einen SuperCap R (rechteckiges Gehäuse) mit 3000 F und 2,5 V folgende Maße: 140 (164) x 80 x 40 mm, wobei Klammerwert das Gesamtmaß mit Anschlusskontakten angibt. Das Gewicht beträgt 615 g.

Ein SuperCap C (zylindrisches Gehäuse) mit 1200 F bei 2,5 V wird mit 101 mm (H) x 50 mm (Ø) angegeben. Das Gewicht beträgt 235 g.

Beispielhafte Daten von SuperCaps

Auf eine Darstellung und Beschreibung weiterer Details muss hier aus Platzgründen verzichtet wer-

Solarer ‚Nicht-Biowasserstoff' - - Manfred Richey

Wasserstoff aus Sonnenlicht und Kunststoff

Im Heft Nr. 12 vom 16. Februar 2009 haben wir über Solaren 'Nicht-Biowasserstoff' berichtet.

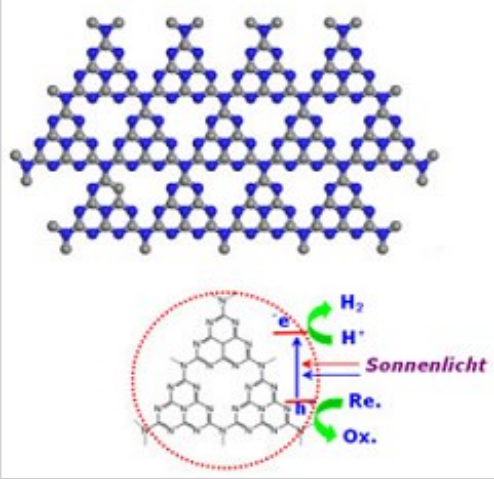
Heute geht es erneut um die Erzeugung von Wasserstoff mit Sonnenlicht. Eine Veröffentlichung der Max Planck Gesellschaft zeigt die Möglichkeiten auf. Wir drucken diesen Inhalt hier mit freundlicher Genehmigung des www.mpg.de ab.

Presseinformation - C / 2009 (7) vom 20. Januar 2009

Wasserspalter mit Doppelrolle

Mit Sonnenlicht und einem altbekannten Kunststoff lässt sich aus Wasser Wasserstoff produzieren

Wasserstoff ist ein Hoffnungsträger, der Probleme macht. Er ist energiereich, sauber und, in seiner Verbindung mit Wasser, quasi unbegrenzt verfügbar. Bislang aber ist schwer an ihn heranzukommen: Wissenschaftler am Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung haben jetzt einen Weg gefunden, auf dem sich Wasserstoff einfach und kostengünstig herstellen lässt. Sie gewinnen den Energieträger aus Wasser, indem sie es mit Sonnenlicht bestrahlen und dabei Kohlenstoffnitrid als preiswerten Photokatalysator einsetzen. Bislang waren für solche Reaktion immer anorganische Halbleiter in Kombination mit teuren Edelmetallen wie Platin nötig.
(Nature Materials, Januar 2009)



Links:

Das Kohlenstoffnitrid sorgt dafür, dass sich Wasserstoff bildet, wenn Wasser mit Sonnenlicht bestrahlt wird. Bild: Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung

Wasserstoff wird als der Energieträger der Zukunft angesehen. In einem Kilogramm Wasserstoff steckt etwa dreimal soviel Energie wie in einem Kilogramm Erdöl. Zudem entstehen keine Schadstoffe, sondern ausschließlich Wasser, wenn man beispielsweise in Brennstoffzellen Energie aus ihm gewinnt. Wasserstoff kommt auf der Erde jedoch nur in Form von Verbindungen, wie eben Wasser, vor. Um mit ihm Energie zu erzeugen, braucht man Wasserstoff in seiner reinen Form - und zwar bestenfalls mit regenerativen Energiequellen wie etwa Sonnenlicht produziert.

Wissenschaftlern am Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung ist jetzt ein Schritt in diese Richtung gelungen - und zwar ausgerechnet mit einem der ältesten künstlichen Polymere, das Chemiker kennen. Sie haben ein Kohlenstoffnitrid, das Justus Liebig schon 1834 erstmals herstellte und Melon nannte, genutzt, um Wasserstoff aus Wasser mit Hilfe des Sonnenlichtes zu er-

(Fortsetzung auf Seite 35)

(Fortsetzung von Seite 34)

zeugen. "Das Besondere an Kohlenstoffnitrid ist, dass es in Wasser selbst bei extrem sauren und basischen Bedingungen stabil ist. Außerdem kann es sehr einfach und kostengünstig hergestellt werden", erklärt Xinchen Wang, dessen Arbeitsgruppe die Experimente in Zusammenarbeit mit der Universität Tokio und der Fuzhou Universität in China vorgenommen hat.

Das Kohlenstoffnitrid nutzt das Sonnenlicht, um Wasserstoff aus dem Wasser herauszulösen. Eine Substanz, die Chemiker als Opferreagenz bezeichnen, nimmt dabei den Sauerstoff des Wassers auf. Der Clou: Die Potsdamer Chemiker können auf Edelmetalle wie etwa Platin verzichten. In herkömmlichen Prozessen sind diese - neben einem Halbleiter als Antenne für das Sonnenlicht - nötig, um die Wasserstoffproduktion zu katalysieren. Das Kohlenstoffnitrid erledigt nun beide Aufgaben zugleich, und das als besonders stabiler organischer Halbleiter, der sich einfacher herstellen lässt als die üblicherweise verwendeten anorganischen Stoffe.

Aus dem Reaktionsgefäß der Potsdamer Forscher sprudelten allerdings pro Stunde nur vier Mikromol Wasserstoff. "Unsere Ausbeute ist damit zwar nicht so hoch wie in den etablierten Verfahren", sagt Xinchen Wang: "Aber wir haben gezeigt, dass sich Wasserstoff prinzipiell nur mit einer einzigen organischen Substanz als Hilfsmittel herstellen lässt." Wenn die Forscher die üblichen Mengen Platin als Katalysator zusetzten, stieg die Ausbeute deutlich - und zwar um das siebenfache. Damit ist zu den existierenden Verfahren jedoch nicht viel gewonnen, da diese mit ähnlichen Mengen von Edelmetallen als Katalysatoren arbeiten. Deshalb versuchen Wang und seine Mitarbeiter nun, die Effizienz des Kohlenstoffnitrids zu steigern, indem sie dessen aktive Oberfläche vergrößern.

"Für technische Anwendungen wäre es optimal, wenn wir Wasser in einem Schritt in Wasserstoff und elementaren Sauerstoff zerlegen könnten", erklärt Wang. Dann kämen die Chemiker ohne Opferreagenz aus, das bislang den Sauerstoff aufnimmt. Das hieße aber, sie müssten den Sauerstoff oxidieren, wie es Pflanzen in der Photosynthese können. Auch das sollte mit Kohlenstoffnitrid als einzigem Hilfsmittel möglich sein, wie Berechnungen der Forscher ergeben haben. In Experimenten brauchen sie dafür bislang aber noch einen zusätzlichen Katalysator.

Nun arbeiten die Wissenschaftler um Wang daran, die Produktion von Wasserstoff und Sauerstoff in einem geeigneten Aufbau zu kombinieren. Gelingt ihnen dies, ist die Wasserspaltung perfekt und Wasserstoff seiner Rolle als wichtiger Energieträger der Zukunft ein Stück näher.

[PH/NV]

Die Original-Pressemitteilung des MPG mit Kontaktangaben finden Sie unter:
http://www.mpg.de/bilderBerichteDokumente/dokumentation/pressemitteilungen/2009/pressemitteilung20090120/index.html

Die tun was - Manfred Richey

Hamburg und NRW besonders aktiv bei zukunftsträchtigen Technologien

NRW, Herten, Emschergenossenschaft

Mit dem Blauen Turm in Herten (Beitrag in dieser Ausgabe), der Blauen Straße (Hydrogen Hyway - Beitrag in dieser Ausgabe) und weiteren Projekte wie Brennstoffzellen-Batterie Hybrid-Gelenkbus mit 18 m Länge, aber auch mit Infrastrukturmaßnahmen, wie dem Wasserstoff-Kompetenz-Zentrum H2Herten und Wasserstoff aus Klärschlamm (Emschergenossenschaft - Beitrag in Ausgabe Nr. 12) ist NRW ganz vorn mit dabei in der Liga der Regionen mit modernsten Zukunftsenergien und -konzepten.

Wir werden in den nächsten Ausgaben über weitere Projekte aus NRW berichten, aber auch den weiteren Verlauf des Blauen Turms und der Blauen Straße verfolgen.

Hamburg

In Hamburg wird die emissionsfreie Mobilität ganz groß geschrieben und gefördert. Mit dem HyFLEET:CUTE-Projekt ist Hamburg an der Spitze beim Einsatz von modernen und umweltfreundlichen Bussen mit Brennstoffzellen und Wasserstoff: In Hamburg fährt die weltweit größte Flotte an Brennstoffzellenbussen (http://h2gate.de/h2gate/de/projekte/cute.php). Beiträge über Wasserstoffbusse in Hamburg brachten wir in den Ausgaben Nr. 1 und 2.

Das ZemShip „Alsterwasser“ (Bericht in Ausgabe Nr. 4) mit Brennstoffzellen und Wasserstoff befördert Passagiere auf Hamburgs Gewässern. Am Hamburg Airport fahren Schlepper und ein Fiat Doblò Minivan mit BZ und H2 und im Hamburger Hafen werden Gabelstapler mit modernen Brennstoffzellentechnologie und Wasserstoff eingesetzt (Berichte in dieser Ausgabe). Von H2Yacht gibt es Tuckboote, die mit Brennstoffzellen und Wasserstoff ausgestattet sind und so nicht nur geräuschlos sondern auch emissionsfrei fahren. Ein Bericht darüber folgt in einer der nächsten Ausgaben.

Fazit

Ist Deutschland also auf bestem Wege in eine moderne und umweltfreundliche Zukunft?
Leider noch nicht - oder muss man sagen: noch nicht überall?

Hoffnung

Die Aktivitäten in NRW und Hamburg - und natürlich auch weitere Aktivitäten in Deutschland, die mit der Einführung von Brennstoffzellen und Wasserstoff als umweltfreundliche Zukunftsenergie zu tun haben - lassen hoffen, dass Deutschland den Einstieg in die moderne Zeit schafft.

Auch die tun was

Da gibt es urgewald (http://www.urgewald.de/) und .ausgestrahlt (http://www.ausgestrahlt.de/). Auch die tun was: Gegen einen Ausstieg aus dem Atomausstieg, gegen den Bau des Atomkraftwerks Belene in Bulgarien unter Beteiligung von RWE und gegen Mogelpackungen bei Angeboten umweltfreundlichen Stroms. So wird z.B. dargestellt, dass in dem RWE-Angebot "ProKlimaStrom" zu zwei Dritteln Atomstrom steckt, der keineswegs klimafreundlich ist. Gegen eine Satire von urgewald und .ausgestrahlt geht die RWE-Agentur jetzt massiv vor. Mehr dazu auf der letzten Seite.

Mit dem Neubau von Atomkraftwerken und auch mit Laufzeitverlängerungen werden neue, unüberschaubare und unkalkulierbare Risiken und Kosten (Unfälle, Sabotage, Anschläge, Endlagerung der ‚strahlenden Abfälle‘ ...) für alle Menschen in einem sehr großen Umfeld geschaffen und zudem die schnelle Ausbreitung erneuerbarer und wirklich sauberer Energien verzögert.

Biowasserstoff, dezentral aus Biomasse erzeugt ist die bessere Zukunft!

Bis es soweit ist, helfen Solarstrom und Windenergie - beides regional vor Ort erzeugt - die Zeit zu überbrücken. **Neue Atomkraftwerke und Laufzeitverlängerungen alter AKW brauchen wir nicht!**

Schafft Deutschland noch den Anschluss an die Einführung der Wasserstofftechnologie?

Impressum
Herausgeber/Verantwortlich
Manfred Richey
Im Wasserfall 2
D-72622 Nürtingen
Telefon: 07022 - 46210
Web: 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 1 bis 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.

Hoffnung und Betroffenheit

Hoffnung
Wie unter ‚Die tun was' aufgeführt, machen uns die Aktivitäten in NRW und Hamburg - und natürlich auch weitere Aktivitäten in Deutschland, die mit der Einführung von Brennstoffzellen und Wasserstoff als umweltfreundliche Zukunftsenergie zu tun haben - Hoffnung, dass Deutschland den Einstieg in die moderne Zeit schafft.

Betroffenheit
Betroffen sind wir dagegen von anderen Aktivitäten der Ewiggestrigen, die weiter auf Atomenergie setzen und diese gar als umweltfreundliche Energie anbieten - wie das Beispiel RWE zeigt. Gegen eine Satire von urgewald und .ausgestrahlt geht die RWE-Agentur massiv vor. RWE will 1,5 Milliarden Euro in den Bau des Atomkraftwerks Belene in Bulgarien investieren. Das Projekt wurde zu Sowjetzeiten geplant und nach der Wende verworfen. Es liegt in einer Region, in der **regelmäßig starke Erdbeben** stattfinden, weshalb Umweltschützer es für eines der **gefährlichsten** derzeit in Europa geplanten **Atomprojekte** halten. (Mehr dazu: www.biowasserstoff-magazin.de/hintergruende_rwe.htm).

Mit aller Gewalt, gegen jede Vernunft - was soll das? Wollen die RWE-Manager das schnelle Geld machen? Ein AKW in Bulgarien, billige Arbeitskräfte dort, billiger Strom von dort, zusätzlich Durchleitungsgebühren und dann in Deutschland den Strom teuer verkaufen?

Und wenn es schief geht, trägt die Allgemeinheit die Kosten. Das Risiko trägt die Allgemeinheit sowieso! Gewinnstreben unter Ausklammerung aller Risiken darf nicht Vorrang haben vor dem Schutz der Menschen und der Umwelt!

Gerade jetzt, in Zeiten der globalen Finanz- und Wirtschaftskrise wäre es an der Zeit, sich endgültig von den alten Energien wie Atom- und Kohlekraftwerken zu verabschieden und mit dem Einstieg in erneuerbare, saubere Energien *die* Arbeitsplätze der Zukunft zu schaffen.

In den USA (und nicht nur dort!) haben die Autohersteller zu lange an der Produktion großvolumiger und spritfressender Autos festgehalten - bis der Markt zusammengebrochen ist. Jetzt kommt der große Katzenjammer und der Staat soll es mit Milliarden ‚richten'.

Dasselbe kann (wird!) auf dem Energiesektor passieren, wenn wir weiter an den veralteten Technologien wie AKW und Kohlekraft festhalten. Über immer weiter steigende Umweltabgaben, CO2-Steuer usw. zahlen die Verbraucher dann die Zeche.

Biowasserstoff, dezentral aus Biomasse erzeugt ist die bessere Zukunft! Neue Arbeitsplätze entstehen vor Ort und die Gewinne bleiben auch in den Regionen. Bis es soweit ist, helfen Solarstrom und Windenergie - beides regional vor Ort erzeugt - die Zeit zu überbrücken.

Nürtingen, im April 2009 - Manfred Richey

Verbrauchermacht kann Berge versetzen. Wir sind die Verbraucher – nutzen wir unsere Macht!