Biowasserstoff-Magazin

Energie für neues Denken

15. Ausgabe • 15. August 2009

Aktualisiert 15. April 2012

Themen in dieser Ausgabe:

- Spuk unterm Riesen(geschäfts-)rad - Im Himmel ist Jahrmarkt
- DESERTEC 2 - Deutschland, wir haben ein Problem
- Stack-Komponenten für Brennstoffzellen
- Wasserstoff-LKW
- Wasserstoffbusse VI
- Wasserstoffbusse VIa - Proton 12 m City-Bus in Prag *(Ergänzt 15.04.12)*
- Proton Brennstoffzellensystem PM Basic A 50
- Brennstoffzellenbus im Miniformat
- Antares DLR-H2 - Motorsegler mit Brennstoffzellen
- Hybridisierung von Brennstoffzellenantrieben
- SOFC an Bord - Wärtsilä und Wallenius Line
- H2Yacht Brennstoffzellen-Boote
- Die tun was - Wasserstoff-Wankelmotor
- Weltwirtschaft: Verpflichtung - Goldrausch - Ökonom - Moral
- Wir haben die Wahl - am 27. September 2009

Impressum: Seite 52

Bio-Wasserstoff *ist aus Biomasse herstellbar und* ***billig****! Die* ***Energieausbeute*** *beträgt* ***87-99 %!***

Warum es ihn noch nicht gibt? Fragen Sie das die Politiker und Verantwortlichen der Energiekonzerne!

Spuk unterm Riesen(geschäfts)rad - Torsten Pörschke

Im Himmel ist Jahrmarkt, die Sterne fahren Achterbahn

Bild 1
Quellenhinweis
am Ende des Artikels

Es ist an der Zeit, sich mit den nüchternen Fakten einer Energiewirtschaft auf Grundlage erneuerbarer Energien in Deutschland auseinander zu setzen und die bisherigen Systeme der Energieversorger kritisch zu hinterfragen. Das Solarstrommagazin "Photon" hat in seiner Ausgabe vom Juni 2009 einen Einblick in die Gedankenwelt der Solar- und Windkraftbranche gegeben. Obwohl es bei den Überlegungen wieder nur um die Bereitstellung von Strom ging (**wo bleiben eigentlich Wärme und Mobilität?**), fanden wir den Artikel so interessant, dass wir dieses dankbare Thema aufgreifen wollen. Langsam dämmert es den Protagonisten der Photovoltaikplatten und Windmühlen, dass an einem funktionierenden Gesamtsystem zur Stromerzeugung kein Weg vorbeiführen wird.

Das Institut für Solare Energieversorgungstechnik ISET e.V. in Kassel hatte mit 13 weiteren Partnern aus der Industrie ein Modell für ein "Kombikraftwerk", ein Verbundsystem von 20 Solarstromanlagen (5,5 MW), 3 Windparks (12,6 MW) und 4 Biogasanlagen (4 MW) entwickelt und das alles letztes Jahr mit viel Presse-Tam-Tam sogar unserer Bundeskanzlerin vorgestellt. Die Spitzenleistung aller Anlagen betrug 22,1 MW, gesteuert von einem zentralen ISET- Rechner. Am Stromnetz hingen je nach Witterungsbedingungen 2,73 bis 6,47 MW Leistung (Leistungsband des "Kombikraftwerkes"). Beweisen wollte man, dass durch die gemeinsame Steuerung aller Anlagen 1/10.000 des gesamten Stromverbrauchs in Deutschland ohne die Einbindung von Kohle- und Kernkraftwerken erzeugt werden kann. Um das Verbundsystem stabil halten zu können, musste auf Grund der fluktuierenden Einspeisung

(Fortsetzung auf Seite 2)

(Fortsetzung von Seite 1)

durch Wind und Sonne auf Speicher (virtuell als Simulation nur im Rechner!) zurückgegriffen werden. Dazu stellte man die Leistung von 1 MW in Form eines Pumpspeicherkraftwerkes für überschüssigen Solar- und Windstrom bereit, während die Biogasanlagen in diesen Zeiten ihr Methangas nach Aufbereitung in das Erdgasnetz einspeisen sollten. Um den Drahtseilakt möglich zu machen, durfte das "Kombikraftwerk" weiterhin eigenen Strom ins Ausland exportieren bzw. fremden Strom in der gleichen Menge wieder importieren. Die Solarstromanlagen und Windparks waren ständig am Netz. Reichte die Energiemenge nicht aus, wurde zunächst das Pumpspeicherkraftwerk zugeschaltet, danach die Gasmotoren der Biogaskraftwerke. Die Kosten für den Strom dieses Gebildes bezifferte man auf 13 Cent/kWh (**Achtung, das sind Kosten und keine Preise!!!**). Beteiligte des Projektes tönten danach, sie hätten bewiesen, dass die Totschlag-Argumente für Erneuerbare Energien damit aus der Welt seien. Das Modell wäre entwicklungsfähig und könne eines schönen Tages unser gesamtes Land mit Ökostrom versorgen. Wir waren wie geplättet, um es mal ganz ehrlich zu sagen.

Das Ökostrom-Zirkusbühnenbild sieht zwar von vorn ganz manierlich aus, aber hinter den Kulissen erwartet uns das blanke Entsetzen. Zunächst stellen wir mal fest, dass die innerhalb eines Jahres mit dem "Kombikraftwerk" erzeugten 50 GWh im Verhältnis zu den tatsächlich in Deutschland verbrauchten 560.000 GWh stehen. Wo bleiben eigentlich die unvermeidlichen Netzverluste? Für Werbezwecke wurde also die Zahl 1/10.000 "erfunden". Weiterhin konstatieren wir, dass die Projektbetreiber ohne Energiespeicher einpacken können. Schade, dass niemand die Turbinenanlagen von Pumpspeicherkraftwerken in kleine Einheiten zerlegen kann. Bei einem landesweiten System ist die einzelne Turbine (natürlich größer als 1 MW!) entweder an (Strom liefern/speichern) oder aus. Das macht die feingliedrige Regelung des Stromnetzes unter Nutzung der gespeicherten Wasserkraft nicht einfacher. Ob sich jeder Betreiber einer Biogasanlage mit Gasmotoren auch noch zusätzlich eine Anlage zur Aufbereitung des Biogases für das Erdgasnetz leisten kann und will, halten wir für ein Gerücht. Die Eigentümer der Biogasanlagen werden hocherfreut über den geringen Auslastungsgrad ihrer teuren Gasmotoren sein und brauchen offenbar auch nicht die ständige Abwärme der Motoren, um ihre Fermenter für die Biomasse beheizen zu können. Nach den angegebenen Zahlen lagen 70 bis 85 Prozent der installierten Kraftwerkskapazitäten ständig an irgendeinem Ort still. Kostet ja nichts und Verschwendung war nur gestern angesagt. Heute sind wir die Guten und verändern die Welt damit.

Der Trick mit dem Stromimport und -export im Modellversuch bestätigt zusätzlich die systematische Instabilität des "Kombikraftwerkes". Von einer dezentralen Energieversorgung können wir uns damit verabschieden. Die bestehenden Strom- und Gasnetze vor Ort sollen also gemeinsam mit dem Ausland Lastspitzen abfangen und Schwankungen bei der Stromerzeugung ausgleichen. Warum einfach, wenn es kompliziert viel besser geht.

Die jeweiligen Industrieverbände rechnen für das Jahr 2020 mit einer installierten Leistung von 80.000 MW in Photovoltaikanlagen und 55.000 MW in Windkraftanlagen. Wer die Einspeisevergütung für diese Technik zahlen soll, das dürfen sie ruhig einmal fragen. Die Antwort darauf finden sie in ihrem Spiegel, aber erschrecken sie sich nicht. Wer davon noch nicht genug hat, sollte sich gut auf seinem Sessel festschnallen. Bisher wurden über das EEG und andere Förderungen 20 Mrd. Euro in die einheimische Solarindustrie gesteckt. Mit dem kläglichem Ergebnis von 1 Prozent der gesamten erzeugten Strommenge. Kritiker könnten einwenden, auch die Atomindustrie sei mit ähnlichen Beträgen gesponsert worden. Dazu später. Mit der Novellierung des EEG werden die Weichen der Zukunft gestellt. Einschlägige Fachmagazine haben nun errechnet, dass mit dem neuen Gesetz in den nächsten Jahren ca. 100 Mrd. Euro in die deutsche Solarindustrie fließen werden. Die Offshore-Windparks in Nord- und Ostsee kosten uns weitere 30 Mrd. Euro. Wir Verbrau-

(Fortsetzung auf Seite 3)

(Fortsetzung von Seite 2)

cher und Steuerzahler haben es ja, also weg mit dem Geld.

Wir rechnen mindestens mit **200 Mrd. Euro für Investitionen in erneuerbare Energien in Deutschland bis 2020**, hauptsächlich für Wind- und Solarkraftanlagen. Dazu kommen mangels wettbewerbsfähiger Alternativen **noch einmal 200 Mrd. Euro für neue Kohle- und Kernkraftwerke (40 bis 60 Stück) und die Verstärkung der inländischen Stromnetze bis 2020**. Immerhin steht der technische Ersatz von 30.000 bis 40.000 MW veralteter Kraftwerksleistung auf der Tagesordnung. Die muss kostengünstig ersetzt werden. Bisher hat noch niemand erklären können, wann Solarstrom wettbewerbsfähig sein wird. Lassen sie sich nicht mit solch schönen Vokabeln wie Gridparity usw. füttern, denn das bedeutet ja nur, dass der erzeugte eigene Solarstrom dann genau so teuer ist, wie der mit allen Steuern und Abgaben belastete aus dem Stromnetz. Was nützt das Solarmodul auf dem Dach des Eigenheimes, wenn zwar für 1.000 Stunden Eigenversorgung besteht, aber für weitere 7.760 Stunden im Jahr Strom zugekauft werden muss. Preise und Kosten sind schließlich zwei grundverschiedene Dinge. Das hier soll keine grundsätzliche Ablehnung der Sonnenenergie sein, sondern nur aufzeigen, dass das Thema eigentlich noch einmal zurück in die Labore gehört, um mit vertretbarem finanziellen Aufwand größtmöglichen Nutzen zu erzielen.

Letzteres lässt man aber gar nicht erst zu. Es werden bereits Nägel mit Köpfen gemacht. Marburg beweist es. Hauseigentümer werden verpflichtet, Solaranlagen auf dem Hausdach zu installieren! Mindestens vier Quadratmeter Solarthermie bzw. sieben Quadratmeter Photovoltaik sollen es sein. Wer nicht spurt, dem drohen obendrein noch 15.000 Euro Bußgeld. Also werden schnell mal ca. 4.000 Euro in eine Solarstromanlage gesteckt, die keine Vollversorgung des eigenen Haushaltes mit Strom und Wärme sicherstellen kann, weil das am Ende billiger ist? Andere Städte und Bundesländer schreiben Quoten für erneuerbare Energien bei Neubauten vor. Der Bürger wird gnadenlos gegängelt und dazu gezwungen, in heute und auf absehbare Zeit nicht wettbewerbsfähige Technologien einzusteigen.

Manege frei für die Show der Stromanbeter-Speichertechnik

Der heute am Stromnetz in Deutschland hängende Kraftwerkspark hat durchschnittlich 70.000 MW (Jahreshöchstlast 80.000 MW). An Speicherkapazitäten für Strom stehen Pumpspeicherkraftwerke mit einer Leistung von ca. 4.500 MW zur Verfügung. Weitere ca. 1.000 MW könnten von den geografischen Bedingungen her noch dazukommen, mehr ist nicht drin. Die aktuelle Speicherkapazität beträgt 40 GWh (heutiger Stromverbrauch 560.000 GWh!). Das reicht für etwas mehr als eine halbe Stunde Energieversorgung. Sollte künftig also hauptsächlich mit Sonne und Wind Strom erzeugt, dann werden Energiespeicher mit ganz anderen Hausnummern gebraucht, um die Versorgung stabil gewährleisten zu können. Experten gehen von 0,5 bis 8 Prozent des Stromverbrauchs aus, das sind 3.000 GWh bis 50.000 GWh. Die riesige Schwankungsbreite kommt offenbar durch den unterschiedlichen gerechneten Mix von Solar- und Windkraftwerken zustande. Ergo müsste man zunächst erst einmal veröffentlichen, welcher Mix denn nun der kostengünstigste für die Speicherkapazitäten sei, um dann eine entsprechende Deckelung für den Zubau einer bestimmten Stromerzeugungsform (Wind, Solar, Biomasse etc.) beschließen zu können. Ansonsten hätte man dann teuere Speicher, die gar nicht benötigt werden und dennoch bezahlt werden müssen. Die Tänzer auf dem Drahtseil bewegen sich auf unsicherem Terrain und fallen bald finanziell ins bodenlose.

Aber wie wäre es denn mit Großkühlhäusern, die sind doch für die kurzzeitige Energiespeicherung gar nicht so übel, oder? (man beachte: europaweit stehen nur 4.300 MW Leistung in Kühlhäusern bereit!) Immer schön auf dem schwebenden Teppich bleiben, dann kann nichts passieren. Der Zirkusdirektor hat aber noch einen Hasen im Hut und den möchte er der Öffentlichkeit nur zu gern

(Fortsetzung auf Seite 4)

(Fortsetzung von Seite 3)

präsentieren. Sim-sala-bim - hier ist er. Wasserstoff und unterirdische Kavernen für zwei Wochen Speicherkapazität (= 25.000 GWh). Das Kasperletheater mit der Umwandlung von Strom in Druckluft und dessen unterirdische Speicherung scheint sich indes erledigt zu haben. Wasserstoff kann 60-mal mehr Energie auf gleichem Raum speichern als Druckluft. Allerdings haben "Forscher" des VDE wieder nachgerechnet und einen Wirkungsgrad von 40 Prozent für die unterirdische Speicherung von Ökostrom in Form von Wasserstoff und dessen zentrale Rückverstromung unter Wegwurf der wertvollen Abwärme festgestellt. Die Verluste von 60 Prozent entstehen auch, für die Pyromanenfraktion unter den Technikern erklärt, wenn der Strom nicht mit Brennstoffzellen sondern mit Gasturbinen in unser Stromnetz eingespeist wird. Ganz verkehrt wäre es, diesen Unfug als Wasserstoffwirtschaft zu verkaufen. Wir sollten diese "Spezialisten" noch einmal auf die Schulbank schicken, ihnen aber nicht gestatten, von der Feuerzangenbowle zu naschen. Das trübt nur den sowieso kaum vorhandenen Durchblick.

Besonders Pfiffige könnten jetzt kommen und behaupten, wir müssten ja auch Strom sparen, dann bräuchten wir nicht so viel Speicher. Weit gefehlt. Sollte das irre Szenario Wirklichkeit und diese Form der Elektromobilität durch Ökostrom ein zentraler Baustein der Zukunft werden, dann bräuchten wir zum Beginn der Entwicklung für 10 Prozent aller heute zugelassenen PKW 4.000 bis 5.000 GWh extra. Spareffekte heben sich dadurch ganz nebenbei auf. Dem Delirium nahe sind die nassforschen Typen mit dem spitzen Bleistift. Sie rechnen uns bereits heute vor, dass im Jahr 2035 bis zu 40 Mio. Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen fahren und unser Strombedarf dadurch nur um insgesamt 61.000 GWh ansteigt (9,5 Prozent des heutigen Stromverbrauchs). Klasse, dass ein Stromspeicher (Batterietechnik) im Elektroauto für 50 km schon für 65 Prozent aller unserer Fahrten reicht, bei 100 km sind es 75 Prozent. Im Durchschnitt ist der ganze See einen Meter tief und trotzdem kann man darin ertrinken. Bewohner ländlicher Regionen können bestimmt ganze Alben mit frechen Liedern darüber produzieren.

Speditionen und Busunternehmen werden allerdings aufatmen. Denn ganz so radikal ist das mit dem Elektroauto doch nicht gemeint. Schließlich sollen ja nicht nur Batterien durch die Gegend transportiert werden. Leere Geschäfte und eingeschränkte Reisemöglichkeiten machen Menschen böse und bringen manches Fass zum überlaufen (haben wir alles schon 1989 erlebt). Und das wollen wir doch nicht, oder? Schwere Fahrzeuge wie LKW, Spezialfahrzeuge und Busse sollen im Jahr 2035 weiterhin mit "Kraftstoffen" laufen. Ein Teil der PKW wird mit kleinen Verbrennungsmotoren ausgerüstet sein, die ihre Bordbatterien ständig laden. Als Bonbon dafür wird eine Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs von jährlich 39 Mio. t auf 21 Mio. t verteilt. Unser Land kann wirklich aufatmen. Wir grüßen auf diesem Weg den Bundesverband Solare Mobilität, der neben reinen Elektrofahrzeugen auch Hybridfahrzeugen mit Biokraftstoffen eine Chance gibt. Die Problematik der Batterien für viele Millionen von reinen Elektroautos ist den dafür werbenden Papageien vollkommen unbekannt, wie wir mit Verwunderung feststellen können.

Elektromobile als "intelligentes Element des Lastmanagmentes" im Stromnetz, dafür brauchen wir noch mal 5 Jahre Hochschulstudium. Man nehme nur einmal den Begriff Plug-in-Hybridfahrzeug oder die Abkürzung PH(EV). Jeder Parkplatz erhält eine einheitliche Steckdose mit Drehstrom (400 V; 25 A). Für diesen "Neuerervorschlag" bekommen die Energiekonzerne und ihre Industriepartner **0,5 Mrd. Euro** aus dem Konjunkturpaket II des Jahres 2009. Autofahrer sollen die Fahrten besser planen, damit sie dem "intelligenten Strommanagmentsystem" mitteilen können, wann und wohin sie vermutlich das nächste Mal fahren werden. Die großen und schweren Batterien für reine Elektrofahrzeuge sind nur gegen Apothekenpreise erhältlich. Dazu in einer späteren Ausgabe mehr.

Die neue Kfz-Steuer ist da. Anteilig muss für Hubraum (Sockelbetrag) und CO2 bezahlt werden. Pro

(Fortsetzung auf Seite 5)

(Fortsetzung von Seite 4)

Gramm Kohlendioxid über dem willkürlichen Grenzwert 120 g/km macht das 2 Euro. Ab 2014 werden die 2 Euro ab 95 g/km fällig. Demnächst wird auch fürs Fahrrad fahren und zu Fuß gehen eine "Klimasteuer" in dieser Form fällig. Wer atmet, muss abkassiert werden. Stellen sie sich mal Biowasserstoff und Brennstoffzellen in Verkehrsmitteln vor. Kein Hubraum und kein zusätzliches CO2. Dann könnten wir die Kfz-Steuer gleich ganz abschaffen.

Totale Vernetzung - totale Kontrolle

Dem Bürger will man also nicht nur finanziell das letzte Hemd ausziehen, nein er wird vollkommen nackt im Wind dastehen. Dazu sollen auch intelligente Stromzähler und variable Stromtarife benutzt werden. Erste Versuchskaninchen haben einige Stromversorger schon unter Vertrag. In ihren Haushalten wird gemessen, welche Geräte zu welcher Zeit eingeschaltet werden. Das ist aber nur der Beginn des umfassenden Ausspionierens der Privatsphäre. Alle wichtigen Elektrogeräte sollen langfristig "intelligent" im Netz verschaltet und zentral gesteuert werden. Ihr Versorger entscheidet dann, wann sie Wäsche waschen, Mittag essen oder Kaffee kochen. Die Daten dafür werden zentral verarbeitet und gespeichert. Bereits ab Januar 2010 dürfen in Neubauten und grundrenovierten Wohnungen ausschließlich Smart-Meter eingebaut werden, deren Rückkanal aus ihrem Heim ein Geisterkino macht. Bis 2020 sollen 80 Prozent der hiesigen Bevölkerung damit beglückt werden. Ihre Verbrauchsdaten landen per Internet, Mobiltelefon oder Powerline-Verbindung direkt beim Versorger. Tja "my home is my castle", das war gestern. Die Globalisierung schlägt dann direkt bei ihnen in der Steckdose ein. Kranke Gedanken für ein dahinsiechendes Land. Wir sollten diese Vorstellungen ernst nehmen. Es stecken Ideen einer geistesgestörten Gruppe von Personen dahinter, die glauben, absolute Macht über alle Menschen auf diesem Planeten ausüben zu können. Passen sie gut auf sich auf.

Unsere Daten sind sicher... und wir haben Unterhaltung

Verlassen können wir uns in jedem Fall auf die Sicherheit unserer persönlichen Daten auf den Speichermedien unserer Versorger. Kleinere Pannen wie innerhalb des letzten Jahres geschehen bei der Telekom, bei der Bahn und anderen Truppen können ja schon mal vorkommen, aber das sollte uns nicht aus dem Tiefschlaf reißen. Auch an Mathematikliebhaber und Freunde raffinierter Rätselspiele hat die Strombranche gedacht. Um den Stromverbrauch wird sich nach einschlägigen Prognosen ein Tarifgeflecht entwickeln, wie wir es schon von den Mobilfunk-Telefonanbietern (und von der Versicherungswirtschaft, den Banken, den ...) her kennen. Endlich mal ein neues Thema für inspirierende Gespräche mit ihren Verwanden, Freunden, Bekannten und Nachbarn. Danke dafür.

Strippenzieher überall

Die Devise der Stunde zur Energiespeicherung lautet: Für die letzte erzeugte Kilowattstunde lohnt sich der Betrieb von teuren Speichersystemen nicht, deshalb wird es am Ende billiger sein, Stromüberschuss einfach "wegzuwerfen". Damit die wirklich missliche Lage ein wenig verbessert werden kann, kommt nun der Zirkus-Clown und macht uns weis, dass der Ausbau der Stromnetze unsere Rettung ist. Man verlege ein 1 Mrd. Euro teures Seekabel (570 km) mit einer Übertragungskapazität von 1.400 MW nach Norwegen und kann dann auf dort vorhandene Speicherkapazitäten von 121.000 GWh (kombinierte Wasser-/Pumpspeicherkraftwerke) zurückgreifen. Pro transportierte Kilowattstunde muss 1 Cent verdient werden, damit sich das Projekt rechnet. Wir zahlen mit wachsender Begeisterung dafür.

(Fortsetzung auf Seite 6)

(Fortsetzung von Seite 5)

Panoptikum

Den Vogel des Jahres 2009 schießt ein Konsortium, bestehend u.a. aus den Energiekonzernen RWE, E.ON und dem Versicherungskonzern Münchner Rück ab. Für 400 Mrd. Euro Investitionskosten gibt es 15 Prozent regenerativen Strom aus der Wüste für Europa. Transportwege von bis zu 3.000 km über neu zu verlegende (und extra kostende) Gleichstrom-Hochspannungsleitungen (HGÜ-Technik) mit einem Übertragungsverlust von 5 Prozent auf 1.000 km und weiteren Netzverlusten beim Umspannen in die Mittel- und Niederspannungsebene sind uns sicher. Bis zum Endverbraucher gehen so locker bis zu 20 Prozent des in der Sahara erzeugten Stroms verloren.

Die Baustellen für diese Parabolrinnen-Kraftwerke wollen wir erst einmal in der Praxis sehen, so weit abgelegen und groß die sein werden. Von der genannten Investitionssumme sind für die Kraftwerke 350 Mrd. Euro veranschlagt, weitere 50 Mrd. Euro für den Bau der Stromleitungen. Zunächst erst einmal geht es "nur" um die Erstellung einer Machbarkeitsstudie (kostet bestimmt einige Millionen Euro!) in den nächsten 2 bis 3 Jahren. Dann will man europäische Regierungen für das Projekt gewinnen. Welchen Anteil die deutschen Endkunden letztlich tragen müssen, können wir nur schätzen. Wir gehen von 25 Prozent der Gesamtsumme aus, das sind also weitere **100 Mrd. Euro**. Die kommen zu den bereits weiter vorn dick markierten Zahlen dazu. Aus neuen Arbeitsplätzen vor Ort wird mit der Variante auch nichts.

Der von der Wirtschaftskrise bereits gebeutelte "Otto N." sieht sich die Aktion in der durch "Qualitätsjournalismus" geprägten Sendelandschaft der TV-Anstalten (auf die Abkürzung TV kann sich jeder selbst etwas Passendes ausdenken) zu Hause von seinem Sofa aus an. Branchenanalysten gehen von der Fertigung der Prototypen und der ingenieurtechnischen Betreuung in Deutschland aus, die Serienproduktion der Kraftwerksteile wird im billigeren Ausland erfolgen.

Greenpeace und der Club of Rome machen gemeinsame Sache. Sie stammeln etwas von einer Wertschöpfung zwischen 1.000 bis 2.000 Mrd. Euro und von bis zu 40 Prozent inländischen Arbeitsplätzen der gesamten Branche im Zeitraum von 2010 bis 2050. Dass diese "Wertschöpfung" auch irgendjemand vergüten muss, davon ist kein Wort zu lesen. Der Konzernchef von Vattenfall lehnt das Projekt aus Kostengründen ab und setzt auf einheimische Erzeugung, allerdings auf Basis von Stein- und Braunkohle. Als ob wir nur die Wahl zwischen Pest und Cholera hätten.

Uns bleibt da glatt die Luft weg. Allein der Stromtransport kostet heute bei den großen Energiekonzernen durchschnittlich 6,5 Cent/kWh. Strom aus dezentralem Biowasserstoff kostet uns zukünftig ca. 3 Cent/kWh, darin enthalten sind bereits die Kosten für den Pipelinetransport bis zum Verbraucher. Das ist unschlagbar.

Kabelsalat

Energiekonzepte der Zukunft, die die Stadt München vom Ökoinstitut Freiburg erstellen lassen hat besagen, dass Solarstrom aus den sonnenreichen Gebieten des Südens importiert und Windstrom von der Nordsee heran transportiert werden muss, weil die erforderlichen Ressourcen in Bayern dafür nicht vorhanden sind. Der jetzt geforderte Ausbau des Stromnetzes (Gleichstrom-Hochspannungsnetze u.a.) für Ökostrom wird uns alle in Deutschland bis 2030 mindestens 100 Mrd. Euro kosten. Kein Wunder, dass die großen Energieversorger lieber ihre Netze jetzt verkaufen wollen, als sich mit dem technischen Kleinkrieg auf dem Feld der "regenerativen Zukunft" zu belasten. Sollen sich doch andere mit den Problemen, wie Bürgerinitiativen gegen Hochspannungsleitungen, Kla-

(Fortsetzung auf Seite 7)

(Fortsetzung von Seite 6)

gen von Umwelt- und Naturschützern, Verfahren der Kartellbehörden usw. rumschlagen.

Uran so wertvoll wie Gold

Das Endlagerproblem beim Atommüll liefert uns einen weiteren Höhepunkt der Energiepolitik. Nicht nur, dass in Karlsruhe mittlerweile über 1 Mrd. Euro öffentlicher Gelder für die Beseitigung der Sauerei ausgegeben werden müssen, nein auch das "schwimmende Atomendlager" Asse freut sich auf einen deutlichen zweistelligen Milliardenbetrag in der Zukunft. Über das "ewige Atomendlager" Gorleben reden wir mal lieber gar nicht erst. Weil die Frage nicht gelöst ist, gehen die Brennelemente in die Wiederaufbereitungsanlagen nach Frankreich und Großbritannien und erzeugen somit noch viel größere Mengen Atommüll, dann allerdings auf dem Niveau des Plutoniums. Viele Grüße aus dem Ausland. Zahlen müssen wir dafür am Ende sowieso, denn irgendwo muss der Atommüll eingelagert werden und die Kosten dafür legen die Versorger auf die Verbraucher um, da können wir Gift darauf nehmen. Tja und weil das mit Sonne und Wind eben doch nicht so einfach ist, gibt es nach der Bundestagswahl neue Baustellen für AKWs. Kein Problem, den Baulärm haben Sie nur ein paar Jahre lang. Allerdings könnte es danach sein, dass nachts ab und zu die Feuerwehr angebraust kommt und das Häuschen mit dem Trafo löschen will. Dafür bekommen Sie gesunde Luft und Ihre Gemeinde ist plötzlich steinreich.

Maulwurf Buddelflink am Werk

Die vier großen Stromerzeuger Deutschlands bekamen letztes Jahr vom Staat in einer zweiten Tranche zu 90 Prozent **CO2-Zertifikate** für ihre fossilen Kraftwerke kostenlos zugeteilt. Da diese bald handelbar sein werden, legen die Monopolisten die Kosten jetzt schon auf unsere Strompreise um. Allein dafür werden wir alle über die nächsten Jahrzehnte gesehen mit **35 Mrd. Euro** belastet, denn soviel sind diese Papiere wert. Das Geld fließt in die Taschen der Beschenkten. Ein zweites Mal verdienen sie dann daran, wenn sie die Zertifikate auf dem zukünftigen "CO2-Markt" verkaufen. Welchen Wert die erste Tranche an Zertifikaten hatte, ist uns derzeit unbekannt. Sicher ist, dass der Betrag bereits in unseren heutigen Strompreisen steckt und diese ebenfalls kostenlos zugeteilt worden sind. Die dritte Tranche soll ab 2012 vom Staat an die Energieversorger versteigert werden. Lustig ist das Leben, keine Frage. Der Staat generiert Einnahmen für diese Zertifikate, die aber letztendlich wieder alle Verbraucher bezahlen, denn die durchlaufenden Posten jucken in der Versorgungsbranche niemanden.

Das ist aber noch nicht alles. Politik und Energiemonopole arbeiten Hand in Hand bei der Realisierung der CCS-Technologie. Das in den fossilen Kraftwerken erzeugte CO2 soll abgetrennt, über Rohrleitungen abtransportiert und anschließend unterirdisch verpresst werden. Der Wirkungsgrad der Kraftwerke sinkt dadurch um ca. 10 Prozentpunkte und für diese "Dienstleistung" werden dann alle wieder zur Kasse gebeten. Kohlestrom wird also demnächst nicht mehr für 3 bis 4 Eurocent/kWh sondern für 7 bis 8 Eurocent/kWh produziert (**noch einmal: das sind Kosten, keine Verbraucherendpreise!!!**). Greenpeace stolpert bei der Entwicklung hinterdrein. Wir haben die Sache aufmerksam verfolgt und mit rollenden Augen festgestellt, dass sich die offizielle Meinung zu dieser Technologie von "lehnen wir grundsätzlich ab" zu "falls es sich technisch doch irgendwie rechtzeitig machen lässt, dann ist es in Ordnung, aber zuerst kommen Sonne und Wind" gewandelt hat. Nennen wir die Sache beim richtigen Namen - CO2-Steuer. Weltweit kündigt sich damit auch eine neue Blase an den Aktienmärkten an, die alles bisher gesehene in den Schatten stellen wird.

(Fortsetzung auf Seite 8)

(Fortsetzung von Seite 7)

Dämmplatte vorm Kopf

Das i-Tüpfelchen für alle Hausbesitzer ist der Energiepass. Das klingt zunächst harmlos und soll ja nur dazu dienen, den Energieverbrauch eines Hauses für Käufer und Verkäufer transparent zu machen. Ist er erst einmal flächendeckend eingeführt, dann können auch schon erste Auflagen gemacht werden. Die werden dann so aussehen, dass bestimmte Werte bis zu einem bestimmten Stichtag einzuhalten sind. Wer die nicht einhält, zahlt Strafe (siehe Solarzwangsbedachung in Marburg!). Das wird dazu führen, dass sich die Menschen mit **vielen hunderten Milliarden Euro** bei den Banken verschulden müssen, **um eine entsprechende Dämmung der Gebäude zu realisieren**. Noch können sie über solche Gedanken lachen und sie ins Reich der Phantasie verbannen. Nützen wird es ihnen nichts. Sie halten 1.000 Mrd. Euro zu Zwecken der "Sanierung" für ein Märchen? Dann überlegen sie mal, wie viel von dieser Schätzung bei einem Wohnungsbestand von 40 Mio. Wohnungen für den einzelnen übrig bleibt. Das sind 25.000 Euro pro Wohneinheit. Ja, auch wir können mit Durchschnittswerten um uns werfen! Die Gebäude müssen dann luftdicht sein und über dreifach verglaste Fenster verfügen. Vergessen sie bloß nicht zu lüften, es könnte lebensbedrohlich werden.

Bald ist Zahltag

Den Bürgern und Unternehmen in unserem Land steht in den nächsten Jahrzehnten ein beispielloser finanzieller Aderlass bevor. Um die angeblich "schädlichen" CO2-Emissionen zu senken (erst wird Panik gemacht, es ist ja alles noch so viel schlimmer mit dem "vom Menschen gemachten Klimawandel" als gedacht und dann hat man auf einmal Zeit für den Umbau der Energiewirtschaft bis 2050 und später!!!) und den Anteil der erneuerbaren Energien mit aller Macht in die Höhe zu schrauben, wird auf die abenteuerlichsten Mittel zurückgegriffen. Rechnen sie selbst nach:

1.000 Mrd. Euro für das Dämmen von Gebäuden (kein Aprilscherz!);

200 Mrd. Euro für neue Kohlekraftwerke und die Verstärkung der inländischen Stromnetze;

200 Mrd. Euro für Investitionen in erneuerbare Energien im Inland;

100 Mrd. Euro für Solarstromanlagen in der Sahara;

? Mrd. Euro für die erste Tranche an CO2-Zertifikaten;

35 Mrd. Euro für die zweite Tranche an CO2-Zertifikaten;

? Mrd. Euro für die dritte Tranche an CO2-Zertifikaten;

? Mrd. Euro für die unterirdische Speicherung von CO2 aus Kohlekraftwerken;

10 Mrd. Euro für Atommüllbeseitigung in Karlsruhe und im Bergwerk Asse;

? Mrd. Euro für ein endgültiges Atomendlager

Das alles wird auf ihre privaten Energiepreise in Form von Erzeugungs- und Transportkosten, Stromsteuer, CO2-Steuer, Mehrwertsteuer und Zinsen für geliehene Geldbeträge umgelegt! Dabei sitzen sie noch wie ein Eskimo im Iglu auf Rentierfellen und haben nur einen Hundeschlitten vor der Tür. Wärme und Mobilität kosten extra. Es kommen also weitere Ausgaben, z.B. für die Traumfabriken der Elektroautos, dazu.

(Fortsetzung auf Seite 9)

(Fortsetzung von Seite 8)

32 Mrd. Euro Förderung von 1 Mio. Elektroautos als Konjunkturpaket III (Vorschlag des Bundesverbandes Solare Mobilität e.V.)

? Mrd. Euro für die Elektroauto-Ladestationen

0,5 Mrd. Euro für die Entwicklung der Steckdosentechnik für Elektroautos

Der Bundesverband Solare Mobilität e.V. faselt etwas von der Verabschiedung eines Gesetzes zur Umstellung und Produktion elektrischer Fahrzeuge, um die Industrie in der Krise vor ihrem eigenen Untergang zu retten. Bei den genannten Zahlen lacht selbst der Eisbär auf seiner dahinschmelzenden Scholle.

Für 35 Mrd. Euro Investitionssumme bekommen wir eine Vollversorgung mit Wärme, Strom und Mobilität auf Basis von Biowasserstoff. Viel Zeit zum Überlegen bleibt uns nicht mehr. Die Erdölpreise werden nach Prognosen von renommierten Instituten spätestens im Jahr 2011/2012 wieder drastisch steigen und damit auch die daran gekoppelten Erdgaspreise. Das wird ihre Heizkosten- und Tankrechnung explodieren lassen. Erinnern sie sich ruhig an den Frühsommer und den Winter 2008, auch wenn die Bankenkrise die Entwicklung nahezu vollständig ausgelöscht hat.

Wenn sie jetzt noch ihren Anteil an der alten und neuen Staatsverschuldung zugeteilt bekommen, dann haben sie nur noch ihr nacktes Leben. Seien sie froh, wenn ihnen wenigstens das bleibt.

Der Wasserstoff-Witz des Sommers 2009

Einige wirre Geschichten aus der Ausgabe Nr. 22/2009 der Wochenzeitschrift "Die Zeit" und anderen Quellen wollten wir ihnen nicht vorenthalten. Aber es gibt immer noch Steigerungsformen:

Zitat von S. 34 der v.g. Publikation: "...Seit Jahren schwärmt die Automobilindustrie von einem Wasserstofftankstellennetz, dass deutschlandweit tausend Stationen umfasst und eine große Flotte von Brennstoffzellenfahrzeugen bedient. Bläst an der See tagelang der Sturm, fließt Windstrom an die Elektrolyseanlagen, die Tankstellen bunkern Wasserstoff. Da Brennstoffzellenfahrzeuge auch große Akkus an Bord haben, also Hybride sind, können sie wie Elektromobile Billigstrom tanken und bei Windflauten als Stromerzeuger einspringen..." - ohne Kommentar

Bild 1 basiert auf dem Bild ‚Riesenrad auf dem Oktoberfest' (http://de.wikipedia.org/ aus Wikimedia Commons von Boris23 und steht unter der Creative Commons Attribution 2.5 zur Verfügung.
Quelle: Michael Fischlein 2003, Fotograf oder Zeichner: Michael Fischlein. Lizenziert unter Creative Commons CC-BY-SA 2.5. (http://de.wikipedia.org/)

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

DESERTEC 2 - Manfred Richey

(Alb-)Traum vom Wüstenstrom – der Wahnsinn geht weiter, Ende und Ausgang ungewiss...

In unserer Ausgabe Nr. 11 des Biowasserstoff-Magazins haben wir das Thema „DESERTEC“ schon einmal behandelt. Aus aktuellem Anlass folgt hier die Fortsetzung.

400 Milliarden Euro für Wüstenstrom-Kraftwerke ... sollen in der Wüste versenkt werden.

Dafür bekommen wir dann ‚sauberen' Strom, der über 3.000 km lange Hochleistungs-Gleichstromkabel zu uns transportiert wird. Die Verluste unterwegs betragen 15 % auf dieser langen Strecke, zusätzlich weitere 5 % für die Umwandlung des Gleichstroms in Wechselstrom – vielleicht sind es auch 6 oder 7 %. Aber das macht ja nichts, die Sonne schickt uns keine Rechnung – sagt Franz Alt auf seiner sonnenseite.com. Stimmt, die Sonne schickt keine Rechnung. Aber dennoch müssen die 20 bis 22 % Verluste kompensiert werden – durch eine größere Auslegung der Anlage. Und das kostet Geld, zweifellos! Die Anlage gibt es übrigens auch nicht umsonst, und dann die Kosten für die Planung...

Die Wüste kostet auch kein Geld – oder vielleicht doch? Jeder, der ein Grundstück hat oder eines kaufen oder pachten will, weiß, dass er dieses nicht zum Nulltarif erhält. Grundstücke kosten Geld, besonders in bevorzugten Lagen. Für die Stromerzeugung mittels Parabolrinnen-Anlagen braucht man möglichst große, zusammenhängende und ebene Flächen in Gebieten mit hoher und sicherer Sonnenscheindauer. Das sind bevorzugte Gebiete, die nicht umsonst zu haben sind, sondern eine entsprechend hohe Pacht kosten werden. Dann werden dort teure und hochwertige Parabolrinnen und weitere Anlagenteile installiert. Kann man diese einfach ungeschützt und unbeaufsichtigt in die Wüste stellen – praktisch ins Niemandsland?

Afrika ist voller Probleme. Es gibt in sehr vielen Regionen hohe bis höchste Arbeitslosigkeit und dadurch Armut ohne Ende. Aufstände, Bürgerkriege, marodierende Gruppen und ganze Clans, die sich auf Entführungen von Menschen und Schiffen spezialisiert haben sind nur eine Folge davon. Al Kaida hat in einigen Gegenden bereits Einfluss und man muss davon ausgehen, das dieser in naher Zukunft weiter zunehmen wird.

Noch kann man sich Saudi Arabien, Dubai und die Arabischen Emirate, aber auch Ägypten und Libyen sowie einige weitere Länder mit Wüstengebieten als einigermaßen verlässliche (mögliche) Partner für ein solches Projekt vorstellen. Die Frage ist nur, wie lange das so bleibt. Dubai mit seinen zukunftsträchtigen Superprojekten ist zum Beispiel pleite und muss sich Geld von Bruderländern der arabischen Emirate leihen, um diese Projekte wenigstens einigermaßen fertig zu stellen. Die ins Meer gebaute Palmeninsel macht Probleme und der Verkauf der superteuren Apartments und Wohneinheiten will nicht so richtig voran gehen. Bereits im Jahr 2015, also in rund sechs Jahren, soll das Öl in Dubai versiegen. Alle, aus, Feierabend. Was, wenn bis dahin keine anderen Geldquellen geschaffen sind und verlässliche Einkünfte für Dubai und die verwöhnten Menschen dort bringen? Umsturz, Aufruhr, Sturz der Scheichs? Und was kommt dann?

Man sollte bedenken, dass es nicht nur um 400 Mrd. geht, sondern auch um eine neue Abhängigkeit, in die wir uns begeben. Zwar soll der Anteil des Wüstenstroms ja nur 15 % unseres Gesamtstromverbrauchs ausmachen. Aber schalten wir doch heute mal kurzerhand 15 % des Stroms aus – dann bricht das gesamte Netz zusammen. Eben, weil es ein Netz ist, welches auf ausgeglichene Werte bei Belastung und Einspeisung angewiesen ist.

Dafür sollen also 400 Mrd. Euro ausgegeben werden – wenn diese Summe denn ausreicht. Viele Zukunftsprojekte der Superlative sind wesentlich teurer geworden, als zu Beginn veranschlagt. Oft wird

(Fortsetzung auf Seite 11)

(Fortsetzung von Seite 10)

das auch gern in Kauf genommen, weil man diese teuren Projekte sonst gar nicht finanziert bekommt und die Renditerechnungen nicht stimmen. Wenn es dann während der Bauausführung teurer wird, dann wird das schon irgendwer bezahlen – im Zweifel wir alle, als Verbraucher!

Dabei macht das Modell mit Parabolrinnen umweltfreundlichen Strom zu erzeugen durchaus Sinn, wie die folgende Meldung zeigt.

Solar Millennium unterzeichnet Stromabnahme-Verträge für solarthermische Kraftwerke in den USA

Hier geht es auch um Strom aus der Wüste. Der (gewaltige) Unterschied: Die Wüste und die Verbraucher liegen dicht zusammen und im gleichen Land, in den USA.

Das macht Sinn. Die Übertragungswege sind kurz, die USA schafft sich durch solche Projekte Unabhängigkeit von Strom- bzw. Energieimporten. Wir würden unsere Abhängigkeit durch das DESERTEC-Projekt vergrößern – mit den bereits aufgezeigten Risiken.

Auch in Afrika gibt es Einsatzmöglichkeiten für Prabolrinnen-Kraftwerke:

Zitat (Auszug, Quelle: oekonews.at)

... Der steigende Energiebedarf, die hohen CO2-Emissionen und drohende Stromausfälle führten zu einem Umdenken in der Energieversorgung. Im März 2009 veröffentlichte die National Energy Regulator of South Africa (NERSA) die Einspeisetarife für Strom aus erneuerbaren Energien (REFIT). Dabei wurde aber nur die Stromerzeugung aus Windenergie, Wasserkraft, Deponiegas und durch Solarthermische Kraftwerke (CSP) berücksichtigt. Die Photovoltaik als die erneuerbare Energie mit dem größten Potenzial bleibt allerdings bislang außen vor. ...

Das Land am Kap ist bereits jetzt schon afrikanischer Meister – allerdings nicht im Fußball, sondern im Konsumieren von Energie. Fast 80 Prozent des Primärenergieverbrauchs Südafrikas wird durch Kohle sichergestellt. Diese Monokultur in der Energieversorgung macht nicht nur abhängig von einem endlichen Energieträger, sondern trägt auch zu einer hohen Emissionsbelastung bei.

„Der Energiehunger Südafrikas nimmt weiter zu, denn die Wirtschaft wächst und der Lebensstandard der Menschen steigt. Erste Engpässe in der Energieversorgung drohen und die Kraftwerkskapazitäten müssen weiter ausgebaut werden. Aber immer noch setzt das Land vor allem auf Kohle und sorgt somit dafür, dass allein 40 Prozent der in gesamt Afrika produzierten Treibhausgase aus der Kap-Republik kommen“, sagt Peter Thiele, Executive Vice President Sharp Energy Solution Europe.

Zitat-Ende

Hier wäre doch ein Desertec-Projekt sinnvoll – *in* Südafrika, *für* Südafrika! Die Umweltbelastung könnte kräftig gesenkt werden und der Strom wird dort ebenfalls gebraucht. Die Frage der Finanzierung muss natürlich geklärt werden.

E.ON, RWE, Siemens und Münchener Rück sind begeistert vom DESERTEC-Projekt

E.ON, RWE und Siemens möchten das DESERTEC-Projekt zusammen mit dem Versicherungskonzern Münchener Rück ‚durchziehen'. Siemens, um damit ein Referenzmodell für moderne Technologie zu haben, welches man dann auch an weitere Länder liefern kann. E.ON und RWE haben Interesse, dass die Stromnetze weiter ausgebaut werden, weil man ja allein durch die Durchleitungsgebühren schon ganz schön verdienen kann. Und die Münchener Rück sichert das Ganze ab und sichert sich so ebenfalls ein kräftiges Stück vom Kuchen. Bezahlen darf das alles der Verbraucher – also auch Sie! Direkt

(Fortsetzung auf Seite 12)

(Fortsetzung von Seite 11)

über die Gebühren für die Erzeugung und den Transport des Stroms (inklusiv der Verluste unterwegs!), indirekt über Steuergelder, die in ‚Anschubfinanzierung' und Subventionen fließen.

Vattenfall hingegen bezeichnet das DESERTEC-Projekt als **zu teuer** und **nicht rentabel**.

Greenpeace und die (derzeitige) **Bundesregierung** hingegen sind begeistert vom DESERTEC-Projekt. Auch Hans-Josef Fell von den Grünen, einer der geistigen Väter des deutschen Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG), hat keine Bedenken gegen das DESERTEC-Modell. Bringt es doch umweltfreundlichen Strom zu uns, die Stromnetze sind ja vorhanden, ein weiterer Ausbau könnte ohne größere Probleme und Einwendungen durch die großen Energiekonzerne erfolgen. So braucht man sich nicht länger mit der Problematik von Laufzeitverlängerungen alter Atomkraftwerke oder dem Bau neuer Kohlekraftwerke befassen und kann sich als Umweltschützer der Sonderklasse feiern lassen. Prima, oder? Das unsere Unabhängigkeit dabei auf der Strecke bleibt, wird übersehen, genauso wie die Tatsache, dass nur bei einer dezentralen Energieerzeugung vor Ort auch die Arbeitsplätze und Erträge hier bei uns bleiben und nicht in der Wüste versickern. Hoch lebe die Globalisierung. Wir zahlen, damit das Feudalleben der Scheichs auch in Zukunft gesichert ist.

Große Bedenken

Hermann Scheer schreibt zum DESERTEC-Projekt (18.06.2009, Zitat, auszugsweise)

+ 18.06.2009 + Hermann Scheer: "Unterschätzt werden dabei die voraussichtlichen tatsächlichen Kosten dieses Projektes ebenso wie die Zeiträume zu dessen Realisierung."

Auch wenn das 400-Milliarden Projekt deutscher Konzerne für Solarstromerzeugung aus Nordafrika – das sogenannte DESERTEC-Konzept – allenthalben (von der Bundesregierung bis zu Greenpeace) begrüßt wird, rate ich von voreiligen übertriebenen Erwartungen an dieses Projekt und diesbezügliche Subventionsentscheidungen ab. Unterschätzt werden dabei die voraussichtlichen tatsächlichen Kosten dieses Projektes ebenso wie die Zeiträume zu dessen Realisierung. ...

Und: Bis zu dem Zeitpunkt, zu dem Solarstrom aus Nordafrika zu den von DESERTEC versprochenen Preisen geliefert werden kann (also frühestens 2020), wird die Solar- und Windstromerzeugung hierzulande deutlich preisgünstiger sein.

Außerdem muss stark bezweifelt werden, dass die von DESERTEC angegebenen Investitionskosten und Zeiträume tatsächlich eingelöst werden können. Die Kostenfaktoren unter den Randbedingungen von Wüstenkraftwerken (u.a. Schutz der Solarspiegel vor Sandstürmen und Sandwehen) werden grob unterschätzt, ebenso wie die Kosten und die Umsetzungsschwierigkeiten des Baus von mehreren Übertragungsnetzen durch mehrere Länder.

Das DESERTEC-Projekt kann zu einer großen Subventionsruine werden und sich als "Fata Morgana" erweisen – es sei denn, es wird dazu benutzt, den dynamischen Ausbau Erneuerbarer Energien hierzulande willkürlich zu stoppen.

Es gäbe nur einen einzigen Grund für dieses Projekt; wenn das Potential erneuerbarer Energien hierzulande nicht ausreichen würde. Mit diesem Argument werden auch die Laufzeitverlängerung der Atomenergie und neue Kohle-Großkraftwerke empfohlen. Doch diese Argumentation ist eine Potentiallüge, die gerade heute auf der Kasseler Konferenz "100%-Erneuerbare-Energie-Regionen" überzeugend widerlegt wird. Dort haben bereits 99 deutsche Kommunen und Landkreise ihre konkreten Konzepte vorgestellt, wie sie innerhalb von 20 Jahren zu einer Vollversorgung mit Strom aus Erneuerbaren Energien kommen können.

(Fortsetzung auf Seite 13)

(Fortsetzung von Seite 12)

Die DESERTEC-Befürworter übersehen, dass die Investitionsdynamik für Erneuerbare Energien gerade darin liegt, dass es bei dezentraler Anwendung viele Millionen Investoren und nicht nur wenige Stromkonzerne gibt.

Übersehen wird auch, dass mit der Dezentralisierung der Stromerzeugung überall regionale Wertschöpfung stattfindet statt nur in der Hand weniger Stromkonzerne, die unbedingt ihr Anbietermonopol erhalten wollen.

Solarstromerzeugung in Nordafrika ist eine wichtige Option – und zwar für die nordafrikanischen Länder selbst. Aber auch für diese ist die verbrauchsnahe Erzeugung – also die dezentrale – das sehr viel nahe liegendere und schneller realisierbare. Wer etwas von Solarenergie versteht, der weiß, dass es massive – und nicht zuletzt wirtschaftliche – Gründe gibt, nicht die Struktur von atomaren und fossilen Großkraftwerken zu kopieren. Diese Struktur war und ist das größte Hindernis gegenüber der Einführung Erneuerbarer Energien. Es ist merkwürdig, dass selbst Greenpeace das noch nicht verstanden hat.

Zitat-Ende. Dem können wir nur voll und ganz zustimmen!

Deutschland, wir haben ein Problem

Könnte man sagen – in Ablehnung an den Ausspruch „Housten, wir haben ein Problem“ vom Kommandanten der Mondfähre Apollo 13. Wir alle wissen, dass die Raumfahrer mit viel Glück und etlichen technischen Tricks heil zur Erde zurückgekommen sind. Gerade noch mal gut gegangen! Ob es bei uns auch ein zwar knappes, aber gutes Ende nimmt, steht in den Sternen.

Unser Problem heute ist, dass alle noch immer davon ausgehen, dass allein das Stromnetz das A und O der Energie des letzten Jahrhunderts, auch die moderne Energie für das zweite Jahrtausend sein (bleiben) soll. Doch dieser Ansatz ist falsch! Und wie jeder weiß, kann das Ergebnis nicht richtig sein, wenn man mit falschen Annahmen rechnet.

Albert Einstein hat schon erkannt und gesagt: **„Wir können Probleme nicht mit den Denkmustern lösen, die zu ihnen geführt haben“**.

Ein weiterer Spruch von Albert Einstein lautet: **„Es ist schwieriger, eine vorgefasste Meinung zu zertrümmern als ein Atom“**.

Was wir brauchen

Wir brauchen Strom. Wir brauchen aber auch Wärme und Mobilität! Die beiden letztgenannten kommen heute noch aus den Primärenergien Öl und Gas. Solange diese in großen Mengen und preiswert verfügbar waren, war die Energiewelt noch in Ordnung. Nun naht das Ende von billigem Öl und Gas und außerdem sind diese Primärenergien in hohem Maße für Umweltbelastungen und Klimaprobleme verantwortlich. Deshalb kann man auch nicht einfach auf Kohle ausweichen.

Wir brauchen also ein neues, zukunftsfähiges Modell, das allen Ansprüchen gerecht wird:

- Umweltfreundlich, CO2-frei / CO2-neutral,
- Stromlieferant – soweit Bedarf,
- Wärmelieferant – soweit Bedarf,
- Treibstofflieferant für Mobilität – soweit Bedarf,
- Arbeitsplätze sollen geschaffen/erhalten werden – vor Ort, in den Regionen des Verbrauchs – dort sollen auch die Erträge bleiben

(Fortsetzung auf Seite 14)

(Fortsetzung von Seite 13)

- Bezahlbare Energiepreise, nicht teurer als heute – am besten billiger
- Und das alles zusammen aus regenerativer Energie erzeugt, die auf unabsehbare Zeit, wenigstens aber für den überschaubaren Zeitraum der nächsten tausend Jahre verfügbar ist

Ein Wunschtraum, der in Erfüllung gehen kann, wenn wir das wirklich wollen! Wie wäre es mit Wasserstoff - hergestellt in vielen dezentralen Biowasserstoff-Fabriken aus nachwachsender Biomasse (keine Lebensmittel und nicht in Konkurrenz zu diesen)?

Deutschland, wir hätten da eine Lösung

Anstatt 400 Mrd. Euro in der Wüste zu verbauen und dafür bis zu 15 % unseres Stroms zu bekommen (woher kommt der Rest???) sollten wir **35 Mrd. Euro** in die Hand nehmen und ein **flächendeckendes Netz** von eben diesen genannten **Biowasserstoff-Fabriken** in Deutschland bauen. 35 Mrd. Euro, das sind nicht mal 10 Prozent des Wüstentraums. Dafür bekommen wir aber 100 **Prozent unserer benötigten Energie** und nicht nur 15 Prozent Strom! Die Technik macht's möglich, im Verbund mit kurzen Wegen und minimalen Verlusten.

Der dezentral erzeugte Biowasserstoff kommt über Rohrleitungen verlustfrei dorthin, wo er gebraucht wird – in Häuser, Fabriken, zu Tankstellen usw. Dort wird er entweder direkt verwendet, z.B. in Brennstoffzellenfahrzeugen (Bus, Auto, LKW, Eisenbahn usw.) oder mittels Brennstoffzellen in die benötigte Energie umgewandelt – Strom und Wärme oder Kälte (im Sommer).

Wie das im Detail geht, haben wir bereits in unserer 1. Ausgabe des Biowasserstoff-Magazins dargestellt. In der Ausgabe Nr. 5 haben wir das Beispiel ‚Brennstoffzellen in Ein- und Mehrfamilienhäusern' gebracht sowie ‚Kostenvergleich' Stromleitungen zu (Gas-) Rohrleitungen.

Einen Vergleich ‚Stromwirtschaft ./. Wasserstoffwirtschaft haben wir in der Ausgabe Nr. 11 gebracht und dabei auch aufgezeigt, dass alle Speicherprobleme bei einer Wasserstoffwirtschaft leicht lösbar sind – ganz im Gegensatz zur alten Stromwirtschaft.

In der Ausgabe Nr. 14 haben wir die neuen Möglichkeiten von „Terra Preta" aufgezeigt, wie sich bessere und höhere Erträge in einer Biomasse- aber auch der allgemeinen Landwirtschaft erzielen lassen. Dort haben wir auch die Möglichkeit der Abwasserreinigung und Güllebeseitigung durch Mikroalgen aufgezeigt.

Im ergänzten Themenheft ‚Biowasserstoff und Energiepflanzen' finden Sie Beiträge über das „Zweikultur-Nutzungskonzept", „Terra Preta" sowie „SAFE – Agroforstsysteme" und viele weitere Beiträge, z.B. „Lebensmittel und Energie".

Eine weitere Möglichkeit, auch Wüstenflächen für die Nahrungs- und Energiegewinnung zu nutzen, zeigt der Artikel 'Das Plankton Manifest - Planktonfarmen in der Wüste' in einer der nächsten Ausgaben auf.

Wir brauchen also keinen Strom in Deutschland aus dem DESERTEC-Modell und damit auch keine neue Superabhängigkeit eingehen.

Es gibt Lösungen, wenn...

Es gibt also Lösungen, wenn **wir das ernsthaft wollen**. Aber **damit das gelingt, müssen alle mitmachen**.

Die Politiker müssen die Rahmenbedingungen schaffen und aufhören, sich von den Lobbygruppen der Energiekonzerne neue, angeblich saubere Kohlekraftwerke, Verlängerungen für alte und marode

(Fortsetzung auf Seite 15)

(Fortsetzung von Seite 14)

Atomkraftwerke oder solche Ideen wie das DESERTEC-Projekt einreden oder aufschwätzen zu lassen.

Die Industrie- und **Autokonzerne** müssen endlich daran gehen, die Komponenten der Zukunftstechnologie in großen Stückzahlen zu fertigen, damit diese preiswert angeboten werden können. Dazu gehört auch der schnelle Einstieg in Brennstoffzellenfahrzeuge – in Serie (!!!) nicht nur als ein paar Versuchsmodelle, die dann später im Museum landen.

Die Menschen – alle, also **auch *Sie*** – müssen akzeptieren, dass irgendwo in ihrer Nähe (also auch in Ihrer Nähe) Biomasse-Kraftwerke gebaut werden. Vielleicht müssen da an manchen Stellen ein paar Bäume am Waldrand gefällt werden – die dann an anderer Stelle neu gepflanzt werden. Lastwagen fahren Biomasse zu den neu errichteten Fabriken – sobald die Technik mal flächendeckend ‚steht' fahren diese Lastwagen mit Brennstoffzellen und Biowasserstoff – also leise und sauber! Wir müssen – nach und nach – umstellen vom Bezug von Strom auf den Bezug von Biowasserstoff. Unseren Strom machen wir dann mit Brennstoffzellen, die Wärme gleich mit dazu und im Sommer auch die Kälte.

Übrigens geht von den Biowasserstoff-Kraftwerken keine zusätzliche Gefahr aus und bei einem Radius von etwa 25 km lassen sich bestimmt Standorte finden, die nicht direkt in unmittelbaren Nähe von Wohnungen, Erholungsgebieten usw. liegen.

Es müssen hierzu aber die entsprechenden **Flächennutzungspläne** von den Behörden erstellt und von den Bewohnern der Regionen akzeptiert werden. Dazu müssen Vorgaben von den Politikern kommen. Ebenso müssen **klare Regeln** geschaffen werden, damit niemand auf die Idee kommt, mit subventionierter Biomasse, die mit Schiffen aus fernen Ländern zu uns kommt, neue und ‚saubere' Energie zu erzeugen. Palmöl und andere Biomasse, für dessen Anbau Urwälder gerodet und Ureinwohner dieser Gebiete ausgebeutet werden, brauchen wir nicht!

In unserem Themenheft „**Biowasserstoff - Wie kann man beginnen?**" finden Sie viele weitere Informationen zum Thema „Biowasserstoff".

Wir alle müssen endlich erkennen, dass bei sich immer schneller verändernden Gegebenheiten (Umweltproblematik, Ende der billigen Öl- und Gasvorräte usw.) die alten Energien aus dem letzten Jahrhundert für eine gute und sichere Zukunft in diesem und in den nächsten Jahrhunderten nicht länger geeignet sind. **Wir brauchen die beste der neuen Energien – Biowasserstoff, dezentral erzeugt. Das ist die Zukunftslösung für uns alle!**

Also lasst uns endlich anfangen. Jetzt - die Zeit ist reif!

Die Zeit ist auch reif, allen **Politikern**, die noch immer **nicht begriffen haben**, um was es überhaupt geht und **die Wahnsinnsidee des DESERTEC-Projekts** blind unterstützen, die **rote Karte** zu zeigen. Die nächste **Bundestagswahl** lässt grüßen!

Die im Text aufgeführten Hefte unseres Biowasserstoff-Magazins finden Sie alle online im Internet unter http://biowasserstoff-magazin.richey-web.de/ - auf der Startseite bzw. zum Teil über die Links ‚Themenhefte' und ‚Energiestrategien'.

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

Stackkomponenten - Torsten Pörschke

Industrielle Fertigung von Bipolarplatten

Ein PEFC-Stapel (Stack) hat einen modularen Aufbau aus Bipolarplatten und zwischen diesen Platten liegenden Membranen, auf denen die Elektroden aufgebracht sind (auch MEA - membran elektrode assembly genannt). Diese Teile einer Brennstoffzelle sind gut für eine Massenfertigung geeignet.

Für Bipolarplatten existieren vier bekannte Herstellungsverfahren der Massenproduktion, von denen drei für metallische Bipolarplatten geeignet sind. Metallplatten haben eine hohe elektrische und thermische Leitfähigkeit, hohe Oberflächenqualität, mechanische Stabilität, gute Umformeigenschaften und Gewichtsvorteile bei geringen Dicken. In der Pionierzeit wurden Bipolarplatten teilweise einzeln durch Fräsen angefertigt und gemeinsam mit der MEA dann per Hand zusammengebaut. Um die industrielle Fertigung von Brennstoffzellen voranzubringen, werden aber andere Technologien benötigt.

Auf der Hannovermesse 2008 stellte die Fa. Graebener Maschinentechnik aus Netphen-Werthenbach eine Maschine zur Fertigung von großen metallischen Bipolarplatten vor, die auf der Basis von Hydroforming arbeitet. Die dazu entwickelte Technologie nennt sich Power Boxx®. Die Metallplatte befindet sich vor dem Umformen in einem geschlossenen Werkzeug. Sie nimmt durch den von der hinein gepressten Wasser-Öl-Emulsion erzeugten Innendruck die Form der Werkzeuggravur an. Dadurch lassen sich Gaskanäle in die Bipolarplatten einarbeiten, die durch sehr geringe Radien (0,2 mm) an den Kanten auffallen und somit einen hohen Wirkungsgrad durch optimalen Gasfluss sicherstellen. Bis zu 4 Zyklen pro Minute lassen sich mit einer solchen Maschine fahren. Erreicht werden können Plattenabmessungen von 500 x 500 mm.

Das gängigste Herstellungsverfahren für Bipolarplatten stellt das Stanzen mit Hilfe einer Viersäulenpresse und eines Stanz- und Umformwerkzeuges dar. Diese Technologie wird von den meisten Herstellern angewandt. Im Vergleich zum Hydroformen lassen sich je nach Größe in der Minute bis ca. 60 Bipolarplatten herstellen. Nachteilig sind hier allerdings die schlechteren Flow-Fields der Gaskanäle. Beim Hydroforming kann die Durchbiegung der Metallplatten so kompensiert werden, dass sie absolut eben werden (Formtoleranz 0,03 mm). Das ist bei einem Stanz- und Umformwerkzeug wesentlich schwieriger zu bewerkstelligen. Hinzu kommt eine wesentlich höherer Anschaffungspreis für die Presse (Hydroformingmaschine nur 30 Prozent davon) und die Notwendigkeit eines Maschinenfundamentes zur Aufnahme der Kräfte. Eine Fertigung von verschiedenen Plattengrößen oder mehreren Platten in einem Hub ist mit einer Presse im Gegensatz zum Hydroforming nicht möglich.

Ein sehr innovatives Herstellungsverfahren wurde durch die Firma Cell Impact AB aus Karlskoga/ Schweden auf den Hannovermessen 2007, 2008 und 2009 vorgestellt. Mit Hilfe von hoher kinetischer Energie werden hier Bipolarplatten aus Edelstahl nach einem eigenen Patent gefertigt, dass sich an eine Technologie aus der Rüstungsindustrie anlehnt. Zur Herstellung werden zwei entgegengesetzte Stromstösse in das Werkstück übertragen, die einen extremen Druck von bis zu 4 GPa erzeugen, der sich explosionsartig entlädt. Die Platte erhält gleichzeitig ihre Form auf beiden Seiten innerhalb von 20 ms. Wie am Ausstellungsstand zu erfahren war, lassen sich damit auch sehr tiefe Strukturen in die Bipolarplatten bringen. Dünne Edelstahlplatten mit sehr feinem Muster sind ebenfalls möglich, weil das Material nach der Herstellung nicht zurückfedert. Die Fertigungstoleranzen betragen plus/minus 0,01 mm. Verschiedene Edelstahlsorten und Korrosionsbeschichtungen werden angeboten. Bipolarplatten mit einer Kantenlänge von 600 mm sind herstellbar. Die beiden vorhandenen Fertigungslinien am Firmenstandort haben eine Kapazität von jeweils 30 Mio. Stück pro Jahr, pro Sekunde wird eine Platte produziert.

Besonders erwähnenswert ist auch der Hersteller Schunk Kohlenstofftechnik GmbH aus Heuchelheim, der seit vielen Jahren schon Bipolarplatten aus Graphitformpressmassen fertigt. Aus Graphitpulver und einem speziellen Schnellhärter (ca. 15 Prozent Anteil in der Pressmasse) werden Platten in

(Fortsetzung auf Seite 17)

(Fortsetzung von Seite 16)

entsprechenden Werkzeugen gefertigt. Die Technologie nennt man Warmgesenkpressen. Kohlenstoff hat den Vorteil, dass es entstehendes Wasser in der Brennstoffzelle abstößt und nicht korrodieren kann. Sie verfügen über eine hohe elektrische Leitfähigkeit. Eine Entwicklungskooperation mit der Firma Freudenberg FFCCT KG aus Weinheim führte jetzt zu einer technologischen Innovation. Zwei fertige Bipolarplatten werden dabei in ein Spritzgußwerkzeug eingelegt und gegeneinander verpresst. Dadurch werden die Gaskanäle für das Flow-Field hergestellt. In die beiderseitig vorhandenen Nuten wird nun ein Elastomer eingespritzt, das für die Abdichtung der Platten sorgt. Damit lässt sich die spätere Stackmontage leichter und sicherer gestalten. Schunk bietet Bipolarplatten bis zu einer Abmessung von 500 x 500 mm an.

Die Serienproduktion von Bipolarplatten ist angelaufen und bereits jetzt auf einen absolut tauglichem Niveau für den Massenmarkt. Das wird die Herstellungskosten für Brennstoffzellen senken helfen.

Bild 1 - BZ-Element

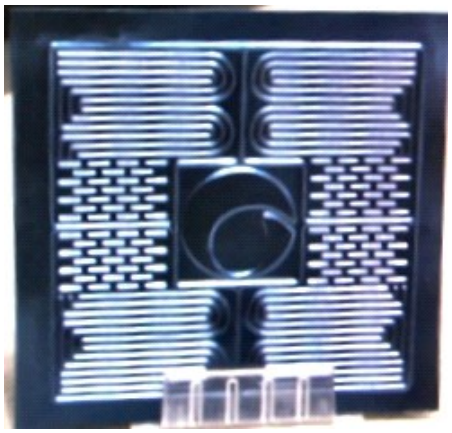


Bild 2 - BZ-Element-Detailansicht

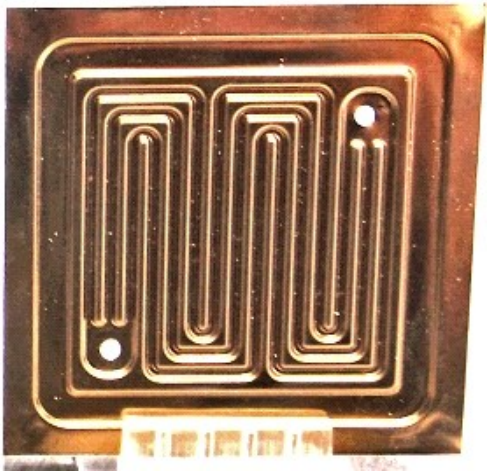


Bild 3 - BZ-Element-Detailansicht

Bilder 1 bis 3 zeigen Probeplatten der Cell Impact AB, Karlskoga.

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

Wasserstoff-LKW - Manfred Richey

Wasserstoff-LKW

Auch im Bereich LKW tut sich etwas in Sachen Brennstoffzelle und Wasserstoff, wie die Hannover-Messe 2009 gezeigt hat. Weitere Senkungen des Kraftstoffverbrauchs bis hin zur Emissionsfreiheit sind nur mit Brennstoffzellen-Antrieben möglich. Mehrere Firmen haben diese Idee bereits aufgegriffen und präsentierten ihre Fahrzeuge auf der Hannover-Messe.

EcoCarrier HY3 - Leichtes Nutzfahrzeug mit Brennstoffzellen-Triple-Hybridantrieb

Die Wilhelm Karmann GmbH, Osnabrück und Proton Motor Fuel Cell GmbH, Puchheim präsentierten den EcoCarrier HY3, ein emissionsfreies Nutzfahrzeug für kommunalen Einsatz z.B. für Gartenbauämter und Stadtreinigung.

Bei dieser Ausführung des HY3 produziert die Brennstoffzelle von Proton Motor Strom aus Wasserstoff und lädt den Akku. Damit entfällt das zeitaufwendige externe Laden des Akkus. Zusätzlich sind Ultracaps installiert, um die beim Bremsen und Verzögern zurück gewonnene Energie zu speichern. Die Betankung des Fahrzeugs mit Wasserstoff dauert nur eine Minute. Im Vergleich zu einer Bleibatterie wird Gewicht von ca. 200 kg eingespart und die Reichweite des Fahrzeugs beträgt über 250 km.

Weltpremiere Triple-Hybrid

Der Einsatz von Brennstoffzellen zusammen mit Li-Ionen Akkus und Ultracaps (auch Supercaps genannt) ist eine Weltpremiere. Durch die Kombination von Brennstoffzelle, Akku und Hochleistungskondensatoren (Ultracaps) hat dieser Triple-Hybrid eine Reichweite von über 250 Kilometern. Zudem wiegt das Fahrzeug 200 kg weniger als ein Elektrofahrzeug mit Bleiakkumulatoren, wodurch seine Ladefähigkeit erhöht wird. Die Zuladung des Fünf-Meter-Lasters beträgt eine Tonne.

Hinweis: Die Triple-Hybrid-Technik wird im Beitrag 'Hybridisierung von Brennstoffzellenantrieben' ausführlicher beschrieben.

Bild 1 - Ladefläche für 4 Europaletten

Rechts: Bild 2 - Frontansicht

Einsatzgebiete

Der EcoCarrier HY3 ist für regional agierende Unternehmen konzipiert, deren Fahrzeuge regelmäßig zur Basis zurückkehren und so problemlos mit Wasserstoff versorgt werden können. Im Vergleich zu Batteriefahrzeugen entfallen lange Ladezeiten und aufwendige Batteriewechsel. Der Tank des Brennstoffzellensystems ist in einer Minute aufgefüllt. Der Verkaufspreis des Fahrzeugs soll unter 100 000 Euro liegen.

Proton sieht die Einsatzgebiete besonders in folgenden Bereichen: universelle kommunale Nutzfahrzeuge, Flughafenfahrzeuge, Liefer- und Verteilfahrzeuge und Müllsammelfahrzeuge.

(Fortsetzung auf Seite 19)

(Fortsetzung von Seite 18)

Bild 3 - Kipper für Gartenbau

Rechts: Bild 4 - Hybrid-Konzept

Rechts unten: Bild 5 - Hybrid Fuel Cell System

Hybrid Konzept

Die Brennstoffzelle liefert den Durchschnittsbedarf an Energie.

Elektrische Speicher (Li-Ionen Akku, Ultracaps) decken Spitzenlasten ab, nutzen die Bremsenergie und sparen so bis zu 35 % Energie ein.

Hybrid Fuel Cell System

Brennstoffzelle, Li-Ionen Akku / Ultracaps, Luftversorgung, Wasserstoffversorgung, Kühlung und DC/DC Wandler als komplette Einheit zusammengestellt (Bild 4).

Bildquellen: Bild 1, 4 und 5: http://www.proton-motor.de/ - Pressebilder
Bild 2 und 3: Torsten Pörschke

Technische Daten

Geschwindigkeit	75 km/h
Beschleunigung:	0–50 km/h in 8,5 sec
Hybrid System:	35 kW
Brennstoffzelle:	5 kW
Kastenaufbau:	3,6 m³ Ladevolumen
Innenmaße Pritsche:	2450 x 1670 mm

Optionen:
Klimaanlage
Pritsche-, Kasten- oder Kipperaufbau

Hinweis:

Die Firma Karmann, Osnabrück hat Insolvenz angemeldet. Es ist abzuwarten, ob und wie es mit der Fertigung des EcoCarrier HY3 weitergeht.

(Fortsetzung auf Seite 20)

(Fortsetzung von Seite 19)

Hytruck C8HE - 7,5 Tonner mit Brennstoffzellen-Hybridantrieb

Ebenfalls auf der Hannover-Messe 2009 zeigte die Firma Hytruck B.V., Beverwijk, Niederlande einen mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellen-Hybrid-LKW.

Eine 16 kW-Brennstoffzelle der NedStack fuel cell technology B.V. Arnhem, Niederlande produziert aus Wasserstoff Strom und versorgt damit die Lithium-Ionen-Batterie. Die Bremsenergie wird ebenfalls in Strom umgewandelt und der Batterie zugeführt. Mit diesem Antrieb erreicht der 7,5-t-LKW eine Reichweite von ca. 350 km, die Spitzengeschwindigkeit beträgt 85 km/h.

Der Hytruck C8HE basiert auf einem konventionellen Chassis des Mitsubishi Canter 7,5 t Lieferfahrzeugs. Es wurden die Antriebseinheit wie Motor, Getriebe, Differential und der Tank ausgebaut und durch die Komponenten 'Hytruck H2E driveline' für den Betrieb mit Brennstoffzellen und Wasserstoff ersetzt.

Die Brennstoffzelle liefert 16 kW Strom, der 227 l-Tank fasst 5,8 kg Wasserstoff bei 350 bar.

Die Lithium-Ionen-Akkus wurden dort eingebaut, wo sich früher der Treibstofftank befand.

Der Antrieb erfolgt über zwei elektrische Radnabenmotoren direkt an den Hinterrädern.

Bild Hytruck 1 - Seitenansicht

Bild Hytruck 2 - Chassis

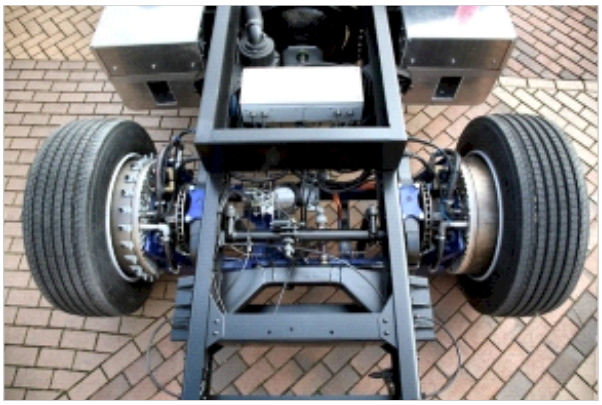


Bild Hytruck 3 - Hinterachse mit Radnabenmotoren

Oben: Hytruck 4 - Instrumente: Links: Power, Mitte: km/h, Rechts: Temperatur und H2-Tankanzeige

Bildquellen: Hytruck 1 - 4: http://www.hytruck.nl/EN/ - Publications

(Fortsetzung auf Seite 21)

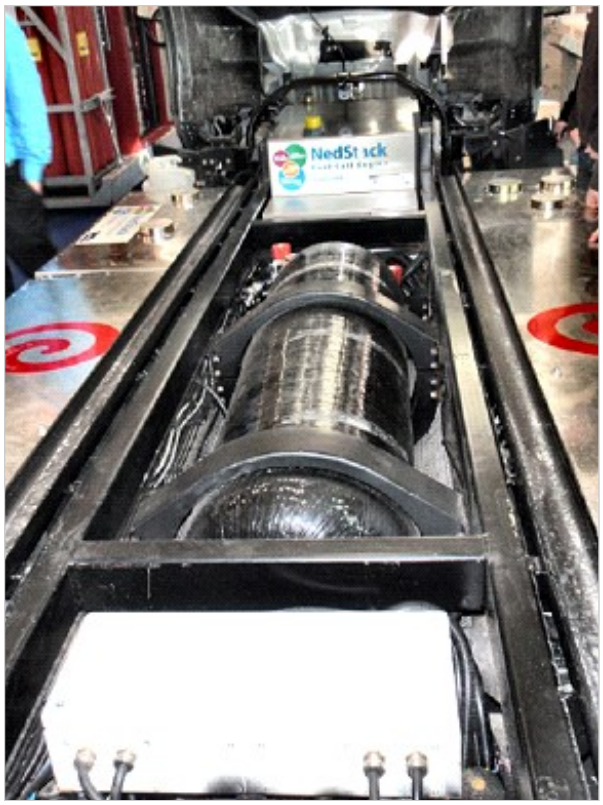
(Fortsetzung von Seite 20)

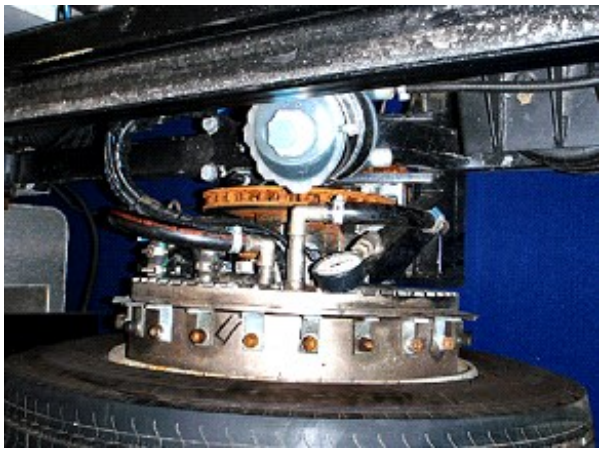
Detailbilder des Brennstoffzellen-Hybrid-LKW

Die Bilder zeigen Details vom Aufbau des Fahrzeugs.

Bild 5: Ansicht von vorn, Kabine gekippt

Bild 6: Brennstoffzelleneinheit von NedStack





Oben: Bild 7 - Radnabenmotor

Links: Bild 8 - Wasserstoff-Tank (in der Mitte)

Bildquellen: Bild 5 -Bild 8 Torsten Pörschke

(Fortsetzung auf Seite 22)

(Fortsetzung von Seite 21)

Hytruck C8HE - Technische Daten

Gewicht

Brutto	7500 kg
Netto	4100 kg
Zuladung	3400 kg

Brennstoffzellensystem

Type	PEM Fuelcell stack
Leistung	15 kW nominal
	21 kW peak

Wasserstoff-Tank

Kapazität	227 Liter
Druck	350 Bar
Füllmenge	ca. 5,8 kg

Akkus

Type	Lithium-ion phosfate
Kapazität	15 x 12,8 V / 130 Ah
Leistung	25 kW nominal
	50 kW peak

Radnabenmotoren (pro Rad)

Drehmoment	1250 Nm nominal
	2500 Nm peak
Leistung	30 kW

Fahr-Leistungen

Spitzengeschwindigkeit	85 km/h
Reichweite	350-400 km

Emissionsklasse ZERO

Der Verbrauch an Wasserstoff wird mit 1 kg / 65 km angegeben, was ca. 1,54 kg / 100 km entspricht. Die Akkus und Ultracaps werden im Betrieb durch zurück gewonnene Bremsenergie geladen. Die Akkus können aber auch über Steckverbindungen direkt am Stromnetz geladen werden, wobei die Ladezeit mit ca. 4 Stunden angegeben wird.

Die **Effizienz** der Brennstoffzellen wird mit 50 - 60 % angegeben, die **Lebensdauer** der Brennstoffzellen wird mit > 10.000 Stunden, was etwa 300.000 bis 500.000 km entspricht.

Als **Preise** nennt Hytruck folgende Werte:

Phase 1 Hytruck-Demofahrzeug = 1.900.000 Euro

Phase 2 Erste Kundenfahrzeuge = 500.000 Euro

Die Serienpreise könnten etwa maximal um den Faktor 3 billiger werden.

(Fortsetzung auf Seite 23)

(Fortsetzung von Seite 22)

Wie am Messestand zu erfahren war, plant der Hersteller in den nächsten Jahren schrittweise den Vorstoß in die Klassen bis 18 und bis 35 t.

Volvo - Brennstoffzellen für Bordstrom

Der schwedische Nutzfahrzeughersteller Volvo verfolgt ein anderes Konzept und entwickelt gemeinsam mit dem norwegischen Ölkonzern Statoil ein Brennstoffzellen-Aggregat, welches Lkw im Stand mit Bordstrom versorgen soll. Die Brennstoffzelle soll mit Wasserstoff betrieben werden, der aus Dieselkraftstoff aus dem Tank reformiert wird.

Die Entwicklung sei besonders für die USA geeignet, weil die Lkw-Fahrer dort oft den Motor im Stand laufen lassen (müssen), um beispielsweise während der Übernachtung die Klimaanlage mit Strom zu versorgen. Bei geschätzten 500 000 schweren Lkw auf den Highways könnten nach Aussage von Volvo auf diese Weise pro Fahrzeug 20 bis 30 Tonnen Kohlendioxid und Stickoxide vermieden werden.

In Deutschland und vielen Gegenden von Europa ist es zwar meist nicht so heiß, dass die Fahrer bei den gesetzlich verordneten Pausen die Klimaanlage laufen lassen müssen. Aber es gibt ja auch die Kühltransporte, für die auch während der Pausen eine Kühlung ohne Unterbrechung erforderlich ist. Auch dafür wäre dieses Konzept geeignet.

Fazit

So unterschiedlich die Konzepte sind, weisen sie doch in die richtige Richtung einer modernen und zukunftsträchtigen Technologie. Auch wenn die Preise für die Prototypen und ersten Kleinserienfahrzeuge noch hoch sind, können diese bei Serienfertigung rasch gesenkt werden.

Auch das Konzept von Volvo macht Sinn. Solange es (noch) keine flächendeckende Wasserstoffversorgung gibt, kann man durchaus auch mit Brennstoffzellen unter Verwendung von Diesel, der zu Wasserstoff reformiert wird, eine Menge Energie sparen und die Umwelt entlasten.

Jetzt beginnen - das zählt mehr, als abzuwarten, bis die Zeit reif ist. Denn die Zeit ist *jetzt* reif!

Wir werden die weitere Entwicklung von Lastkraftwagen mit Brennstoffzellen und Wasserstoff beobachten und zu gegebener Zeit erneut berichten und/oder vorhandene Beiträge aktualisieren.

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

Wasserstoffbusse VI - Torsten Pörschke

Wege übers Land

Brennstoffzellenbus in Barth - der Prototyp

Bild 1: www.proton-motor.de/

Ein BZ-Hybrid-Bus, gebaut von der Firma Proton Motor in Zusammenarbeit mit der Fahrzeugbau Strela GmbH, wurde am 04.09.2006 auf dem Marktplatz in Barth (Mecklenburg/Vorpommern) feierlich übergeben. Diesem Ereignis vorausgegangen war eine Diplomarbeit an der FH Stralsund, die sich mit Leistungssteigerung der Kläranlage der Stadt Barth beschäftigte. Durch den ständig steigenden Tourismus fiel in der Stadt immer mehr Abwasser an, dafür waren aber die Kapazitäten nicht vorhanden. Als kostengünstigste Lösung wurde die Einbringung von zusätzlichem Sauerstoff in die Anlage erkannt. Den Sauerstoff wollte man vor Ort aus Solarstrom per Elektrolyse gewinnen und für den Wasserstoff suchte man eine Verwendung. Schließlich setzte sich die Idee durch, einen Wasserstoffbus zu beschaffen sowie eine Betankungsanlage zu bauen. Erstmals sollte damit auch ein BZ-Bus im Überlandverkehr betrieben werden, während alle bisherigen praktischen Erprobungen im Stadtverkehr stattfanden. Insgesamt wurde für das Leitprojekt Barth im Rahmen der Wasserstoffinitiative Vorpommern 2,7 Mio. Euro ausgegeben, davon waren 2,46 Mio. Euro Fördermittel des Landes und des Bundes. Zu einem regelmäßigen Einsatz des Fahrzeuges bei der Ostseebus GmbH im Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft kam es wegen technischer Probleme und Lieferschwierigkeiten von Bauteilen bisher nicht.

Bei diesem BZ-Hybrid-Bus handelt es sich um einen Prototypen, aufgebaut auf dem Fahrgestell des Neoplan MIC (Metroliner im Carbondesign). Die Montage der Serie erfolgte bei der Fa. Ernst Auwärter KG. Später wurde das Modell vom diesel-elektrisch betriebenen Neoplan N 6108 abge-

(Fortsetzung auf Seite 25)

(Fortsetzung von Seite 24)

löst. Der Niederflurbus hat eine Karosserie aus Kohle- und Glasfaserverbundwerkstoffen. Über die Vorgeschichte von Proton Motor haben wir bereits im Biowasserstoff-Magazin Nr. 3 berichtet. Die Ausführung des N 8008 FC hat eine Länge von 8.300 mm, eine Breite von 2.340 mm und eine Höhe von 2.965 mm. Das maximal beladene Fahrzeug bringt 10 t auf die Waage. Es wurden auch Ausführungen mit Elektroantrieb gebaut, deshalb war dieses Busmodell auch für den Einbau eines Brennstoffzellenantriebes gut geeignet. Befördert werden können 12 Personen auf Sitzplätzen und weitere 22 Personen stehend. Eingebaut war zunächst eine BZ-Einheit vom Typ PM Basic A 50. Die insgesamt 6 BZ-Stack-Module erreichten zusammen eine Leistung von 48 kW. Eine Speicherbatterie diente der Rückgewinnung von Bremsenergie und der Unterstützung der Brennstoffzelle beim Anfahren. Dadurch konnte eine Höchstleistung von 80 kW erzielt werden. Das reichte für eine elektronisch gedrosselte Maximalgeschwindigkeit von 70 km/h. Die beiden je 320 l Wasserstoff fassenden Tanks wurden mit einem Druck von 200 bar betankt, das ergab eine Reichweite von ca. 180 km.

Offenbar war das System Brennstoffzelle - Energiespeicher im Bereich der Steuerung noch nicht ganz ausgereift. Deshalb wurde bereits im April 2008 angekündigt, das Fahrzeug mit einem anderen BZ-System auszurüsten. Mittlerweile installierte man zwei je 16 kW leistende Module der Firma Hydrogenetics, passte die Bordelektronik entsprechend an und hofft nun auf einen erfolgreichen Betrieb.

Proton Motor hat aus diesem Projekt gelernt und konnte am 06.05.2009 die Auslieferung des weltweit ersten BZ-Triple-Hybrid-Busses gemeinsam mit dem Trolleybus-Hersteller Skoda Elektric in Puchheim bei München vermelden.

Triple-Hybrid-BZ-Bus

Bild 2: proton-motor.de/ Pressebilder

Ausgerüstet mit dem BZ-System PM Basic A 50 (Bild nächste Seite), Ultracaps und Lithium-Ionen-Akkumulatoren stellt dieses Fahrzeug den Stand der Technik dar. Der Bus ist 12.000 mm lang und wiegt maximal 18 t. Die Höchstleistung aller drei Energielieferanten und des Elektromotors wird mit 120 kW angegeben. Die Energiespeicher machen den Einbau einer kleineren und kostengünstigeren BZ im Verhältnis zum Fahrzeuggewicht möglich. Die Ultracaps können mindestens 20 s lang die in ihnen gespeicherte Energie abgeben, bei längeren Bergauffahrten und anderen Fahrsituationen werden die Akkumulatoren zusätzlich genutzt. Der Bus verfügt über 28 Sitz- und 30

(Fortsetzung auf Seite 26)

(Fortsetzung von Seite 25)

Stehplätze. In die Tanks passen 20 kg Wasserstoff bei 350 bar. Das Fahrzeug soll ab Mitte 2009 in Neratovice bei Prag zu Einsatz kommen. Eine Serienfertigung des Busmodells ist vorgesehen.

BZ-System PM Basic A 50
Bild 3: www.proton-motor.de/ Presse

Triple-Hybrid-Brennstoffzellen-Aggregat im Heck des Busses.

Bild 4: www.proton-motor.de/ Pressebilder

Das neue Triple-Hybrid-Brennstoffzellen-Aggregat im Heck des Busses.

Im Vergleich zu Bild 1 (S. 24) sieht man deutlich die Unterschiede der neuen Technik.

Bild 5: www.proton-motor.de/ Pressebilder

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

Wasserstoffbusse VIa - Proton 12 m City Bus Prag - Manfred Richey

(Ergänzt 15.04.2012)

Abb. 1

Seit Sommer 2009 verkehrt in Prag ein Brennstoffzellen Linienbus. Der Stadtbus wurde von Proton Motor Fuel Cell GmbH, spezialistert auf Brennstoffzellen- und Hybridsysteme und Skoda Electric aus Pilsen/Tschechien entwickelt. Diese umweltfreundliche und hocheffiziente Technologie kommt im Gegensatz zu gängigen Hybridantrieben ganz ohne Verbrennungsmotor aus und verwendet eine Kombination aus Brennstoffzellen, Batterien und Ultracaps*.

Als weltweit renommierter Hersteller von Oberleitungsbussen und elektrische Schienenfahrzeugen war Skoda Electric für das Fahrzeug einschliesslich des elektrischen Antriebs und die Systemintegration verantwortlich. Die Projektkoordination wurde von UJV übernommen, einer führenden Forschungseinrichtung der Tschechischen Republik. Proton lieferte den weltweit ersten Triple Hybrid* Brennstoffzellenantrieb. Das Konzept schöpft die Vorteile des elektrischen Antriebs voll aus, speichert entstehende Bremsenergie und ermöglicht so eine Energieeinsparung von über 50 Prozent gegenüber konventionellen Diesel-Bussen. Dabei ist sie vollkommen emissionsfrei. Herzstück bildet das 50-kW-Brennstoffzellensystem PM Basic A 50* von Proton Motor.

Das Basisfahrzeug ist ein 12-Meter Standardbus mit 18 Tonnen zulässigem Gesamtgewicht. Die Nennleistung des Antriebs liegt bei 120 kW (163 PS). Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 65 km/h, der Aktionsradius im Stadtverkehr liegt bei mehr als 250 km pro Tankfüllung. Der Bus wird mit 20 kg gasförmigem Wasserstoff bei 350 bar betankt, dieser Vorgang dauert weniger als 10 Minuten. Das Fahrzeug steht seit Mitte 2009 im Raum Prag im täglichen Betrieb.

Im Jahr 2011 wurde der Bus auf die neueste Stack Technologie umgerüstet und ist im Herbst 2011 wieder an den Betreiber übergeben worden. Zurzeit finden intensive Testfahrten auf einer Buslinie in Neratovice (in der Näge von Prag) statt, um genaue Verbrauchsdaten (H2-Verbrauch) zu ermitteln.

*) Einen Bericht über UltraCaps / SuperCaps finden Sie im Heft Nr. 13, über Triple-Hybrid-Brennstoffzellenantriebe berichten wir in dieser Ausgabe im Artikel „Hybridisierung von Brennstoffzellenantrieben“, einen Artikel über das BZ-System PM Basic A 50 finden Sie ebenfalls in dieser Ausgabe.

(Fortsetzung auf Seite 28)

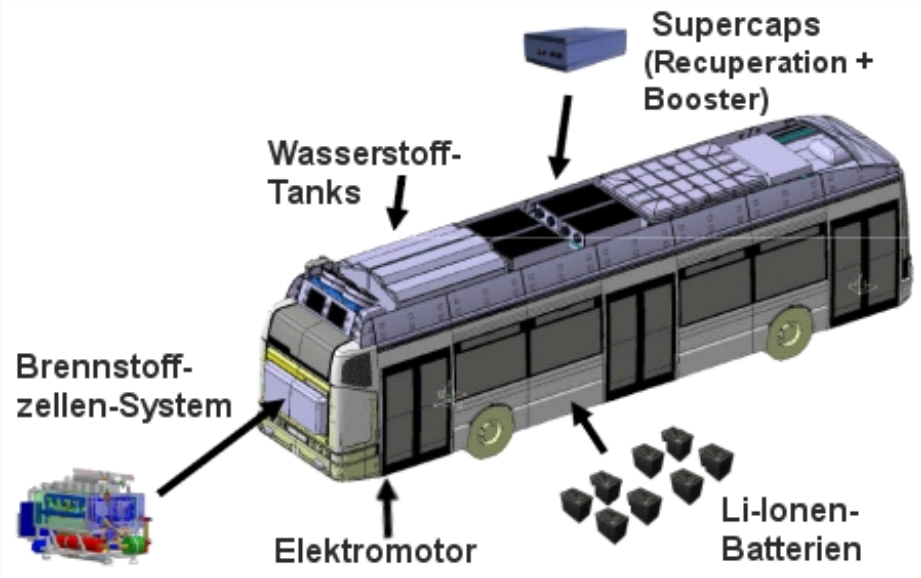


Abb. 2 - Anordnung der Systemkomponenten

Abb. 3 - SuperCaps auf dem Dach; Rechts oben: Abb. 4 - SuperCaps, unten: Abb. 5 - Li-Ionen-Batterie

Super-Caps

Maximum Power > 200 kW
Specific Energy: 1,61 Wh/kg
Specific Power: 355 W/kg
Durability: over 1 mio load cycles
Weight: 660 kg

Li-Ionen-Batterie

Voltage: 422 V (22 modules)
Energy: 27.4 kWh
Specific Energy: 80 Wh/kg
Specific Power: 155 W/kg
Weight: 326 kg

(Fortsetzung auf Seite 29)

(Fortsetzung von Seite 28)

Abb. 6 - Brennstoffzellensystem im Heck des Fahrzeugs

Project Partners

Skoda Electric
- Vehicle packaging
- Design and manufacturing of power electronics
  (e.g. DC/DC-converters, battery charger)
- Design and programming of Power Management
- Initial commissioning of vehicle
- Homologation

UJV (Nuclear Research Institute)
- Overall project management
- Financing

Proton Motor Fuel Cell GmbH
- Design Power Management
- Manufacturing and initial commissioning of Fuel Cell System
- Certification and integration of Fuel Cell System
- Initial commissioning of vehicle

Abb. 7 - Die Projektpartner

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

Brennstoffzellenbus im Miniformat

Neue Attraktion im Miniatur-Wunderland Hamburg

In unserer Ausgabe Nr. 13 berichteten wir über den Citaro F-CELL Brennstoffzellen-Hybridbus von Mercedes Benz, hier kommt ein Beitrag über die Miniaturausführung.

Brennstoffzellenbus im Miniformat

Im Miniatur-Wunderland Hamburg, der weltweit größten H0-Modelleisenbahnanlage, dreht ein Brennstoffenzellenbus im Maßstab 1:87 seine Kreise. Das vom Forschungsbereich der Daimler AG gesponserte Modell ist 14 cm lang.

Foto 09A115
Daimler AG

Pressemeldung Daimler AG vom 04.02.2009

Im Miniatur-Wunderland Hamburg, der weltweit größten H0-Modelleisenbahnanlage, dreht seit kurzem ein Brennstoffzellenbus im Maßstab 1:87 von Mercedes-Benz seine Kreise. Das vom Forschungsbereich der Daimler AG gesponserte Modell ist gerade mal 14 cm lang und voll funktionsfähig. Für den Antrieb sorgt eine Mini-Brennstoffzelle, die bei der Verbrennung von Wasserstoff und Sauerstoff Strom erzeugt, der wiederum den Mini-Elektromotor des Busses am Laufen hält. Der Tank reicht für fünf Minuten Fahrt – danach wird der Bus umweltfreundlich an einer eigens für den Bus gebauten Solartankstelle mit Wasserstoff aufgetankt. *(Anmerkung: Die Solartankstelle erzeugt Wasserstoff mittels Elektrolyse, was für diese geringen Mengen kein großes Problem sein sollte.)*

Das Miniatur-Wunderland in Hamburg ist eine Freizeitattraktion der Superlative. In der größten H0-Modelleisenbahnanlage der Welt fahren auf über 6 000 Quadratmeter Ausstellungsfläche rund 830 Züge mit 15 000 Waggons, gesteuert von 36 Computern. Weitere 200 000 Miniaturen bewegen sich und 300 000 Lichter beleuchten das Wunderland. Bei einem Gang durch diese Attraktion durchreist der Besucher viele Teile Deutschlands, Österreichs, der Schweiz und Skandinaviens. Im Jahr 2008 haben mehr als 1 Mio. Besucher die beliebte Touristikattraktion besucht.

(Fortsetzung auf Seite 31)

(Fortsetzung von Seite 30)

Foto 09A115
(Ausschnitt)
Daimler AG

Der Hintergrund für den Brennstoffzellenbus im Miniformat

Der Miniatur Brennstoffzellenbus folgt dem weltweit größten Brennstoffzellen-Praxistest. Zwischen 2003 bis 2006 waren 30 Busse auf Basis des Mercedes-Benz Citaro in europäischen Großstädten im öffentlichen Nahverkehr im Einsatz, je drei weitere in Australien (Perth) und China (Peking). Alle Fahrzeuge zusammen haben eine Laufleistung von über zwei Millionen schadstoffarmen Kilometern erreicht bei rund 135 000 Betriebsstunden. Mit einer Verfügbarkeit von 90 bis 95 Prozent haben die Citaro-Brennstoffzellen-Busse ihre Alltagsfähigkeit eindrucksvoll bewiesen. Die Busse fuhren im Rahmen des CUTE-Projektes (Clean Urban Transport for Europe), mit dem 31 europäische Partner aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik die Wasserstofftechnologie und –gewinnung sowie den Aufbau einer entsprechenden Infrastruktur vorangetrieben haben.

Text- und Bildquelle: Daimler AG (Pressemeldung)

Antares DLR-H2 - Motorsegler mit Brennstoffzellen

Fliegendes Testlabor für die Weiterentwicklung der Brennstoffzelle in der Luftfahrt

Der Motorsegler „Antares DLR-H2“ hat als weltweit erstes pilotgesteuertes Flugzeug mit reinem Brennstoffzellenantrieb in Hamburg seine Feuerprobe bestanden.

Antares-Start, Bildquellen (Ausschnitte) und Textauszüge: DLR (http://www.dlr.de/)

Vom Flughafen Hamburg startete am 7. Juli 2009 das weltweit erste pilotengesteuerte, mit Brennstoffzellen startfähige Flugzeug, Antares DLR-H2. Der Antrieb für die Antares wurde im DLR-Institut für Technische Thermodynamik zusammen mit den Projektpartnern Lange Aviation, BASF Fuel Cells und Serenergy (Dänemark) entwickelt. Der Motorsegler stellt eine neue Qualität auf dem Gebiet der hocheffizienten, emissionsfreien Energiewandlung dar und verdeutlicht die Fortschritte in der Brennstoffzellentechnologie.

Größte Innovation und Herzstück der Antares DLR-H2 ist der direkte Antrieb durch eine hocheffiziente Brennstoffzelle. Damit fliegt die Antares völlig CO2-frei und ist wesentlich geräuschärmer als andere vergleichbare Motorsegler. Die Leistungsfähigkeit und Effizienz der Brennstoffzelle wurde so weit verbessert, dass ein bemanntes Flugzeug damit abheben kann - so die Aussage von Prof. Dr.-Ing. Johann -Dietrich Wörner, Vorstandsvorsitzender des DLR. Damit kann gezeigt werden, welches Potenzial in dieser Technologie steckt, auch und vielleicht gerade für Anwendungen in der Luftfahrt. Neben dem Know-how in der Brennstoffzellentechnik hat die weitreichende und langjährige Erfahrung des DLR in der Zulassung von Systemen für die Luftfahrt Antares DLR-H2 erst möglich gemacht.

Serien-Motorsegler umgerüstet auf Brennstoffzellen-Antrieb

Basis der Antares DLR-H2 ist der Motorsegler Antares 20E der Firma Lange Aviation, Zweibrücken, mit einer Spannweite von 20 Metern. Um die Brennstoffzellen und den Wasserstofftank unterzubringen, wurden zwei zusätzliche Außenlastbehälter unter den dafür verstärkten Tragflächen angebracht. Da diese abnehmbaren und flexibel austauschbaren Container jeweils bis zu 100 Kilogramm zusätzliches Gewicht mit sich bringen, musste eine aeroelastische Neuauslegung der Flügel vorgenommen werden, damit die Stabilität des Flugzeugs nicht beeinträchtigt wird. Durch Optimierungsarbeiten des DLR-Instituts für Aeroelastik kann nun bei einer Geschwindigkeit von bis zu 300 Stundenkilometern ein flatterfreier Flug der Antares DLR-H2 gewährleistet werden. Der gegenwärtige Antrieb erlaubt eine Höchstgeschwindigkeit von zirka 170 Stundenkilometern. Antares hat mit der Brennstoffzelle als Antrieb eine Reichweite von 750 Kilometern bei fünf Stunden Flugzeit.

(Fortsetzung auf Seite 33)

(Fortsetzung von Seite 32)

Brennstoffzellensystem ist das Herzstück der Antriebstechnik

Das Brennstoffzellensystem wurde vom DLR-Institut für Technische Thermodynamik in Zusammenarbeit mit den Firmen BASF Fuel Cells (Elektrolytmembran und Katalysatoren) und Serenergy S/A (Stacksubsystem) entwickelt. Als Kraftstoff dient Wasserstoff, der in einer direkten elektrochemischen Reaktion mit dem Sauerstoff der Luft, ohne Verbrennung, in elektrische Energie umgewandelt wird. Während der partikelfreien Reaktion entsteht als Reaktionsprodukt nur Wasser. Wird der Wasserstoff durch regenerative Energien hergestellt, fliegt der Motorsegler ohne CO2-Ausstoß.

Die Brennstoffzelle ist unter dem linken Tragflügel angebracht, der Wasserstofftank, unter dem rechten Tragflügel und hat ein Fassungsvermögen von wahlweise zwei oder 4,9 kg. Das Brennstoffzellensystem zum Antrieb der Antares liefert bis zu 25 Kilowatt elektrische Leistung, im Geradeausflug benötigt das Flugzeug aber nur zirka zehn Kilowatt Leistung. Dabei arbeitet die Brennstoffzelle mit einer Effizienz von zirka 52 Prozent.

Die Gesamteffizienz des Antriebs vom Tank bis zum Antriebsstrang inklusive Propeller liegt mit bis zu 44 Prozent etwa doppelt so hoch wie bei herkömmlichen, auf Verbrennungstechnik basierenden Antriebstechniken. Dort können nur zwischen 18 und 25 Prozent der Energie aus dem Kerosin oder Diesel tatsächlich für den Antrieb bereitgestellt werden.

Betankung mit Wasserstoff, Bild: DLR

"An erster Stelle steht bei diesem Projekt natürlich die Sicherheit und Zuverlässigkeit des Antriebs durch die Brennstoffzelle", sagte Antares-Projektleiter Dr.-Ing. Josef Kallo vom DLR-Institut für Technische Thermodynamik. Genauso wichtig für die Realisierung des Projekts sei jedoch auch die richtige Architektur des Gesamtsystems: "Dazu gehören die absolut zuverlässige Brennstoffzelle, verbunden mit dem Antrieb des Flugzeuges und nicht zuletzt die ausgereifte Aerodynamik und Aeroelastik des Motorseglers."

Neu konzipiert wurde bei Antares auch die Kopplung der Brennstoffzelle mit dem Antriebs-Elektromotor. Die hierfür zusammen mit Lange Aviation und der Fachhochschule Bern/Biel entwickelte Motorsteuerung kann eine Spannung von 188 bis 400 Volt aufnehmen und regeln. Durch die direkte Kopplung der Brennstoffzelle mit dem Motor wird die Effizienz gesteigert, während Kosten, Zuverlässigkeit und Wartungsaufwand minimiert werden.

Brennstoffzelle als zukünftige Energiequelle für den Luftverkehr

"Mit dem erfolgreichen Erstflug haben wir zunächst die Flugtauglichkeit der Brennstoffzelle bewiesen, die nächsten Schritte fokussieren sich nun auf die Effizienzsteigerung und Langlebigkeit der Systeme", sagte Josef Kallo vom DLR-Institut für Technische Thermodynamik. So könnten die Leistungsdaten noch signifikant gesteigert werden, indem die Kühlungskonzepte, die Brennstoffzellenarchitektur und einige Komponenten, wie zum Beispiel die Luftversorgungsanlage, optimiert werden. "Wir haben erst einen Bruchteil der Leistungsfähigkeit dieser Technologie für Luftfahrtanwendungen ermöglicht. Die Antares DLR-H2 wird dazu beitragen diese Potenziale stärker auszuschöpfen."

(Fortsetzung auf Seite 34)

(Fortsetzung von Seite 33)

Wenngleich die Brennstoffzelle in absehbarer Zukunft nicht als primäre Energiequelle für den Antrieb von Verkehrsflugzeugen in Frage kommt, stellt sie doch als zuverlässige Bordstromversorgung in der kommerziellen Luftfahrt eine interessante und wichtige Alternative zu heutigen Energiesystemen dar: Hohe Effizienz geht einher mit minimalem Schadstoffausstoß, geringer Lärmbelastung, sicherem Flugbetrieb und hohem Passagierkomfort.

Ziel der Forschungsarbeit des DLR ist es, Brennstoffzellen unter realen Einsatzbedingungen in der kommerziellen Luftfahrt als zuverlässige Bordstromversorgung einzusetzen. In einem ersten Entwicklungsschritt realisierte das DLR gemeinsam mit Airbus Deutschland die Notstromversorgung der Hydraulikpumpen zur Steuerung des DLR-Forschungsflugzeugs Airbus A320 ATRA über ein Brennstoffzellensystem. In einem zweiten Schritt wird nun der dauerhafte Einsatz eines Brennstoffzellensystems zur Bordstromversorgung in Großraum-Verkehrsflugzeugen anvisiert.

Mit dem Motorsegler Antares DLR-H2 können Brennstoffzellensysteme für die Luftfahrt in Zukunft kostengünstig getestet werden. Dies optimiert unter anderem die Testzeit des DLR-Forschungsflugzeugs Airbus A320 ATRA.

Fliegendes Testlabor verstärkt zukünftig das Fuel Cell Lab Hamburg

Die Antares DLR-H2 wird in Hamburg bei Lufthansa Technik beheimatet sein und dort in den nächsten drei Jahren die Brennstoffzellenaktivitäten des DLR im Rahmen des Fuel Cell Labs als fliegender Versuchsträger verstärken. Das Fuel Cell Lab wurde von der Stadt Hamburg zusammen mit dem DLR und Airbus/EADS initiiert und soll einen Großteil der Wasserstoff- und Brennstoffzellenaktivitäten im Großraum Hamburg bündeln.

Antares in der Luft, Bild: DLR

Mit der Stationierung des Forschungsflugzeugs auf dem Gelände der Lufthansa Technik wird ein direkter Kontakt zu einem erfahrenen luftfahrttechnischen Entwicklungs- und Wartungsbetrieb aufgebaut. Diese Verbindung fördert auch die Einsatz- und Wartungsfreundlichkeit von zukünftigen, für die Großraum-Luftfahrt ausgelegten Brennstoffzellensystemen, die vom DLR als Entwicklungspartner für Airbus entworfen und untersucht werden. Um dieses gesamte fliegerische Know-how für die Brennstoffzellenanwendung zu sichern und weiter auszubauen, haben das DLR und die Lange Aviation einen Kooperationsvertrag geschlossen. Als weitere Partner sind BASF Fuel Cell GmbH, Serenergy und Lufthansa-Technik im Laufe des Jahres 2008 dazu gestoßen.

Fazit

Ein weiterer Schritt Hamburgs in eine moderne Zukunft: Über Wasserstoffbusse, Zemship, Wasserstoff-Schlepper und den Fiat Doblò haben wir bereits in früheren Ausgaben berichtet - nun folgt Antares DLR-H2. Ach ja, und dann gibt es auch noch die H2-Yacht (Bericht in dieser Ausgabe).

Vielleicht greift man in Hamburg auch noch die Idee der dezentralen Biowasserstoffherstellung aus Biomasse auf. Das wäre doch ein weiterer großer Schritt in eine neue Technologie, die preiswerten Biowasserstoff liefern und viele Arbeitsplätze vor Ort schaffen könnte.

Hybridisierung von Brennstoffzellenantrieben - Manfred Richey

Warum Hybridisierung?

Brennstoffzellenantriebe können für ein breites Anwendungsgebiet eingesetzt werden. Im mobilen Bereich z.B. PKW, LKW, Bus, Schlepper, Gabelstapler, Schiffe, Lokomotive, Motorrad und weitere...

Im stationären Bereich gelten meist ganz andere Bedingungen, als im mobilen Bereich, weshalb besonders im mobilen Bereich die Hybridisierung sehr gute Möglichkeiten zur Optimierung bietet. Hier wird die Hybridisierung im mobilen Bereich im Grundsatz dargestellt.

So vielfältig wie die Einsatzmöglichkeiten im mobilen Bereich sind, so unterschiedlich sind die Anforderungen an den Antrieb. Einbauplatz und Maximalgewicht spielen bei Anwendungen in Lokomotiven keine so große Rolle, wie bei einem Motorrad, einem Kleinflugzeug oder einem PKW.

Doch das ist nur die eine Seite der Medaille, auf der anderen Seite stehen benötigte Kraft und Spitzenleistung und die zugehörige Zeit: Dauerleistung oder kurzzeitige Spitzenleistung, z.B. beim Anfahren oder Beschleunigen. Ein LKW braucht mehr Leistung beim Anfahren und Beschleunigen als ein kleiner PKW oder ein Motorrad. Auf bergigen Strecken sind die Anforderungen wiederum anders, als im flachen Land.

Aber es geht noch um weitere Faktoren: Eine Rückgewinnung von Energie (Rekuperation) durch regeneratives Verzögern und Bremsen ist zweckmäßig, um die Reichweite zu erhöhen und den Kraftstoffverbrauch zu reduzieren.

Wenn man also beim Brennstoffzellenantrieb ausschließlich Brennstoffzellen einsetzt und auf Akkus (umgangssprachlich oft auch Batterien genannt) oder UltraCaps (auch SuperCaps genannt = Super- bzw. Hochleistungs-Kondensatoren) verzichtet, müssen die Brennstoffzellen auf die Maximalleistung ausgelegt werden und in der Lage sein, bei Bedarf sehr schnell (fast unverzögert) aus dem Leerlauf heraus maximale Leistung zu bringen, z.B. beim Anfahren, Beschleunigen oder bei Überholvorgängen.

Brennstoffzellenfahrzeug ohne Hybridisierung

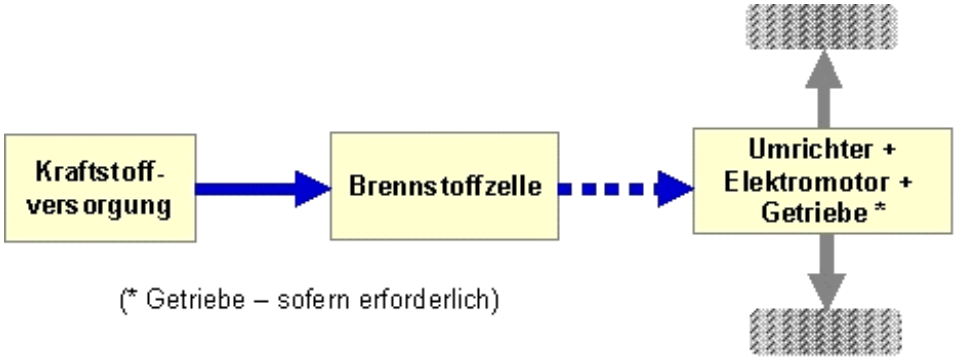


Abb. 1
BZ-Fahrzeug ohne Hybridisierung
Bild: Manfred Richey

Eine Energierückgewinnung ist bei reinem Brennstoffzellenantrieb nicht möglich, da ein entsprechender Energiespeicher fehlt. Also hat man sich schon sehr früh mit der Hybridisierung beim Einsatz von Brennstoffzellen befasst. Eng damit zusammen hängt die Optimierung eines Hybridsystems, die jeweils auf die entsprechende Anwendung ausgerichtet sein muss.

Kraftstoffersparnis durch Rekuperation

Sinn und Zweck von Hybridfahrzeugen ist eine Kraftstoffersparnis bis zu 30 % oder mehr, je nach Fahrzyklus. Die Rückgewinnung von Energie durch regeneratives Verzögern und Bremsen ist daher

(Fortsetzung auf Seite 36)

(Fortsetzung von Seite 35)

eine wichtige Voraussetzung, um eine solche Kraftstoffersparnis zu erreichen. Um die Energie beim Verzögern und Bremsen zurück zu gewinnen, wird der Elektroantrieb in diesem Betriebsbereich generatorisch betrieben. Der Elektroantrieb liefert also beim Verzögern oder beim leichten Bremsen elektrische Energie, die entweder den Akku lädt oder einen Zwischenspeicher mit kurzer Zeitkonstante, wie z.B. UltraCaps. Ganz neu ist die Triple-Hybrid-Technik, bei der sowohl Akkus als auch UltraCaps zum Einsatz kommen.

Hybridisierungs-Typen

Bei der Hybridisierung von Brennstoffzellenantrieben kann man zwischen verschiedenen Typen unterscheiden, die nachfolgend dargstellt werden sollen. Hierbei werden nur die unterschiedlichen Typen dargestellt und die Vor- und Nachteile kurz aufgeführt, ohne zu sehr ins Detail zu gehen.

Dual-Hybrid-Systeme

Booster

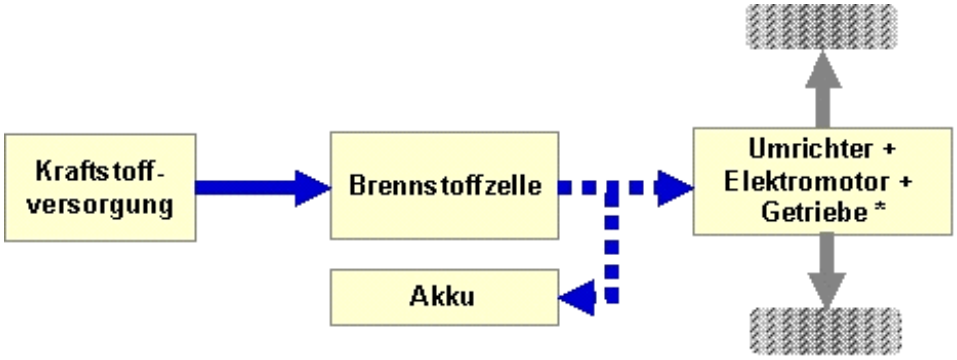


Abb. 2 - Booster
Bild: Manfred Richey

Die Brennstoffzelle liefert Energie für den Antrieb, kann bei Bedarf den Akku laden. Der Akku liefert parallel zur Brennstoffzelle bei Bedarf zusätzliche Energie. Je nach Auslegung ist auch ein Betrieb nur mit Akku möglich (kurze Strecken). Die Rückgewinnung von Energie beim Bremsen/Verzögern ist durch Rekuperation möglich, die Energie wird im Akku gespeichert.

Ein Problem ist die begrenzte Aufnahmemöglichkeit des Akkus; der Ladestrom darf nicht zu groß werden und die Ladespannung muss sorgsam geregelt werden, damit der Akku keinen Schaden nimmt.

Anstelle des Akkus können UltraCaps verwendet werden. Diese können sehr schnell mit hohen Strömen geladen werden und die Spannung ist in weiten Bereichen unkritisch.

Das Problem beim Einsatz von UltraCaps liegt darin, dass sie eine deutlich geringere Energiedichte als Akkus haben. Sie müssten also entweder sehr groß ausgelegt werden (teuer) oder können die erforderliche Energie nicht ausreichend bereitstellen.

Die Lösung liegt im Triple-Hybrid-System, wie weiter unten beschrieben.

Es besteht die Möglichkeit, denn Akku auch mittels Strom zu laden, z.B. nachts. Das wird in der Regel zurzeit noch preiswerter sein, als der Einsatz von Wasserstoff und Brennstoffzelle.

(Fortsetzung auf Seite 37)

(Fortsetzung von Seite 36)

Akku-Lader

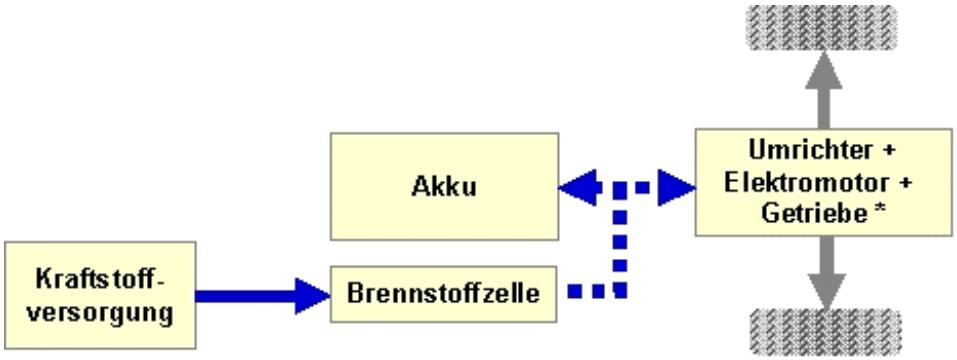


Abb. 3 - Akku-Lader
Bild: Manfred Richey

Bei diesem Modell lädt die Brennstoffzelle den Akku, der dann seine Energie an den Antrieb abgibt. Ja nach Auslegung kann so im Kurzstreckenverkehr nur mit Strom aus dem Akku gefahren werden. Die Brennstoffzelle wird erst zugeschaltet, wenn der Akku fast leer ist.

Es besteht die Möglichkeit, denn Akku auch mittels Strom zu laden, z.B. nachts. Das wird in der Regel zurzeit noch preiswerter sein, als der Einsatz von Wasserstoff und Brennstoffzelle.

Wenn es die Auslegung erlaubt, können anstelle des Akkus auch UltraCaps verwendet werden. Auch diese können bei Bedarf mit Strom geladen werden, verfügen aber nicht über eine so hohe Energiedichte wie Akkus.

Neben diesen beiden Hybridisierungssystemen gibt es noch ein weiteres, das

Triple-Hybrid-System®

Hinter der Triple-Hybrid-Technik steckt die Idee, die Vorteile der jeweiligen Komponenten gezielt zu nutzen:

- UltraCap: verlustarme Be- und Entladung, hohe Leistungen sind möglich, aber geringer Speicherinhalt;
- Akku: Im Vergleich zum UltraCap hoher Energieinhalt, aber deutlich niedrigere Spitzenleistungen;
- Brennstoffzelle: Hoher Umwandlungswirkungsgrad, aber keine Speicherfähigkeit

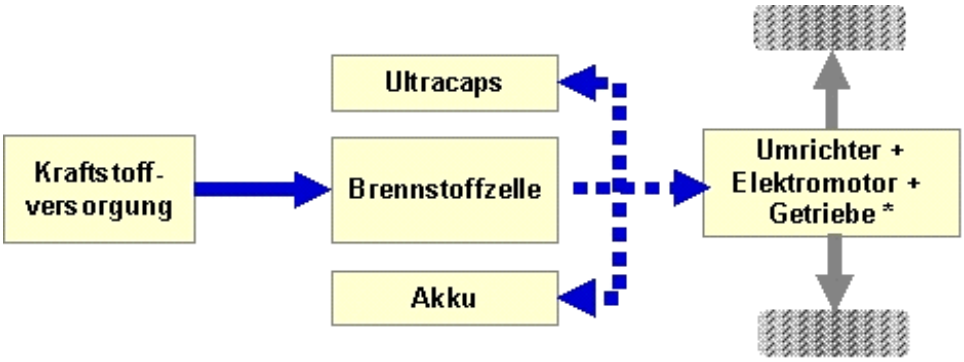


Abb. 4 - Triple-Hybrid -System
Bild: Manfred Richey

Dieses System wird von der Firma Proton verwendet und ist eine Kombination aus Brennstoffzellen, Akkus und UltraCaps. So werden die Vorteile des elektrischen Antriebs voll ausgeschöpft, die entstehende Bremsenergie gespeichert und so eine Energieeinsparung von bis zu 35 % ermöglicht.

(Fortsetzung auf Seite 38)

(Fortsetzung von Seite 37)

Durch den Einsatz von Akkus und UltraCaps können jeweils die Stärken beider Systeme ausgenutzt werden und zusätzlich kann eine kleinere Brennstoffzelle verwendet werden, wie der Systemvergleich im folgenden Abschnitt zeigt.

Bei Bedarf können auch hier Akku und UltraCaps mit Strom geladen werden. Das kann weitere Kosten sparen und die Reichweite verlängern.

Akkus und UltraCaps

Akkus, egal welcher Technologie, haben begrenzte Lade/Entlade-Zyklen, die im Bereich von 500 bis 1000 liegt bzw. bis zu 2000 bei neu entwickelten Typen. Zusätzlich kann die Lebenserwartung noch durch Stressfaktoren wie Hitze/Kälte, zu hohe Ladeströme, zu hohe Ladespannung usw. wesentlich verkürzt werden.

Lithium-Akkus weisen zwar eine hohe Energiedichte in der Größenordnung 100 Wh/kg auf, aber auch eine hohe Zeitkonstante sowie eine geringe Leistungsdichte von 300 W/kg.

Ultrakondensatoren (UltraCaps / SuperCaps) dagegen können mit nahezu unlimitierter Zyklenfestigkeit und Kapazitäten im Farad-Bereich als Zwischenspeicher eingesetzt werden.

UltraCaps haben eine moderate Energiedichte von 2 Wh/kg, aber eine hohe Leistungsdichte von 5000 W/kg, und das bei einer Zeitkonstante von 1 s.

Beim Triple-Hybrid-System kann so die rekuperierte Bremsenergie in UltraCaps gespeichert und dann kurzfristig zum Beschleunigen des Fahrzeugs über den Elektroantrieb zur Verfügung gestellt werden, ohne den Akku zu belasten. So werden bei Bedarf Spitzenleistungen, die aber nur für eine begrenzte Zeit verfügbar sind.

Die Akkus liefern kontinuierlich benötigte Leistung parallel zur Brennstoffzelle, wodurch diese kleiner ausgelegt werden kann. Die Aufladung von Akkus und UltraCaps erfolgt beim Verzögern bzw. Abbremsen (Rekuperation).

Anwendungsbeispiel Gabelstapler

Die Triple-Hybrid-Technik ist z.B. beim Gabelstaplerbetrieb mit seinen meist kurzen und stetig wechselnden Betriebszyklen zwischen Anfahren, Beschleunigen, Abbremsen, Heben und Senken besonders geeignet. Dabei können durchaus auch größere Strecken bewältigt werden, da nach dem Beschleunigungsvorgang im normalen Fahrbetrieb sehr viel weniger Energie benötigt wird – jedenfalls auf ebenen Strecken.

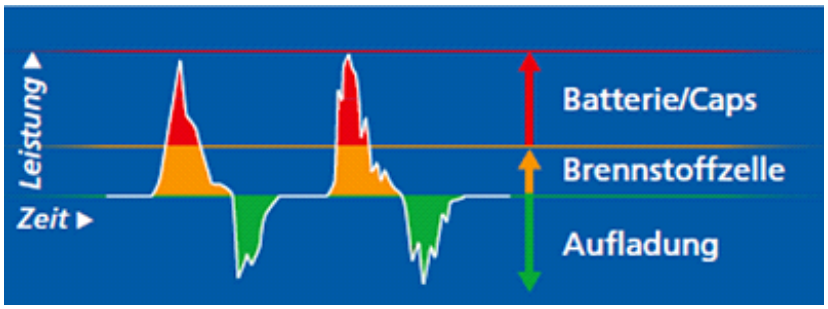


Abb. 5
Beispielhafter Arbeitszyklus
Bild: Proton EcoCarrier HY3-Flyer - www.proton-motor.de

Bild 5 zeigt einen beispielhaften Arbeitszyklus bei Einsatz des Triple-Hybrid-Systems von Proton-Motor in einem Gabelstapler.

(Fortsetzung auf Seite 39)

(Fortsetzung von Seite 38)

Aber auch in anderen Anwendungen wie PKW, Kleinlastwagen usw. kann das Triple-Hybrid-System sinnvoll eingesetzt werden, wenn es für die jeweilige Anwendung optimiert wird.

Systemevergleich

Mit einer Triple-Hybrid-Auslegung wird in der praxisgerechten Abbildung der Fahrzyklen der Steuerungsaufwand minimiert.

Nehmen wir zum Beispiel einen Gabelstapler, derzeit eine Domäne der Brennstoffzellentechnik. Proton Motor hat dafür anschlusskompatible und baugrößengleiche Brennstoffzellenmodule als Ersatz für die schweren Traktionsbatterien mit ihren stundenlangen Ladezeiten entwickelt.

Mit gängigem Dual-Hybrid-Antrieb fährt ein solcher Stapler typisch mit 15-kW-Brennstoffzelle und 500 kg schwerem Akku. Bei Triple-Hybrid reduziert sich das dann auf eine 7-kW-Brennstoffzelle, 50 kg für den Akku und 50 kg für die Kondensatoren (UltraCaps).

Die Brennstoffzellen liefern die erforderliche Leistung und laden die eingebaute Metall-Hydrid-Batterie. Die Speicherkondensatoren federn hohe Lastspitzen von 10 bis 20 Sekunden Dauer beim Beschleunigen ab. Die Aufladung erfolgt bei Verzögerungs- und Bremsvorgängen.

Fazit

Brennstoffzellen in Kombination mit Akkus und UltraCaps bieten vielfältige Möglichkeiten für moderne Antriebseinheiten. Für eine ausgeklügelte Steuerung und Regelung gibt es bereits heute moderne und preiswerte Technologien, die auch in großen Serien in herkömmlichen Fahrzeugen verwendet werden. Die Entwicklung im Bereich der Brennstoffzellen, Akkus und UltraCaps geht ständig weiter und bringt immer wieder neue und leistungsfähigere Produkte hervor. Brennstoffzellen-Hybridsysteme haben mit Sicherheit eine sehr gute Zukunft und können dazu beitragen, auch in der Zeit nach dem Versiegen von Erdöl und Erdgas unsere Mobilität zu sichern. Aber auch schon vorher, besonders bei wieder steigenden Öl- und Gaspreisen, tragen sie dazu bei, Energie zu sparen und die Umwelt zu schonen.

Jetzt muss noch eine flächendeckende Versorgung mit Wasserstoff auf den Weg gebracht werden - am besten mit dezentral erzeugtem Biowasserstoff.

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

SOFC an Bord - Wärtsilä und Wallenius Line - Torsten Pörschke

Auslaufmodell Schiffsdieselmotor

Wenn sich ein renommierter Ausrüster der Werftenindustrie für die Technologie der Brennstoffzelle engagiert, wird sich bald die gesamte Branche mit dem Thema beschäftigen müssen. Der finnische Konzern Wärtsilä Corporation begann bereits im Jahr 2000 mit ersten Schritten zur Entwicklung einer SOFC für maritime Anwendungen. Eine kleine Testanlage bis 5 kW konnte 2004 fertig gestellt werden. Am 23.10.2007 wurde dann der Alpha-Prototyp der WFC-20 zum ersten Mal erprobt. Der Brennstoffzellenstack stammt von der dänischen Firma Topsoe Fuel Cell AS, während Wärtsilä die Integration der Bauteile in das Gesamtsystem vornimmt.

Als mögliche Betriebsstoffe

Brennstoffzellen-Stack von Topsoe AS, der in der BZ WFC 20 von Wärtsilä verbaut wird.
Bild: Torsten Pörschke

werden Erdgas, Methanol und Wasserstoff angegeben. Die elektrische Leistung der SOFC beträgt 23,6 kW Gleichstrom, die über einen AC/DC-Wandler in 21,6 kW Wechselstrom umgewandelt werden. Die "verloren gegangenen" 2 kW benötigt der Wandler bzw. die Prozesse zur Steuerung und Regelung. Weitere 3,4 kW gehen für interne Prozesse der Brennstoffzelle weg. Effektiv können 18,2 kW elektrisch genutzt werden. Gleichzeitig entsteht in der SOFC natürlich viel Wärme, da sie konkret eine Arbeitstemperatur von 750 Grad Celsius hat. Somit muss eine Wärmeabfuhr aus dem Stack erfolgen. Die beiden Kühlkreisläufe stellen 9,4 bzw. 4,4 kW Wärme zur Verfügung, ungefähr 3 kW Wärme gehen verloren. Heruntergekühlt wird von 500 bzw. 194 Grad Celsius auf jeweils 90 Grad Celsius. Es ergibt sich ein Gesamtwirkungsgrad von 80 Prozent (Nutzen: 46 Prozent Strom und 34 Prozent Wärme). Eine Brennstoffzelle ist nur dann sinnvoll ausgenutzt, wenn Strom und Wärme gleichzeitig abgenommen werden. Für die maritime Anwendung als Auxiliary Power Unit (APU) bedeutet das, die Wärme muss zum klimatisieren der Schiffsräume genutzt werden. In der Frachtschifffahrt ist auch die Nutzung neuartiger Kühlcontainer denkbar, die die Abwärme von Brennstoffzellen mit verwenden.

Vom 11.01.2006 bis zum 30.04.2009 beteiligte sich Wärtsilä an dem Programm METHAPU. Im

(Fortsetzung auf Seite 41)

(Fortsetzung von Seite 40)

Rahmen dessen wurde die WFC-20 in einen Autotransporter der Rederei Wallenius Marine (Schweden) als APU eingebaut. Die 3.000 kg schwere Anlage nimmt einen Platz mit den Abmessungen von 3.290 mm x 1.050 mm x 1.650 mm ein. Daneben wurde ein Methanoltank installiert, der die SOFC mit Energie versorgt sowie ein Methanolreformer gebaut und integriert. Gleichzeitig entwickelte man eine APU mit einer elektrischen Leistung von 250 kW für maritime Anwendungen (mit Methanol!) und erstellte dazu Sicherheits- und Verlässlichkeitsstudien. Das Programm diente auch zur Vorbereitung von Projekten, die sich mit der Brennstoffzelle als Hauptantrieb von Schiffen beschäftigen.

Der nächste Schritt wird mit der geplanten ersten kommerziellen Baureihe WFC-50 gemacht. Die elektrische Leistung soll 50 kW betragen. Als Kunden werden nicht nur Reedereien angesehen, sondern auch Hotels, Supermärkte, Servicestationen oder Computerzentren auf dem Land. Danach wird es eine große Palette von SOFC der Leistungsklassen von 50 kW bis 5 MW geben. Hier geht es dann auch um den Ersatz der heutigen Dieselmotoren und Gasturbinen als Hauptantrieb von Schiffen. Die SOFC könnte durchaus eine Schlüsselrolle einnehmen, da es technisch möglich ist, ihren elektrischen Wirkungsgrad auf bis zu 70 Prozent zu steigern. Dabei werden dann Micro-Gasturbinen zusätzlich eingebaut, um die hohen Wärmeströme der BZ in zusätzlichen elektrischen Strom verwandeln zu können. Bei der Verwendung von reinem Wasserstoff an Bord würden im übrigen die Energieverluste für das Reformieren von Methanol wegfallen und die SOFC noch effizienter arbeiten. Biowasserstoff - ahoi.

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

H2Yacht Brennstoffzellen-Boote – Manfred Richey

Brennstoffzellen-Tuckerboot H2Yacht 540

Kleines Boot mit großer Technik – Das Tuckerboot, das nicht tuckert.

Technische Daten und Bilder mit freundlicher Genehmigung von www.h2yacht.com

Wozu braucht man ein kleines Boot mit gerade mal 5,40 m Länge, das fünf Personen transportieren kann und mit Brennstoffzellen und Wasserstoff fährt?

Die Antwort: Um Erfahrung mit modernster Brennstoffzellentechnik in Kleinbooten zu sammeln und diese serienreif zu machen.

Das Musterboot wurde im März 2005 mit der Brennstoffzellentechnik ausgerüstet, im April fand die Jungfernfahrt statt, dann folgten Erprobungs- und Messfahrten von April bis Juni 2005 und die Bootstaufe fand am 25.06.2005 statt. Im Alltagsbetrieb läuft das Boot nun seit Juli/August 2005 im Einsatzgebiet Este und Elbe, wo es inzwischen einige hundert Seemeilen gefahren ist.

Das Boot läuft leise – außer einem leichten Surren des Antriebs und dem Plätschern der Wellen ist nichts zu hören – und sauber: keine Abgase, keine Umweltverschmutzung, nur ein wenig Wasser bleibt bei der Verbrennung des Wasserstoffs übrig.

So kann man auch sensible Gewässer befahren, die für Boote mit wenig umweltfreundlichen Benzin- oder Dieselmotoren gesperrt sind. Das könnte man zwar auch mit Elektrobooten, aber die Reichweite wäre deutlich geringer und das Aufladen der Akkus dauert sehr viel länger, als der Austausch der Wasserstoff-Druckflaschen. Von denen kann man bei Bedarf auch noch einige als Reserve mitnehmen, wenn man die Reichweite erhöhen möchte oder muss. Und dann ist es noch die neueste und zukunftsträchtige Technik, die hier zum Einsatz kommt.

Bootskonstruktion

Die Rumpfform nimmt die typischen Linien der traditionellen Tuckerboote auf, ehemals kleine Boote der Berufsfischerei, die heute im Freizeitbereich zu Tagesfahrten und Ausflugsfahrten genutzt werden.

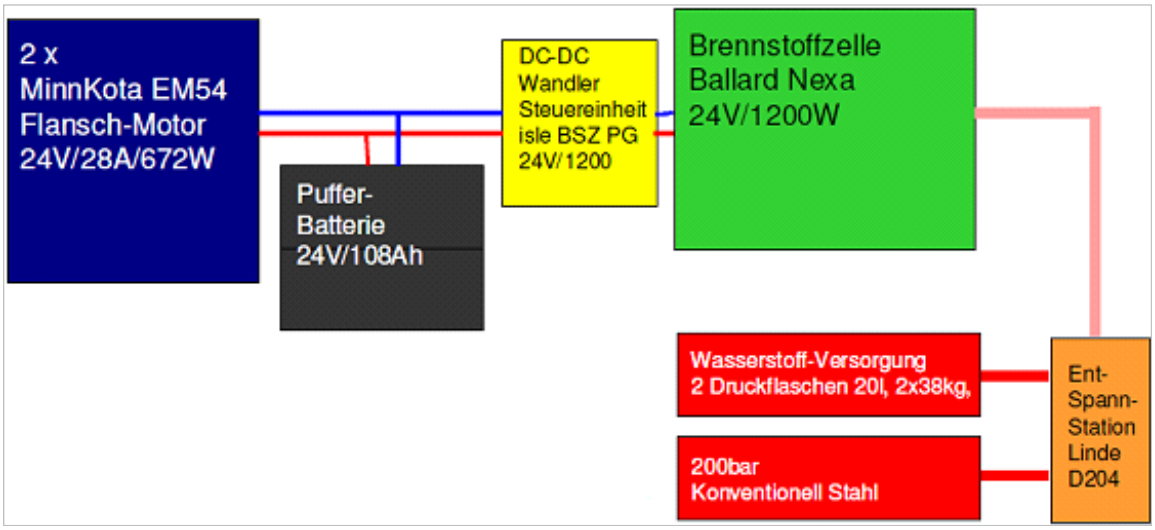
Knickspant-Konstruktion, Spitzgatter; Leichtbau Sperrholz/Epoxidharz.
Konstruktion: H2Yacht/Dr.-Ing. Walter Pelka; Bauwerft: Sarfert Yachtbau
Länge Rumpf: 5,40 m, Länge über Alles: 5,80 m, Breite über Alles: 2,01 m
Verdrängung (0/5 Pers.): 450/800 kg, Tiefgang (0/5 Pers.): 0,40/0,47 m

(Fortsetzung auf Seite 43)

(Fortsetzung von Seite 42)

Systemkomponenten

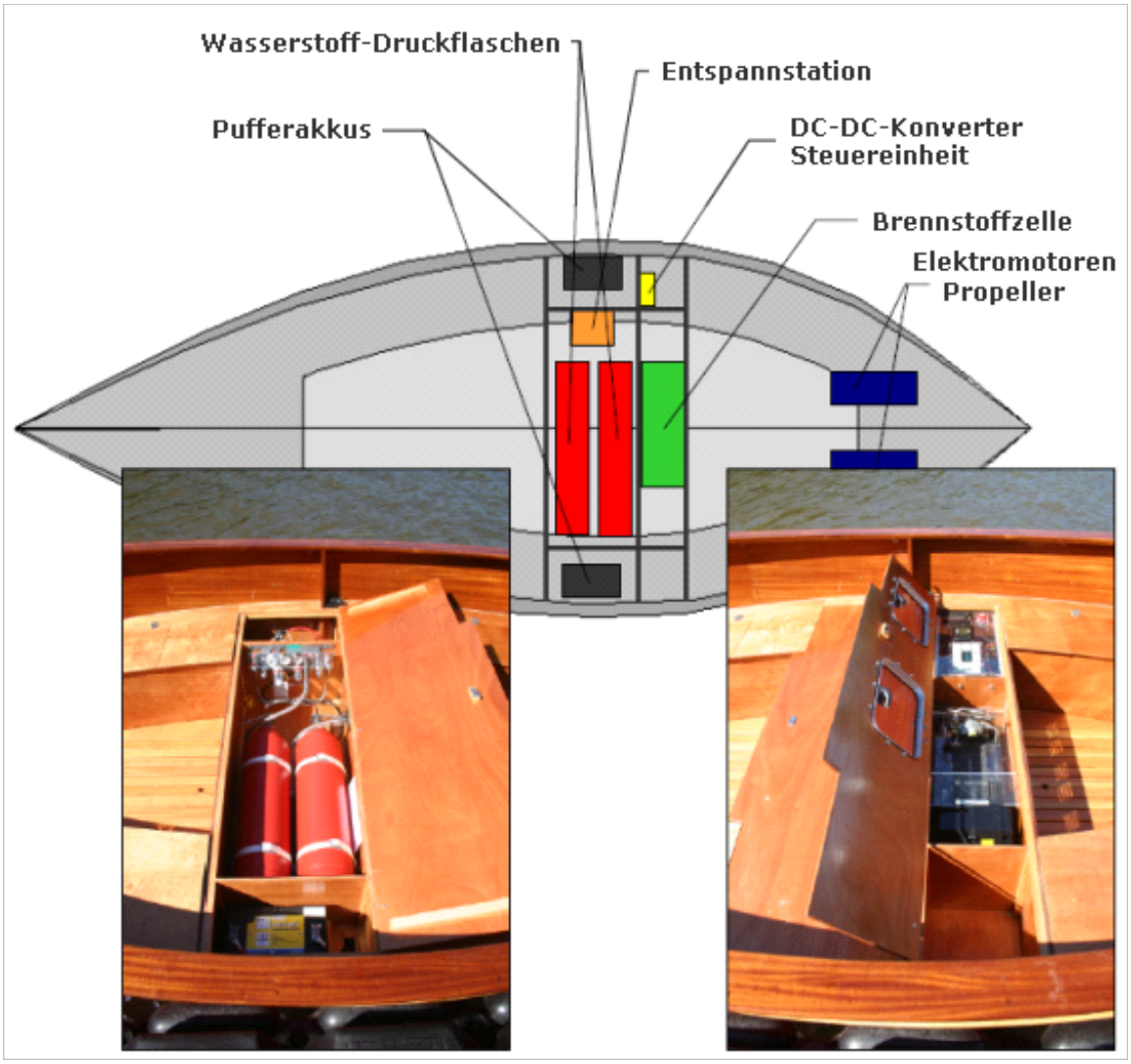
Prinzipskizze Antriebssystem



Für das Gesamtsystem wurde eine durchgängige Spannungsebene von 24 V gewählt: die Nennspannung ist weit verbreitet, deshalb ist für diese Nennspannung ein gutes Komponentenangebot am Markt, die Spannungsverluste sind für die notwendige Leistung und die daraus resultierenden Ströme noch gut beherrschbar die Spannungsebene hat insgesamt ein gutes Preis- Leistungs-Verhältnis.

(Fortsetzung auf Seite 44)

(Fortsetzung von Seite 43)



Anordnung der Antriebskomponenten

Alle Systemkomponenten des Antriebssystems (bis auf die E-Motoren) sind zentral um den Hauptspant in separaten Abschnitten angeordnet:

- Wasserstoffversorgung
- Brennstoffzelle
- Pufferbatterie-Kapazität
- Leistungselektronik

Wasserstoffflaschen und Entspannungsstation (alle unter Hochdruck Wasserstoff führenden Komponenten) sind in einem gasdichten Abschnitt angeordnet. Alle Kabel, Rohr- und Schlauchdurchführungen zu anderen Abschnitten sind gasdicht ausgeführt. Die Lüftung des Abschnitts erfolgt durch zwei Kiemenlüfter nach oben.

Für die geringe Schiffsgröße und die kompakte Unterbringung des Systems wurde damit ein guter Si-

(Fortsetzung auf Seite 45)

(Fortsetzung von Seite 44)

cherheitsstandard realisiert.

Brennstoffzelle

Die Nennleistung der Antriebsanlage beträgt 1,2 kW, womit das Boot eine Geschwindigkeit von ca. 4 - 4,5 kn (ca. 8 - 9 km) abhängig von der Beladung und Wind/Wellen erreicht. Durch die Puffer-Akku-Kapazität ist für einen begrenzten Zeitraum auch die Entnahme höherer Leistungen bis zur Maximalleistung der beiden Antriebsmotoren möglich.

Die Reichweite beträgt bei Standardbestückung mit 2 Stahldruckflaschen (in Abhängigkeit von der Reisegeschwindigkeit) über 60 km. Mit der konstruktiv vorgesehenen Zusatzbestückung von zwei weiteren 20 l-Flaschen (also insgesamt 4) lassen sich Reichweiten von bis zu 200 km erzielen. Fahrtdauer und Reichweite des Bootes sind damit für den vorgesehenen Zweck von Ausflugs- und Wochenendfahrten im Freizeitbereich sowie ggf. Überwachungs- und Beobachtungsfahrten im kommerziellen und dienstlichen Bereich ausreichend und angemessen dimensioniert.

Mit einem Tiefgang von 0,47 m (mit 5 Personen) kann das Boot auch flache Gewässer befahren.

Messwerte

- **Nautische Informationen**
  - Geschwindigkeit (durchs Wasser, Impeller)
  - Geschwindigkeit (überGrund, GPS)
- **Wasserstoffversorgung**
  - Druck (H2-Flaschen)
  - Druck (nach Entspannung)
- **Brennstoffzelle Status**
  - Stack Temperatur
  - Stack Spannung
  - Stack Strom
  - H2-Eingangsdruck
  - Fuel Leak
  - H2-Verbrauch
  - O2-Konzentration
  - Lufttemperatur ...
- **DC/DC Parameter**
  - Status/Phase
  - Ausgangsspannung
- **Antrieb**
  - Spannung
  - Strom
    - von DC/DC
    - von/zu Pufferakku
    - zu Motor
  - Leistung (elektrisch)

(Fortsetzung auf Seite 46)

(Fortsetzung von Seite 45)

- Ausgangsstrom
- Maximalwerte
- Minimalwerte

H2Yacht 675

Das erste kommerziell in Serie hergestellte und käuflich erwerbbare Boot dieser Klasse mit Wasserstoff-Brennstoffzelle

Nach den positiven Erfahrungen mit dem Tuckerboot wurde die etwas größere H2Yacht 675 in Serie aufgelegt. Diese ist mit zwei Brennstoffzellen ausgerüstet, die zusammen 2,4 kW Leistung liefern. Es ist der Betrieb mit einer Brennstoffzelle (1,2 kW) ebenso möglich, wie der Einsatz beider Brennstoffzellen zusammen, die dann die volle Leistung von 2,4 kW liefern. Der großzügig ausgelegte Pufferakku erlaubt zudem eine mehrstündige Fahrt auch ohne die Verwendung der Brennstoffzellen. Die Zuladung wurde auf 8 Personen erhöht. Der Tiefgang ist dabei nur geringfügig auf 0,54 m angewachsen.

Technische Daten

Bootsdimensionen:

Rumpflänge: 6,75 m, Rumpfbreite: 2,44 m, Tiefgang: 0,54 m, Entwurfkategorie C (küstennahe Gewässer), Empfohlene Zuladung: 8 Personen (800 kg)

Antriebssystem:

PEM Brennstoffzellen, 2 x 24 V / 2 x 1,2 kW = 2,4 kW, Pufferakkus: 24 V / 225 Ah,
Treibstoff: Wasserstoff 5.0, Treibstoff-Vorrat: ca. 20 Nm^3, Elektrische Motorleistung: 2,4 kW

Bilder und technische Daten mit freundlicher Genehmigung von www.h2yacht.com, weitere Informationen und Details finden Sie dort.

Fazit

Bei H2Yacht hat die Zukunft schon begonnen. Herzlichen Glückwunsch und viel Erfolg.
Wenn nun noch die Biowasserstoff-Technologie rasch auf den Weg gebracht wird, gibt es auch noch umweltfreundlich erzeugten und preiswerten Wasserstoff.

Die tun was - Wasserstoff-Wankelmotor – Manfred Richey

Wasserstoffgetriebener Wankelmotor

Im Rahmen des FOCUS Schülerwettbewerb 2008/2009 Mobilität – Was bewegt uns morgen? Vision, Nachhaltigkeit, Verantwortung haben Schüler des Inda Gymnasiums in Aachen gemeinsam mit ihrem Lehrer in 600 Stunden privater Arbeit Modellfahrzeug mit einem wasserstoffgetriebenen Wankelmotor gebaut. Mit dem Modellfahrzeug nahmen die Schüler an der HANNOVER MESSE für Technologie teil und konnten das Fahrzeug dort erfolgreich vorführen.

Die Projektidee

Die Zukunft und der Wohlstand unseres Landes ist eng verknüpft mit dem Faktor Mobilität. Knapper werdende Ressourcen auf Grundlage ausgehender fossiler Brennstoffe als auch die Auswirkungen ihrer bisherigen Verbrennung drohen dem Faktor Mobilität künftig sehr enge Grenzen zu setzen. Die Projektidee besteht darin, neue Brennstoffe und alternative Antriebskonzepte im Rahmen eines Fahrzeugselbstbaus einzusetzen und trotzdem nicht auf Fahrkomfort zu verzichten.

Herausgekommen ist ein Fahrzeug, das sich durch ein gutes Verhältnis zwischen Gewicht und Leistung auszeichnet. Es verbraucht ein Gramm Wasserstoff auf einen Kilometer und erreicht dabei immerhin eine Höchstgeschwindigkeit von 20 km/h.

Das fertige Modellfahrzeug
(Quelle: www.h2-wankel.de)

Zitat aus H2-Wankel.de

Wasserstoff hat im Vergleich zu beispielsweise Benzin einige Vorteile. Dabei sind zwei von ihnen besonders wichtig. Der erste liegt in den Emissionen, diese bestehen bei Benzin in erster Linie Kohlenstoffdioxid also CO2, die meisten anderen Emissionen wie z.B. Stickoxide werden mit Hilfe eines Katalysators in CO2 umgewandelt, da es nicht so umweltschädlich ist wie die ursprünglichen Emissionen. Aber dennoch ist das entstandene CO2 einer der Haupt-"Klimakiller".

(Fortsetzung auf Seite 48)

(Fortsetzung von Seite 47)

Bei unserem Motor werden kaum Kohlenstoffverbindungen verbrannt, lediglich das Schmieröl könnte zu CO2 oxidiert werden. Da unser eigentlicher Kraftstoff aber keinen Kohlenstoff enthält kann auch kein CO2 entstehen. Stickoxide die bei hohen Temperaturen aus der Oxidation des Luftstickstoffs könnte man mit Hilfe eines Katalysators und unverbranntem Wasserstoff in Ammoniak umwandeln, welcher für unser Klima ungefährlich ist. Unser Fahrzeug verursacht also nahezu keine umweltschädlichen Emissionen.

Der zweite große Vorteil von Wasserstoff als Kraftstoff, ist seine unbegrenzte Verfügbarkeit. Da man Wasserstoff aus einfachem Wasser gewinnen kann bräuchte man sich um die künftige Kraftstoff Versorgung keine Sorgen zu machen. Leider wäre es heute noch nicht möglich die Gesellschaft mit ausreichend Wasserstoff zu versorgen, da die Möglichkeiten zur Wasserstoffgewinnung noch nicht ausgereift sind. Wichtig ist dabei nur, dass der Wasserstoff mit regenerativen Energien wie z.B. Sonnenlicht oder Windkraft, produziert wird, damit er Umweltfreundlich und unbegrenzt verfügbar bleibt.

Ein weiterer für uns wichtiger Vorteil liegt in der Gasförmigkeit von Wasserstoff. Zum einen darf der Volumenanteil von Kraftstoff im Kolben bei Benzin nur zwischen 0,6 % und 7,6 % liegen, bei Wasserstoff erstreckt sich dieser Bereich von 4 % - 75 %, das gibt uns viel Raum um den Motor zu optimieren. Zum anderen müssen wir den Wasserstoff nicht zerstäuben wie es bei Benzin nötig wäre, denn um eine möglichst vollständige Verbrennung zu garantieren muss der Kraftstoff eine große Oberfläche bieten. Wäre dieser Vorteil nicht gegeben wäre unsere Wasserstoffzufuhr wesentlich komplizierter ausgefallen.

Den vielen Vorteilen steht im Grunde nur ein riesiger Nachteil gegenüber, dieser liegt aber nicht in der Explosionsgefahr, wie man spontan vermuten würde, denn obwohl Wasserstoff sehr reaktionsfreudig ist er relativ ungefährlich da er sich sofort verflüchtigt und durch nahezu alles diffundiert. Das Problem liegt in der Speicherung. Um ausreichend Wasserstoff speichern zu können müsste man ihn entweder soweit kühlen, dass der flüssig wird und so einen großen Teil seines Volumens verliert, oder ihn stark komprimieren. Metallhydridspeicher sind für unsere Zwecke völlig ungeeignet, da er nicht genügend Wasserstoff abgeben kann und der für richtige Autos viel zu schwer.

Die einfachste und sinnvollste Art Wasserstoff zu speichern liegt also in Hochdruckgasflaschen. Diese können heute bis zu 800 bar standhalten, aber für unserer Fahrzeug müssten sie relativ klein sein und solche Tanks scheint es nicht zu geben.

Zitat-Ende

Fazit

Für das Modellfahrzeug wurde eine auf dem Markt vorhandene Wasserstoff-Flasche verwendet und das Auto 'darum-herum-gebaut'. Bei einem 'richtigen' Auto in normaler Größe könnte eine Drucktank mit 700 oder 800 bar verwendet werden. Dort wäre auch eine Optimierung der Gemischaufbereitung, z.B. in Form einer Hochdruckeinspritzung möglich und anwendbar.

Weitere interessante Informationen, die Vorgeschichte, den Messeauftritt usw. finden Sie direkt auf den Webseiten www.h2-wankel.de.

Ein Blick auf die Seiten zeigt auch, dass die Gruppe engagiert bei der Sache ist und sich mit allen Themenbereichen intensiv befasst hat. Lösungen wurden gesucht und gefunden, Verbesserungsmöglichkeiten wurden erkannt und dargestellt - so, wie dies auch in der industriellen Forschung und Entwicklung üblich ist.

(Fortsetzung auf Seite 49)

(Fortsetzung von Seite 48)

Auch die Tatsache, dass die Gruppe sich mit dem Betrieb eines Wankelmotors mit Wasserstoff gewidmet und damit auf den Einsatz von Brennstoffzellen verzichtet hat, zeigt, dass eigene Gedanken umgesetzt wurden und nicht einfach ‘auf einen fahrenden Zug aufgesprungen‘ wurde.

Nach dem heutigen Stand muss man ja davon ausgehen, dass Wasserstoff mittels Elektrolyse - also unter Einsatz von Strom - aus Wasser gewonnen wird. Warum sollte man diesen Wasserstoff dann wieder mittels Brennstoffzellen in Strom umwandeln, um damit Elektromotoren zu betreiben - das hat sich die Gruppe gefragt. So hat man einen ‚direkten‘ Weg gewählt, um Wasserstoff in einem mechanischen Motor einzusetzen. Allerdings in einem besonderen Motor, nämlich dem Wankelmotor. Die Vorteile des Wankelmotors gegenüber einem Hubkolbenmotor liegen darin, dass es dort nur eine Drehrichtung gibt. Es müssen also keine Kolben auf- und ab bewegt und damit beschleunigt und abgebremst werden. Allerdings hat auch der Wankelmotor seine Tücken, die bewältigt werden müssen.

Immerhin ist es ein guter Ansatz, die Verwendung des Zukunftstreibstoffs Wasserstoff in einem solchen Motor zu erproben. Die Mühen der Gruppe wurden mit einem Sonderpreis belohnt.

Die Preisverleihung „Schule macht Zukunft“ fand am 18.06.2009 im Rahmen des großen Schülerfestivals in der Autostadt Wolfsburg statt. Mehr als 5.000 Schüler erlebten spielerisch Aktionen rund um das Thema Mobilität. Bei der Preisverleihung erhielt die Projektgruppe H2-Wankel den Sonderpreis in der Kategorie "Naturwissenschaft und Forschung" von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG).

Preisverleihung in Wolfsburg

Von links nach rechts: Thomas Rothkrantz, Martin Löhrer, Michael Engels, Klaus Buschhüter (Lehrer) und DPG-Vorstandsmitglied Hans-Rainer Trebin.

(Quelle: www.h2-wankel.de)

Das Biowasserstoff-Magazin wird den weiteren Verlauf des H2-Wankel-Projekts verfolgen und darüber berichten. Wir gratulieren ganz herzlich und wünschen der Gruppe alles Gute für die weitere Zukunft. Weitere Details finden Sie direkt auf der Webseite www.h2-wankel.de/

Uns macht es Hoffnung, dass es nun auch in Deutschland weiter voran geht und sich junge Menschen mit dem Thema Wasserstoff befassen. Verbrennungsmotoren könnten die Überleitung zum Einsatz von Wasserstoff als Treibstoff für Fahrzeuge erleichtern und beschleunigen.

Wenn jetzt noch die Biowasserstoff-Technologie auf den Weg gebracht wird, könnte dies einen großen Durchbruch bedeuten.

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

Weltwirtschaft

Die Verpflichtung

Die fossilen Energieträger gehen zur Neige.

Die Entwicklungsländer, die massiv durch den Raubabbau an fossilen Energieträgern zerstört wurden, werden sich in Zukunft fragen warum wir nicht schneller auf einen grünen Zweig der Energiegewinnung gekommen sind. Diese Entscheidung, etwas Geld zu investieren, um danach eine saubere und vergleichbar effiziente Energieversorgung zu erhalten, scheint an ein paar konservativen Energiemonopolisten und deren Lobby zu scheitern.

Wenn wir dies zulassen, werden zukünftige Generationen auf einem verschmutzten und toten Planeten leben. Sie werden zurückblicken und sich die Frage stellen, warum wir so verschwenderisch und unvorsichtig gehandelt haben, obwohl uns die Folgen bewusst waren. Wichtig ist jetzt, dass sich diese Frage die Menschen heute stellen, damit morgen nicht der Tag ist, an dem die Menschheit ins Mittelalter zurückfällt.

Der Goldrausch

Unsere Traditionen aus dem 18. & 19. Jahrhundert verfolgen uns bis heute.

Das Kolonialzeitalter war nur der Beginn der organisierten Ausbeutung anderer Kulturen.

Heute werden Millionen von Menschen durch den rücksichtslosen Ressourcenabbau in Hunger und Armut getrieben. 35 % der Bevölkerung Afrikas leidet an extremer Unterernährung.

Die Folge: 24000 Menschen sterben pro Tag in Afrika an Nahrungsmangel.

Zum Vergleich: im zweiten Weltkrieg, wo die großen Supermächte vom Ressourcenklau abgelenkt sich auf die Nationalsozialisten in Mitteleuropa konzentrieren mussten, hungerte 12 % der afrikanischen Bevölkerung bei ähnlichem Bevölkerungswachstum.

Ob dies darauf zurückführbar ist, dass die Industriemächte weniger Zeit hatten, sich auf den Raubabbau in Afrika zu konzentrieren, bleibt unklar. Doch fest steht, dass durch den modernen Kapitalismus, der nun ohne eine Gegenposition wie den Kommunismus in der Welt steht, mehr Menschen in drei Jahren an Unterernährung starben, als durch den zweiten Weltkrieg.

Dabei könnte die Welt mehr als 12 Milliarden Menschen ernähren, doch unsere Ressourcenverteilung lässt nicht einmal zu, dass 6 Milliarden Menschen ernährt werden.

Der Ökonom

Die Frage bleibt, warum der Mensch seine eigene Verschwendungssucht über das Leben anderer stellt.

Der Ökonom rechnet den Menschen in Zahlen um und lässt dabei meist die Natur außer Acht. Dass uns bis 2070 ein großer Teil Lebensformen und Lebensbereiche verloren gehen, kümmert den Ökonom nicht. Doch wenn man so einem Menschen die Folgen seines Handelns vorrechnet, geht er sofort von dem Zustand der Ignoranz in den Zustand der völligen Verzweifelung über und wird somit handlungsunfähig bis er die Konsequenzen seines Handelns verdrängt hat und dann wieder so weiter macht wie zuvor.

(Fortsetzung auf Seite 51)

(Fortsetzung von Seite 50)

Die Moral

Es gibt einfache Lösungskonzepte.

Man muss sich nur einmal klarmachen wie wichtig ein neues faires Energieversorgungssystem ist. In der Grünen Wasserstoffwirtschaft wird es sicherlich nicht mehr nötig sein andere Länder noch auszubeuten. Zumindest was die fossilen Ressourcen wie Öl, Kohle und Uran angeht.

Dieses neue Energiesystem umzusetzen würde weniger kosten als die Instandhaltung der Energieinfrastrukturen von gestern und heute. Wenn wir jetzt handeln, werden die unumkehrbaren drastischen Folgen unseres maßlosen Energiekonsums noch gerade so an uns vorbeiziehen.

Im August 2009 - Der Name des Autors wird auf dessen Wunsch nicht veröffentlicht.

Fazit

Wo er Recht hat, hat er Recht - der ungenannte Autor dieses Beitrags!

Bankencrash und Finanzkrise, Gaslieferstopp und Explosion der Ölpreise - wenn alles (vorübergehend!!!) vorbei ist, machen wir weiter wie bisher.

Nichts begriffen, nichts gelernt!

Unendliche Gier, Unersättlichkeit, Schamlosigkeit, Arroganz, Charakterlosigkeit und falsche Ziele - das scheinen die Zeichen und Plagen der Zeit zu sein. Vielleicht wird es Zeit, dass eine Sintflut diese unerträglichen Auswüchse hinwegspült.

Aber vielleicht brauchen wir ja gar keine Sintflut. Wir fischen die Meere leer, zerstören unsere Umwelt, holzen die Urwälder ab, heizen die Atmosphäre auf, lassen alte und unsichere Atomkraftwerke weiter laufen, manipulieren Gene, setzen uns intensiver Strahlung von Handys und WLAN aus - kurz: wir machen das schon selbst und brauchen keine Sintflut!

Wir sollten eines nie vergessen: Die Menschen brauchen eine intakte Erde. Menschen sind nur zu Gast auf dieser Erde. Die Erde braucht die Menschen nicht! Sie kann auch ohne Menschen weiter existieren. Vielleicht sogar besser!

Manfred Richey

Alle Rechte an diesem Artikel liegen beim Autor. Nutzung / Veröffentlichung nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung durch den Autor. Anfragen zur Nutzung/Veröffentlichung bitte an:

kontakt@bio-wasserstoff.info

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.

Wir haben die Wahl - am 27. September 2009. Aber: ***Haben wir eine Wahl?***

Natürlich wird gewählt und sicher wird eine große Menge deutscher Wähler auch ihre Stimme abgeben. Aber haben wir wirklich eine echte, eine vernünftige Wahl?

Steuern rauf oder runter, Afghanistaneinsatz der Bundeswehr ja oder nein, Hartz-IV-Empfängern mehr Geld zahlen oder nicht, Rentenanpassungen, Arbeitsplätze und ... und ... so lauten die Wahlkampfthemen der Parteien.

Ein Thema ist auch die **Energie** - und zwar Strom *und* Wärme, Treibstoff usw. Aus meiner Sicht ist die **Energiefrage die wichtigste Entscheidung für unsere Zukunft** - und für die Zukunft unserer Kinder und Enkelkinder. Leider wird das oft übersehen und so können die großen Energiemonopolisten schalten und walten, wie es ihnen recht ist.

Bei den Wahlen Ende September könnten wir das ändern - wir haben die Wahl! Aber: haben wir wirklich eine Wahl?

Einige Parteien, darunter die **CDU/CSU** und **FDP** machen sich noch immer (oder wieder?) für eine **Laufzeitverlängerung alter Atomkraftwerke** stark, die Union stellt diese als 'unverzichtbar' dar. Kann ich die wählen?

Die **SPD** will am Atomausstieg festhalten, dafür aber **Kohle- und Gaskraftwerke** bauen. Kann ich die wählen?

Die **GRÜNEN** wollen den Klimaschutz als Staatsziel ins Grundgesetz aufnehmen, fordern ein Tempolimit und wollen sich massiv für die rasche Einführung von Elektroautos einsetzen. Nur: Der Strom dafür soll unter anderem aus Projekten wie '**DESERTEC**' kommen. Eine neue, noch größere **Abhängigkeit von Strom aus der Wüste** droht, wo die Feudalherrschaft einiger weniger Herrscher so weiter blühen und gedeihen kann. Kann ich die wählen?

DIE **LINKE** möchte mit Sofortmaßnahmen beginnen und mit einem Zukunftsfonds Arbeitsplätze sichern und mit einem öffentlichen Investitionsprogramm neue Arbeitsplätze schaffen, die sozialen Sicherungssysteme wieder befestigen und das öffentliche Eigentum stärken, eine Millionärssteuer einführen, die Banken vergesellschaften und staatliche Hilfen nur im Tausch gegen entsprechende Eigentumsanteile und Entscheidungsrechte der öffentlichen Hand und Belegschaften vergeben. (Beschluss des Bundestags-Wahlparteitags 2009 der Partei DIE LINKE vom 20./21. Juni 2009 in Berlin.)

Die **Energiewirtschaft** soll komplett auf erneuerbare Energien umgestellt werden, ein Tempolimit soll kommen und 2,5 Mrd. Euro für den Schienenverkehr ausgegeben werden.

Hört sich eigentlich gut an - klingt aber dann doch sehr nach Planwirtschaft. Die hat aber weder in der Sowjetunion noch in der DDR (als es die noch gab) funktioniert. Kann ich die wählen?

Außer den aufgeführten Parteien, die im bisherigen Bundestag vertreten sind, gibt es noch eine Vielzahl weiterer kleiner Parteien und Gruppierungen. Kann ich die wählen?

Wir haben also die **Qual der Wahl** und können nur **zwischen größeren** und **nicht ganz so großen Übeln** wählen, also praktisch zwischen dem Teufel und dem Belzebub. Zudem wird es wohl wieder nur zu einer **Koalition** reichen - vielleicht sogar aus drei Parteien. Dort wird dann gerungen und gestritten, bis man sich auf einige wenige gemeinsame Punkte einigt und viele andere wichtige Positionen ausklammert. **Status quo** - alles könnte also bleiben, wie es bisher ist. Weiter so, Kopf in den Sand und durchwursteln bis zur nächsten Wahl. Ist das also eine wirkliche Wahl? Wen soll ich wählen? Gehe ich überhaupt zur Wahl?

Die Wahl am 27. September - besser gesagt, das Wahlergebnis - entscheidet maßgeblich darüber, ob Deutschland Chancen auf eine vernünftige Energiezukunft bekommt oder in Atommüll und dem ausgestoßenen Dreck von Kohlekraftwerken erstickt.

Also gehe ich wählen und mache mein Kreuz dort, wo das geringere Übel zu erwarten ist. ***Atomkraft und Kohlekraft bekommen von mir keine Stimme!***

Nürtingen, im August 2009 - Manfred Richey

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