Biowasserstoff-Magazin

Energie für neues Denken

5. Ausgabe • 11 02.2008

Aktualisiert 31.03.2009

Themen in dieser Ausgabe:

- Strategiespiel „Echte Wasserstoffwirtschaft“ Aktualisiert 31.03.2009
- (Siemens-GSP-Prozess, Beitrag zurückgestellt) Aktualisiert 31.03.2009
- Importabhängigkeit - Die neuen Machtverhältnisse
- Agrosprit - Wunschdenken und Wirklichkeit
- Kostenvergleich/Flächenbedarf Strom- / (Gas-) Rohrleitungen - Aktualisiert 31.03.2009
- Brennstoffzellen in Ein- und Mehrfamilienhäusern

Impressum: Seite 21

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

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

Strategiespiel „Echte Wasserstoffwirtschaft“

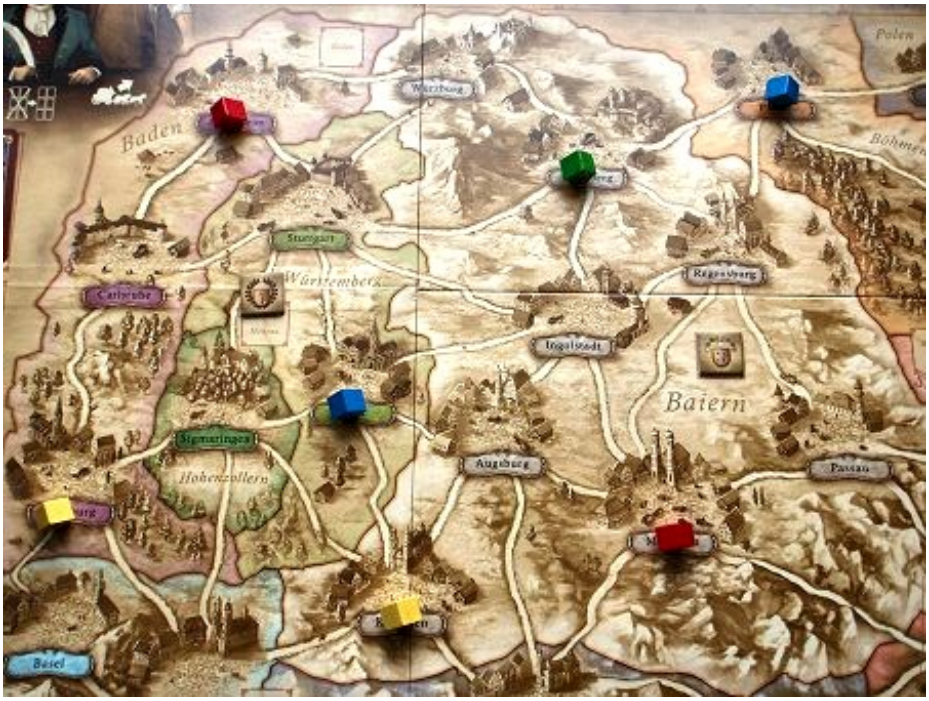
Torsten Pörschke (Aktualisiert 31.03.2009)

„Echte Wasserstoffwirtschaft“ - nur für Erwachsene!

Die Spielregeln

Mit dem Umlegen eines Schalters zur Neugestaltung einer zukunftssicheren Energieversorgung wird die Grundlage für unsere Weiterexistenz gelegt. Ein recht sarkastischer Autor hat einmal in einem Zeitschriftenartikel geschrieben, dass der Mensch die Natur nicht komplett zerstören kann. Sie kann auch ohne ihn weitermachen. Wir müssen uns jetzt zwischen einer strom- und einer wärmegeführten Energiewirtschaft entscheiden. Für den Umbau auf 100 Prozent Ökostrom in einer Stromwirtschaft rechnet Greenpeace allein in Deutschland mit 100 Jahren Zeitbedarf. Sollten wir uns für die echte Wasserstoffwirtschaft auf Grundlage von Biomasse und Ökostrom entscheiden, dann sind 40 bis 50 Jahre realistisch. Beide Varianten gleichzeitig aufbauen und später dann festlegen, was letztendlich besser ist, geht nicht. Dazu haben wir weder die Zeit noch die finanziellen Mittel.

Wie bei jeder Umgestaltung ist auch in der Energiewirtschaft ein gewisses Trägheitsmoment zu berücksichtigen. Der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft auf Grundlage von Wasserstofffabriken (Biogasanlagen mit integrierter Biomassever-



‚Strategiespiel‘ - Bild: Torsten Pörschke

(Fortsetzung auf Seite 2)

Die ***Elemente der echten Wasserstoffwirtschaft*** *sind Zwei-Kulturnutzung der Ackerflächen und vollständiges Verwerten der angebauten Energiepflanzen...*

(Fortsetzung von Seite 1)

gasung), Ökostrom (Wind, Sonne, Geothermie), Rohrleitungen, Brennstoffzellen und Wärmepumpen ist realistisch, ökonomisch und energiesparend. Dabei sollten wir bedenken, dass für die Umstellung der Versorgung mit Wärme, Strom und Mobilität eine lange Übergangszeit gebraucht wird. Schließlich wirft niemand Dinge gleich wieder weg, die gerade einmal ein paar Jahre alt sind, besonders wenn sie sehr teuer in der Anschaffung waren. Das wäre auch nicht im Sinne einer Ressourcenschonung. So lassen sich z.B. auch alte Öl- und Gaskessel durch Austausch der Brennerdüse (Schraube mit Loch) preiswert auf Wasserstoff umstellen, die dann noch einige Jahre weiter betrieben werden können. Es ist wichtig, eine Grundsatzentscheidung zur Wasserstoffwirtschaft so schnell wie möglich zu fällen. Für die vollständige Konversion der Wärmeversorgung auf Island von fossilen Brennstoffen auf Erdwärme wurden 30 Jahren benötigt, der Aufbau einer vollständigen Wasserstoffinfrastruktur wird kaum schneller vorankommen. Im Bereich der Mobilität (ÖPNV und privat) werden wir mindestens 20 Jahre, bei dem Ersatz der Heizkessel und BHKW`s 20 bis 30 Jahre und bei der Bahn, den Luftverkehrsgesellschaften sowie Reedereien 35 bis 40 Jahre brauchen.

Deutschland und Europa könnte sich zu 100% mit Energie aus Biomasse versorgen!

*Ein guter Anfang ist gemacht - **die Technologie ist auf dem (richtigen) Weg!***

*Jetzt muss die **Infrastruktur** für preiswerten **Bio-Wasserstoff** geschaffen werden.*

Hier sind die Politiker, die Energieversorger aber auch die Industrie gefordert.

Eine Verlängerung von Laufzeiten alter unsicherer Atomkraftwerke ist überflüssig!

Zu erwarten sind auch schon mal Lieferengpässe, wie für neue Technologien üblich. Wir erleben gerade solche Entwicklungen in der Windenergiebranche, die mittlerweile Lieferzeiten von 2 bis 3 Jahren für wichtige Bauteile nennt. Die Solarindustrie hat gerade einen Silizium-Engpass hinter sich. Während die Windkraft sich zu einer recht erfolgreichen Geschichte entwickelt, steht der Fotovoltaik noch ein langer Weg bevor. Bisher wurden in Deutschland in die Entwicklung und Produktion von Solarmodulen rund 20 Mrd. Euro gesteckt, dabei konnten damit im Jahr 2006 nur 0,46 Prozent des gesamten Stromverbrauchs national gedeckt werden. Das wird mittlerweile auch von einschlägigen Fachmagazinen heftig kritisiert. Hätte man nur 1 Mrd. Euro in den letzten 5 Jahren in die Entwicklung von Brennstoffzellen gesteckt, dann könnten wir bereits heute damit beginnen, unseren CO2-Ausstoß in spürbarem Ausmaß zu senken, auch ohne den Biowasserstoff.

Solarmodule mit einem hohen Wirkungsgrad sind noch meilenweit von einer nennenswerten Serienfertigung entfernt. Tandem-Solarzellen (so genannte III-V-Zellen) mit 40 Prozent und mehr Wirkungsgrad sind gerade einmal laborreif. Da seltene Stoffe wie Gallium, Germanium, Indium und Tellur verwendet werden, ist mit einer Produktion für den Massenmarkt nicht zu rechnen. Eine Siliziumzelle mit mehreren Schichten, getrennt durch Siliziumoxid, -nitrid oder -karbid ist bei australischen Forschern in Entwicklung. Diese soll 30 bis 40 Prozent Wirkungsgrad haben. Allerdings werden noch 10 bis 20 Jahre Forschungsarbeit benötigt, bis Kosten von 0,15 Euro/Watt erreicht werden können. Für die heute üblichen Solarmodule mit 8 bis 13 Prozent Wirkungsgrad werden im Jahr 2010 Kosten von 0,10 Euro/Watt erwartet. Die Fotovoltaik bleibt auf absehbare Zeit teuer und kann den Klimawandel jetzt nicht spürbar aufhalten. Sie hat noch eine glänzende Zukunft vor sich, auf die wir aber nicht ewig warten können.

Das Spiel: Vorwärts Schritt um Schritt, es gibt keinen Weg zurück

Bisher gehen alle Energieszenarien für die nächsten Jahre davon aus, dass wir zunächst erst einmal mit dem saubersten aller fossilen Energieträger weitermachen, damit wir keine neue Kohle- und Atomkraftwerke bauen müssen. Das Erdgas ist heiß begehrt und niemand kommt auf den Gedanken, das es einfach eine Illusion ist, sich darauf zu verlassen. Experten der Gasversorgung rechnen allerdings schon im Jahr 2008 mit dem Sinken der Förderung aus den großen bekannten La-

(Fortsetzung auf Seite 3)

(Fortsetzung von Seite 2)

gerstätten. Das betrifft auch Lieferländer wie Russland und Norwegen. Das böse Erwachen wird bald kommen, da weitere Reserven nur schwer bzw. gar nicht zu erreichen und die noch nicht erschlossenen Lagerstätten wesentlich kleiner sind. Klar, auch morgen wird unsere Heizung noch nicht gleich kalt sein, aber steigende Preise und der Versuch des Umstiegs auf andere Lieferanten sind zu erwarten. Deutschlands Importquote liegt bei 75 Prozent und die einheimischen Lagerstätten geben immer weniger.

Bisher kam unser Erdgas aus der Rohrleitung nach Hause und fertig. So bequem wird es die nächsten Jahre nicht weitergehen. Wir haben noch nicht so richtig begriffen, dass es im Augenblick keinen einheitlichen Weltmarkt für diesen Brennstoff gibt. Erst der Bau und der Betrieb von Erdgastankschiffen ermöglicht einen gewissen Transport über die Meere. Zwar rechnet man mit der Verdoppelung der Tankerflotte in den nächsten Jahren, allerdings dürften die Kapazitäten insgesamt eher gering bleiben. Im Moment gibt es weltweit ca. 130 LNG-Tankschiffe mit Transportvolumen von bis zu 263.000 Kubikmetern. Ein weltweit miteinander verflochtenes Pipelinenetz existiert nicht. Das hat unmittelbare Folgen für Europa, denn ein Ausweichen auf andere Lieferanten wird dadurch kaum einfacher. Schließlich konkurrieren wir mit allen Energieverbrauchern auf der Welt um die knapper werdenden Reserven. Die Transportkosten dürften in Zukunft durch die Schiffstransporte eher steigen und das Erdgas hier wesentlich teurer machen. Deshalb sucht man nach neuen Wegen für eine nachhaltige Gaswirtschaft. Die Herstellung von Methangas aus Biomasse ist eine solche Möglichkeit. Weil große Mengen benötigt werden, möchte man die Erträge pro Hektar Ackerfläche steigern.

***In Deutschland** sollen nach dem Willen der Regierung weitere **25 Kohlekraftwerke** neu entstehen…*

***Bio-Wasserstoff** kann den Einsatz von Primärenergien wie Kohle, Erdöl und Erdgas ablösen!*

*Die **Technologie ist verfügbar** - man muss sie nur anwenden!*

Weg von Kohle, Erdöl und Erdgas » Hin zum Bio-Wasserstoff!

So schnell wie möglich…

Die Befürworter der Methangas-Herstellung aus Biomasse haben in den letzten Jahren das von der Universität Kassel entwickelte Zweikultur-Nutzungskonzept für sich entdeckt. Hierbei handelt es sich um ein Konzept mit leicht zu schließendem Stoffkreislauf und zwei Ernten pro Jahr. Die Böden werden dabei geschont, es kommen nur in geringem Umfang Dünge- und Pflanzenschutzmittel zum Einsatz. Die verwendeten Pflanzen sind hinsichtlich des Stickstoffs genügsam und sorgen nicht für zusätzliche schädliche Lachgasemissionen. Es können unterschiedliche Sorten einer Anbaufrucht auf derselben Fläche in Mischkultur verwendet werden, was die Resistenz gegenüber Schädlingen erhöht und zu einer größeren genetischen Vielfalt führt. Das Silieren gehört hier zu den üblichen Verfahren, um auch in Nichterntezeiten Biogas herstellen zu können. So soll auf diese Art z.B. ganzjährig ein Block eines neuen BHKW`s mit 625 kW (el) am Standort Prenzlau durch die Fa. Enertrag AG betrieben werden.

Allgemein wird in der Biogas-Szene anerkannt, dass sich mit dem Zweikultur-Nutzungskonzept ein Vorsprung gegenüber anderen Nutzungsvarianten für Biomasse ergibt. So wird neuerdings in einschlägigen Vergleichen bei der möglichen Gewinnung von Kraftstoffen das Biomethan mit einer Ausbeute von 10.000 l Dieseläquivalent pro Hektar Anbaufläche durch Nutzung der gesamten Pflanze angegeben, während Produktionsprozesse für BtL-Kraftstoffe 3.101 l, für Bioethanol 1.450 l (in Europa) und für Rapsdiesel 1.183 l pro Hektar bereitstellen können. Bei der Nutzung der Biomasse zur Methangasproduktion möchte man die gesamte in der Pflanze enthaltene Energie nutzbar machen. Die leichten Bestandteile sollen dabei wie üblich in Biogasanlagen umgesetzt, die festen Stoffe entweder zu Biopellets gepresst und dann in BHKW`s verheizt/verstromt oder in Anlagen zu Biomethan vergast werden.

Ein weiterer Weg zur Bereitstellung von zusätzlicher Biomasse wird im Moment an den Küsten des Landes untersucht. In Hamburg wird die Aufzucht von Mikroalgen unter Verwendung von Meerwasser und CO2 aus einem Kohlekraftwerk erprobt. Die gewonnene Biomasse soll anschließend ener-

(Fortsetzung auf Seite 4)

(Fortsetzung von Seite 3)

getisch verwendet werden. Dabei bleiben eigentlich nur zwei Wege offen, die Biogas- bzw. Biowasserstoffherstellung.

Jetzt wird es richtig interessant. Die Bundestagsfraktion Bündnis 90/Die Grünen hat bei der STAWAG (Stadtwerke Aachen AG) eine Studie über die Möglichkeiten einer europäischen Biogaseinspeisestrategie in Auftrag gegeben. Einen ersten Bericht gibt es seit Januar 2007. Aus diesem geht hervor, dass es grundsätzlich möglich wäre, mit auf landwirtschaftlichen Nutzflächen in Russland, in Weißrussland und der Ukraine angebauten Energiepflanzen Biogas zu erzeugen und dieses über das bestehende Hochdruck-Fernleitungsnetz nach Europa zu transportieren. Für die Herstellung des Methangases sieht man eine doppelte Nutzung der Biomasse vor. Zum einen sollen die leicht verdaulichen Anteile in herkömmlichen Biogasanlagen vergärt, zum anderen sollen die Reststoffe mit Hilfe von Vergasungsverfahren zu Methangas umgesetzt werden. Dabei wird als Technologie der Wirbelschichtvergaser favorisiert. Offenbar hat die Studie in der Zwischenzeit auch einen Abschluss gefunden. Als Hauptergebnis wurde veröffentlicht, dass sich der gesamte derzeitige Erdgasverbrauch in Europa bis zum Jahr 2020 mit Biogas decken lässt. Bis zum Jahr 2020 rechnet man allein in Deutschland mit dem Bau von bis zu 10.000 Biogasanlagen.

Gereinigtes Biogas wird heute in Deutschland bereits in das bestehende Erdgasnetz eingespeist. Als Beispiel seien hier nur die Biogasanlagen in Pliening, Kerpen/Sindorf und Straelen genannt. Weitere diesbezügliche Projekte sind in der Planungs- bzw. Realisierungsphase. Allerdings ist die Aufbereitung des Gases aufwändig, da ein Anteil von 96 Prozent Methan sichergestellt werden muss. Hier sollen in Zukunft Algen die Reinigung des Biogases übernehmen, damit Erdgasqualität kostengünstig erreicht werden kann. Die anfallende zusätzliche Biomasse kann dann wieder in die Biogasanlage eingebracht werden.

Emissionshandel:

Für die Investoren von ***Kohlekraftwerken*** *wird es sehr eng. Die vollständige Versteigerung der Zertifikate wird die Neubauten zu* ***Fehlinvestitionen*** *machen, da sie die Kosten der Stromerzeugung deutlich steigen lassen werden. Für Investitionen in Kohlekraftwerke sind damit keine Renditen mehr zu erwarten.*

Vielleicht hilft das ja, den Bau neuer Kohlekraftwerke - auch gegen die Unvernunft der Politiker - zu verhindern!

In der Uckermark hat man im Moment das Problem, dass ein Teil des anfallenden Windstromes über die vorhandenen Stromnetze nicht mehr abtransportiert werden kann. Außerdem fällt der Windstrom nicht kontinuierlich an. Deshalb denkt man über eine Speicherung des Ökostroms in Form von Wasserstoff nach. Eine Rückverstromung des Wasserstoffs kommt wegen des niedrigen Wirkungsgrades von ca. 30 Prozent nicht in Frage und zum Glück gibt das EEG für solch ineffiziente Verfahren auch keine finanziellen Förderungen her. Deshalb überlegt man sich jetzt die direkte Nutzung des Wasserstoffs als Kraftstoff für Fahrzeuge. Das neue BHKW in Prenzlau (Betreiber Enertrag AG: eine Biogasanlage, zwei BHKW und drei 2 MW Windkraftanlagen) wird den anfallenden Wasserstoff aus der Windkraft in einem zweiten Block mit 350 kW im Mischbetrieb verbrennen. Man rechnet mit 70 Prozent Wasserstoff und 30 Prozent Methangas beim laufenden Betrieb. Mit Hilfe der stromgeführten Kraft-/Wärmekopplung soll somit eine hohe Energieeffizienz sichergestellt werden. Und es gibt bei diesem konkreten Projekt noch weitergehende Überlegungen. Man hält die Einspeisung des produzierten Wasserstoffs in das Erdgasnetz bis zu einem Anteil von 5 Prozent für möglich und beruft sich dabei auf offizielle Angaben der Erdgasbranche. Die hat teilweise schon zugegeben, dass sie selbst Anteile bis 15 Prozent für unschädlich hält. Die Unternehmen müssen schließlich ihren Kunden garantieren, dass die vorhandenen Brennerdüsen mit dem Gasgemisch noch einwandfrei arbeiten können. Die Rohrleitungsnetze und Gasbrenngeräte selbst können wesentlich höhere Wasserstoffbeimischungen verkraften.

Extrapunkte in diesem Strategiespiel gibt es für besonders gute Ideen. Der Energiekonzern Vattenfall hat für die genehmigten bzw. geplanten großen Offshore-Windparks vor der deutschen Küste in

(Fortsetzung auf Seite 5)

Die Energiekonzerne fürchten die Nutzung der Erdgasleitungen für Wasserstoff jedoch ungefähr so, wie der Teufel das Weihwasser fürchtet.

(Fortsetzung von Seite 4)

Studien bereits in Erwägung gezogen, den auf See erzeugten Strom per Elektrolyse ab 2016/2020 direkt vor Ort in Wasserstoff umzuwandeln und diesen dann per Rohrleitung auf das Festland zu transportieren. Nach einer DENA-Netzstudie müssen insgesamt wohl Offshore-Windkraftwerke mit einer Gesamtleistung von 25.000 MW in die bisherige Stromarchitektur eingepasst werden. Das ist mit dem bisher vorhandenen Stromnetz nicht zu bewältigen. Was in der Uckermark schon im kleinen Maßstab nicht mehr funktioniert, kann an der Nord- und Ostseeküste erst recht nicht gehen. Der Energieversorger kennt offenbar das Problem und möchte uns vor der Errichtung eines europaweiten sehr teuren Gleichstrom-Hochspannungsnetzes bewahren. Ein Wink mit dem Zaunpfahl.

Die Schlussrunde im Spiel wird eingeläutet. Für die Entwicklung des Wasserstoff-Standortes Hamburg erwägt man den Bau einer Pipeline von Stade (Chemiefirma Dow Chemical) aus, um den im Elektrolyseverfahren für chemische Vorprodukte gewonnenen Wasserstoff für entsprechende Projekte in der Stadt einsetzen zu können. Das Engagement aller Beteiligten ist wirklich hoch anzuerkennen.

Jetzt sind wir fast am Ziel. Beschäftigen wir uns noch kurz mit den Gedanken der Endnutzung des aus Biomasse hergestellten Methans in einer möglichen "Methanwirtschaft". Führende Heizungsanlagenbauer (Vaillant, Viessmann, Buderus usw.) gehen davon aus, dass im Jahr 2010 die Brennstoffzellentechnik serienreif ist. Dann steht mit diesen Geräten die denkbar beste Variante der dezentralen Kraft-/Wärmekopplung für Einfamilien- und Mehrfamilienhäuser sowie für Gewerbebetriebe zur Verfügung. Das heutige öffentliche Stromnetz wird also für den Endverbraucher entbehrlich. Brennstoffzellen am Erdgasnetz bleiben wegen der begrenzten Regelbarkeit der vorgeschalteten Miniwasserstofffabrik immer auf das Stromnetz angewiesen. So bald Wasserstoff durch die Rohrleitungen strömt, kann man die Reformer demontieren und die Verbindung zum öffentlichen Stromnetz kappen. Die derzeit entwickelten Brennstoffzellen laufen sowohl mit Methan als auch mit Wasserstoff. Wer jetzt das Strategiespiel noch nicht verstanden hat, der sollte noch einmal von vorn lesen.

Punkte zählen leicht gemacht

Die Elemente der echten Wasserstoffwirtschaft sind Zwei-Kulturnutzung der Ackerflächen, vollständiges Verwerten der angebauten Energiepflanzen, kaltes Auspressen der Biomasse, Nutzung des Presssaftes in einer Biogasanlage und anschließende Vergasung des Methans zu Wasserstoff, Nutzung der Restbiomasse durch Vergasung zu Wasserstoff (z.B. in Wirbelschicht- oder Flugstromvergasern), nahezu verlustfreier Transport des Wasserstoffs zum Verbraucher über bereits vorhandene Erdgasleitungen/noch zu bauende Wasserstoffleitungen ohne Nachverdichtung und die Nutzung in Brennstoffzellen (Kraft-/Wärmekopplung; Mobilität). Ökostrom kann im Gegensatz zur "Methanwirtschaft" problemlos per Elektrolyse Wasserstoff bereitstellen und in das System einbringen. Lecks am Rohrleitungsnetz oder Überdruck in den Transportbehältern der für Wasserstoff genutzten Tankschiffe/der mit Wasserstoffantrieb gebauten Fahrzeuge führen nicht zu einer Freisetzung von Klimagasen (Methangas ist ein hochaktives Klimagas!). Zwischenspeicher für den Wasserstoff sind bereits mit den unterirdischen Erdgasspeichern vorhanden bzw. lassen sich auch platzsparend und kostengünstig auf der grünen Wiese errichten. Es wird insgesamt nur eine Infrastruktur, nämlich die für Wasserstoff benötigt. Alle diese Bausteine liegen vor uns auf dem Tisch und sollen sowieso genutzt werden. Also fügen wir sie doch zu einem sinnvollen Ganzen zusammen.

Alle Rechte an diesem Artikel liegen bei Torsten Pörschke, Pirna

Nutzung /Veröffentlichung nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung durch den Autor.
Anfragen zur Nutzung/Veröffentlichung bitte an: kontakt@bio-wasserstoff.info

Siemens SFG/GSP-Prozess

Torsten Pörschke • Beitrag zurückgestellt (Aktual. 31.03.09)

Hier sollte ein Beitrag über die SFG (Siemens Fuel Gasifier) Technologie mit ihrem einzigartigen Kühlschirm erscheinen. Der Beitrag mit 4 Seiten Umfang und einigen Bildern/Skizzen war sorgfältig recherchiert und fertig, wurde aber von der Pressestelle der SIEMENS Fuel Gasification Technology (SFGT) GmbH, 09599 Freiberg, der wir den Beitrag vorab übermittelt haben, nicht freigegeben. Wir wollten in diesem Beitrag über bereits heute funktionierende Möglichkeiten berichten, wie mittels Flugstromvergasern aus Biomasse H2-reiches Gas und damit umweltfreundliche Energie erzeugt werden kann. Vorerst wird daher dieser Beitrag zurückgestellt und wir ziehen dafür einen Beitrag zum Thema ‚Importabhängigkeit - Die neuen Machtverhältnisse' vor.

Beiträge über Vergasertechnologien - der Firma SFGT und/oder anderer Firmen - folgen in der nächsten Ausgabe.

"Geheimer" GSP-Vergaser in Schwarze Pumpe - Bild: Torsten Pörschke Aktualisiert 31.03.2009

Die Freigabe des Beitrags über die SFG (Siemens Fuel Gasifier) Technologie wurde uns von der Firma verweigert. Hier bringen wir nun ein eigenes Bild von dieser Anlage...

Es ist bedauerlich, dass gerade einige wenige Firmen dazu neigen, die Zustimmung zur Veröffentlichung neuer Technologien zu verweigern - auch, wenn diese schon bekannt sind und keine wirklichen Geheimnisse verraten werden. Geheimniskrämerei? Angst vor - berechtigter - Kritik? Wer weiß das schon...

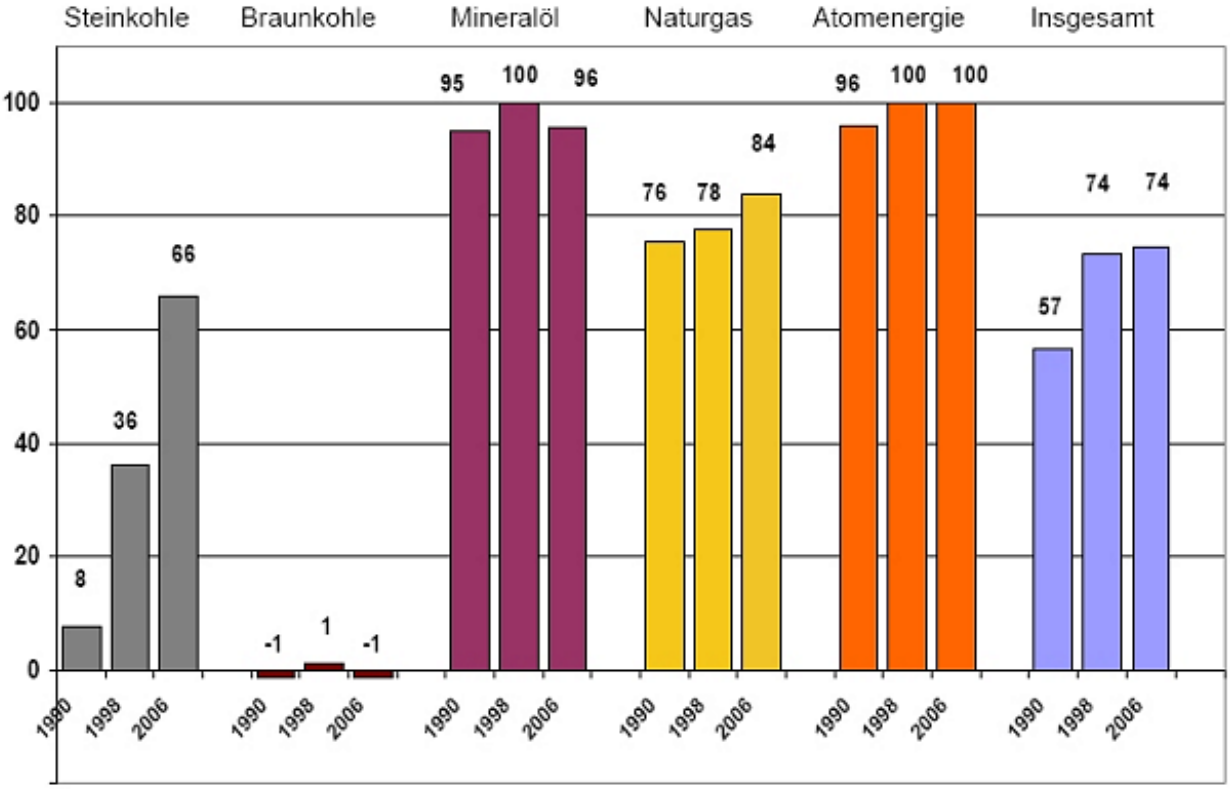
Unsere Erfahrung mit anderen Firmen aus Deutschland und aus dem Ausland ist da erheblich positiver. Vielleicht haben es einige deutsche Firmen ja auch nicht nötig, dass ihre Produkte weiter bekannt gemacht werden und möchten lieber mit alten Technologien richtig ‚Kohle' machen...

Sind deutsche Firmen die „Verhinderer" neuer Technologien?

Importabhängigkeit - Die neuen Machtverhältnisse

Dieser Beitrag knüpft an die beiden Beiträge 'Peak-Oil' und Peak-Gas' in der vorigen Ausgabe an und zeigt einerseits die Importabhängigkeit Deutschlands auf, geht andererseits auf die Veränderung der Machtverhältnisse ein, die durch den Reichtum der erdölfördernden Länder verursacht werden und schon im Gange sind.

Entwicklung der Importabhängigkeit



Die obige Abbildung zeigt die Entwicklung der Importabhängigkeit Deutschlands bei nicht-erneuerbaren Energieträgern (Primärenergie) in den Jahren 1990, 1998 und 2006 auf.

Quelle: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Energiedaten, Berlin 2007

Die Grafik (Seite 5) zeigt eindrucksvoll die übermächtige Importabhängigkeit Deutschlands. Mineralöl und Atomenergie (Uran) liegen zwischen 96 und 100 %, bei Naturgas sieht es mit 76 bis 84 % nur wenig besser aus.

Die neuen Machtverhältnisse

Das Geld aus diesen Importen fließt in die Förderländer und steht den Machthabern dort zur Verfügung. Einige der Förderländer zählen zu den sogenannten ‚Schurkenstaaten', in anderen herrscht auch nicht gerade Demokratie - wie auch im Zitat (unten) dargestellt. Man kann davon ausgehen, dass die Herrscher aller Förderländer sehr wohl wissen, dass Erdöl, Erdgas und auch Uran sich im rasanten Tempo dem ‚Peak' - also dem Maximum der Förderung nähern, bei Öl schneller, bei Erdgas und Uran etwas später.

Das Zitat auf der folgenden Seite zeigt einige Zusammenhänge der neuen Machtverhältnisse auf.

(Fortsetzung auf Seite 8)

(Fortsetzung von Seite 7)

Zitat - Quelle: http://www.sonnenseite.com/index.php?pageID=6&news:oid=n9263&template=news_detail.html&flash=true

Der Ölpreis bewirkt neue Machtverhältnisse

+ 23.01.2008 + Die Verdoppelung der Ölpreise allein im Jahr 2007 hat zu einem sagenhaften Reichtum einiger Erdöl produzierender Länder geführt.

Venezuelas Präsident Chavez bekam im letzten Jahr über 40 Milliarden Öl-Dollars in seine Staatskasse gespült, Teherans Präsident Ahmadineshad über 50 Milliarden, Wladimir Putin 125 und die Ölscheichs am Persischen Golf mehr als 300 Milliarden Dollar. Die eben Genannten sind allesamt keine Musterdemokraten, einige von ihnen vertreten eher „Schurkenstaaten“. Die Verbraucher in den Industriestaaten finanzieren jene politischen Regime, vor denen sie sich immer mehr fürchten.

Es findet gerade ein Reichtums -Transfer aus den Industriestaaten in einige Schwellenländer statt wie ihn die Menschheitsgeschichte noch nie gesehen hat. Das heißt aber auch: Die weltpolitischen Machtverhältnisse verschieben sich zugunsten autoritärer Regime. Darauf macht das Peterson Institute For International Economies in Washington aufmerksam.

Allein die USA verbrauchen zur Zeit jeden Tag über 20 Millionen Barrel Erdöl, aber der größte Förderproduzent Saudiarabien kann pro Tag nur 10,7 Millionen Barrel fördern. Diese Relation wird den Ölpreis weiter stark nach oben treiben. Das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung schätzt, dass sich der Ölpreis in 10 Jahren nochmals verdoppeln wird und eine Studie des US-Finanzministeriums geht sogar von einer Verdreifachung aus. Das wären dann vier bis fünf Euro pro Liter Sprit.

Der zunehmende Energiehunger der Industriestaaten und der Schwellenländer macht „Schurkenstaaten“ immer mächtiger und fördert den Terrorismus weltweit. Reiche Ölscheichs finanzieren mit dem Ölgeld aus den USA häufig Terroranschläge gegen die USA – eine total verrückte Welt solange die alte Energiewirtschaft so funktioniert wie sie heute noch funktioniert. Ein Teufelskreis, der läuft, solange die Weltwirtschaft am Tropf des Erdöls hängt.

Es gibt langfristig nur eine wirkliche Überwindung dieser fatalen Abhängigkeit: Die Energieautonomie durch die Ablösung des alten Energiemixes und den 100-prozentigen Umstieg auf Erneuerbare Energien. Dieser Umstieg kann in den nächsten Jahrzehnten gelingen, wenn die Industriestaaten effizienter und intelligenter mit Energie umgehen. Es wird deutlich wie wichtig Angela Merkels Forderung nach einer Verdoppelung der Energieeffizienz bis 2020 gemessen an 1990 ist und Hermann Scheers Forderung nach 100% Erneuerbarer Energie.

Quelle: Franz Alt 2008

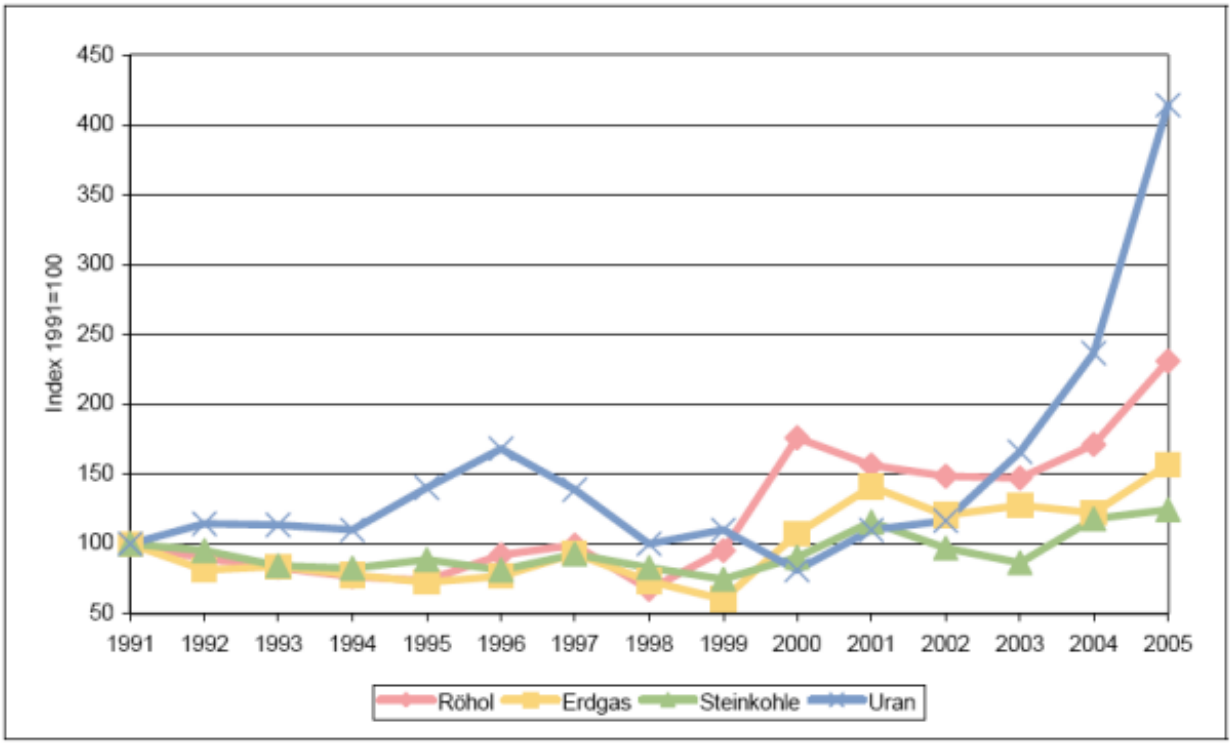
Zitat-Ende

(Fortsetzung auf Seite 9)

(Fortsetzung von Seite 8)

Rasante Steigerungen der Einfuhrpreise

Die folgende Abbildung zeigt die rasant gestiegenen Einfuhrpreise für Uran, Rohöl und Erdgas. Bei Steinkohle war der Anstieg eher moderat - jedenfalls bis 2005.



Quelle: BMWi, The Ux Consulting Company (2006).

Moderates Preisverhalten bei Kohle?

Vorsicht, das obige Bild täuscht! In Meldungen vom 30. Januar 2008 ist zu lesen, dass China im eigenen Land große Energieprobleme hat. Das hat dazu geführt, dass 17 der 31 Provinzen und Regionen unter einem zunehmenden Mangel an Kohleversorgung leiden . In 13 Provinzen findet bereits eine Rationierung für die Kohlekraftwerke statt. Daher haben die beiden größten Kohleunternehmen Chinas, die China Coal Energy und China Shenhua Energy, am 28. Januar 2008 Kohleexport gestoppt, dass berichtete die China Business News. Eine entsprechende Entscheidung wurde durch die Entwicklungs- und Reformkommission getroffen. Der Exportstopp soll noch bis Ende März anhalten. Stark betroffen sind Japan und Südkorea.

Meldung vom 4. Februar 2008: Nach einem Anstieg um 25 Prozent auf 116,44 Dollar je Tonne gegenüber der Vorwoche liegt Kohle nun schon die zweite Woche in Serie auf Rekordniveau.

Im vergangenen Jahr (2007) stieg der Kohlepreis um 73 %. Preistreibend ist vor allem die weiterhin extrem angespannte Lage in China.

Zum Vergleich: Im Jahr 2005 lag der Importpreis für Steinkohle (frei deutsche Grenze) bei ca. 50,00 Euro, das sind etwa 72,00 Dollar. Bitte nicht verwechseln: Die Grafik oben zeigt den Preisindex auf der Basis 100 % im Jahr 1990. Wenn also der Steinkohlepreis im Jahr 2007 um 73 % gestiegen ist, dann dürfte der Preisindex inzwischen bei über 200 liegen und damit

(Fortsetzung auf Seite 10)

(Fortsetzung von Seite 9)

in der Gegend des Erdölpreisindexes.

Wenn Erdöl und Erdgas versiegen

Woher sollen dann die Herrscher der Förderländer ihr Einkommen beziehen? Ganz einfach - wie bisher auch, von den Ländern, die heute in großem Maße Erdöl und Erdgas importieren. Die Herrscher haben genug Geld, ja sie schwimmen förmlich im Kapital - aus den Öl- und Gaslieferungen der Vergangenheit und der Jetztzeit. Was liegt da näher, als in den Industrieländern in neueste Technologien zu investieren. Man ‚kauft' sich einfach ein, in Aktiengesellschaften und Konzerne. Und das in einem Umfang, der groß genug ist, um kräftig mitbestimmen zu können, aber den bisherigen Anteilseignern noch soviel Anteile (‚Luft) belässt, dass diese daran interessiert sind (sein müssen), die Unternehmen weiter zu betreiben.

Das bewirkt völlig neue Machtverhältnisse, die dazu führen, dass wir selbst nicht mehr die Richtung bestimmen, sondern dass diese von außen vorgegeben wird. Hierbei dürfte klar sein, wessen Interessen bevorzugt gewahrt werden - sicher nicht unsere.

Da diese Veränderung der Machtverhältnisse schon vor geraumer Zeit schleichend begonnen hat, darf man sich auch nicht wundern, wenn neue, dezentrale und umweltfreundliche Energien, wie z.B. Biogas- und Biowasserstofferzeugung, nicht gern gesehen und blockiert werden, wo es geht. Nur so kann man alte, bestehende Abhängigkeiten aufrecht halten und noch verstärken - solange es noch Erdöl und Erdgas gibt und auch danach, wenn man genügend Anteile von möglichst vielen Unternehmen hat.

Dieser Zustand ist nicht nur unbefriedigend, er ist furchterregend!

Die Einflussnahme der Lobbygruppen auf die Politik könnte und wird weiter steigen und möglicherweise auch die demokratischen Strukturen aushöhlen.

Es geistern ja auch schon Ideen in Deutschland/Europa herum, dass man doch umweltfreundliche Groß-Solarfelder in den Wüsten Afrikas errichten und den Strom dann über Gleichstromkabel nach Deutschland/Europa liefern könnte. Die Abhängigkeit bliebe so schön erhalten und an den Durchleitungsgebühren könnten die Energieversorger wie auch die ‚Erzeugerländer' wieder (weiter) gut verdienen. So könnte man praktisch mit dem Deckmäntelchen des Umweltschutzes Abhängigkeiten festigen, ja, sogar weiter ausbauen. Und da man Strom nicht auf Vorrat lagern kann, wie Erdöl und Erdgas, wird die direkte Abhängigkeit sogar noch größer.

Was kann man dagegen tun?

Der Neubau von Kohlekraftwerken macht genauso wenig Sinn, wie Neubau oder Laufzeitverlängerung von Kernkraftwerken. Wir müssen so schnell wie möglich die dezentrale Energieerzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen fördern und weiter ausbauen und die Bio-Wasserstoffwirtschaft schnellstens auf den Weg bringen.

Inseln der Hoffnung

In Deutschland sind in den vergangenen Jahren bereits etliche Bioenergiedörfer entstanden, die es geschafft haben, unabhängig von den großen Energieerzeugern und von Importen zu werden.

Über diese ‚Inseln der Hoffnung' werden wir in einer der nächsten Ausgaben berichten, wie auch über die Möglichkeiten, wie aus Kläranlagen Biogas und (Bio-)Wasserstoff erzeugt werden kann.

Agrosprit - Wunschdenken und Wirklichkeit

Das folgende Zitat bestätigt unsere Meinung voll und ganz! Mit aus Rapsöl, Palmöl und CO gewonnenem Treibstoff kommt man nicht weit und schadet der Umwelt mehr, als der Nutzen ausmacht. **Bio-Wasserstoff**, erzeugt aus rasch **nachwachsender Biomasse**, die **vollständig** (einschließlich der Stängel) **verwertet** werden kann und die ***nicht* in Konkurrenz zu Lebensmitteln** steht, wäre eindeutig die bessere Lösung. Der im Zitat genannte ‚Agrosprit' ist eben *kein* Biowasserstoff. **Biowasserstoff als Treibstoff** in Fahrzeugen mit Brennstoffzellen wäre **konkurrenzlos billig**. Einen Kostenvergleich finden Sie auf der nächsten Seite.

Zitat - Quelle: http://www.sonnenseite.com/index.php?pageID=6&news:oid=n9247&template=news_detail.html

+ 20.01.2008 + Zehn Prozent Agrosprit im Tank bis 2020, lautet die Zielvorgabe der EU-Kommission. Ob es dabei bleibt, ist fraglich.

Ein EU-interner Bericht, der Greenpeace zugespielt wurde, bestätigt: Die Schäden wären enorm. Auch die Bundesregierung mit ihrem 20-Prozent-Ziel muss sich dieser Realität stellen.

Biotreibstoffe im europäischen Kontext

Fakten, Unklarheiten und Empfehlungen lautet der Titel des Berichtes. Das Papier stammt von der Gemeinsamen Forschungsstelle der Europäischen Kommission und wurde am 19. Dezember 2007 verfasst.

Auch wenn der Bericht nicht öffentlich zugänglich ist - in den Medien hat er bereits Spuren hinterlassen. Denn wenige Wochen später, Mitte Januar 2008, gestand Umweltkommissar Stavros Dimas in einem BBC -Interview erstmals ein, man habe die Gefahren durch Agrosprit unterschätzt. Die Probleme für Menschen und Umwelt seien größer als gedacht. Trotzdem will die EU-Kommission an ihrem 10-Prozent-Ziel festhalten. Wenn nicht bis 2020, dann eben etwas später.

Erkenntnisse der Forschungsstelle

Die EU ist nicht imstande, die nötige Menge Agrosprit beziehungsweise die Rohstoffe dafür allein zu produzieren. Sie wäre auf Importe angewiesen. Im Klartext: Für zehn Prozent Agrosprit in europäischen PKW-Tanks würden in anderen Ländern noch mehr Wälder vernichtet, ginge noch mehr Ackerfläche für die Nahrungsmittelerzeugung verloren. Die ökologischen und sozialen Folgen wären immens.

Das eigentliche Ziel der EU-Kommission, den Treibhausgasausstoß zu verringern, ist zudem auf diese Weise nicht zu erreichen. Im Papier heißt es: "Es kann nicht behauptet werden, dass der Nettoeffekt positiv sein würde." Zudem würde die Abhängigkeit vom Öl lediglich durch die Abhängigkeit von Agrospritimporten ersetzt.

Die Herstellung des Agrokraftstoffs ist horrend teuer. Die Kosten stehen in keinem Verhältnis zum Nutzen. Der volkswirtschaftliche Verlust für Europa zwischen 2007 und 2020 würde sich wahrscheinlich auf 33 bis 65 Milliarden Euro belaufen. Aus dem Report: "Geld und Biomasse sind limitierte Ressourchen in der EU. Sie sollten dort eingesetzt werden, wo sie die größte Wirkung zeigen."

Setzt man Biomasse in anderen Sektoren, beispielsweise in der Strom- und Wärmeproduktion ein, spart man wesentlich mehr Treibhausgase ein. In einem modernen Werk mit Kraft-Wärme-Kopplung kann ein Megajoule Biomasse etwa 0,95 Megajoule Mineralöl ersetzen. Im Autotank sind es lediglich 0,35 bis 0,45 Megajoule. Zudem wäre die Verwendung in der Strom- und Wärmeproduktion billiger als die in der Kraftstoffproduktion.

Für den Landwirtschaftsexperten Alexander Hissting von Greenpeace ist klar: "Die EU betreibt unter dem Vorwand des Klimaschutzes Etikettenschwindel. Und die Bundesregierung setzt sogar noch einen drauf. Wer doppelt so viel Agrosprit in Diesel und Benzin beimischen will wie Brüssel, schert sich einen Dreck um das Klima." Agrosprit führe in die umweltpolitische Sackgasse. Er sei ineffizient, teuer und schaffe keineswegs - wie behauptet - Arbeitsplätze.

Quelle: Greenpeace 2008

Zitat-Ende

Kostenvergleiche

(Aktualisiert 31.03.2009)

1. Kostenvergleich Stromleitungen / (Gas-)Rohrleitungen

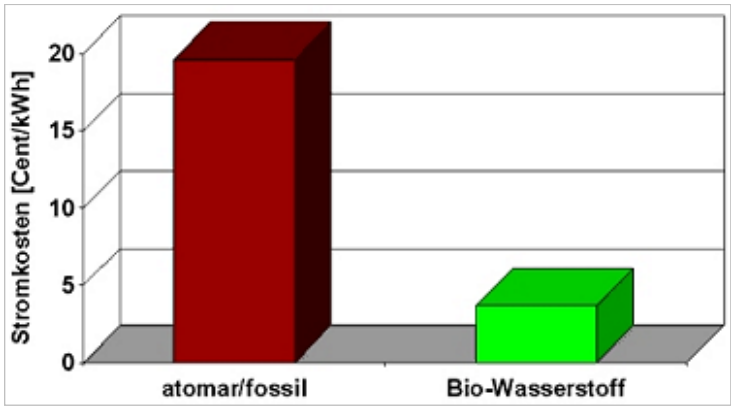
Nachfolgend sollen die Kosten und der Flächenbedarf für Stromleitungen und (Gas-)Rohrleitungen beispielhaft dargestellt werden.

Bei einer (Bio-)Wasserstoffwirtschaft, auch solare Wasserstoffwirtschaft genannt, gibt es dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung mit kleinen flinken netzunabhängigen Brennstoffzellen - in Häusern, Firmen, öffentlichen Gebäuden und... und... und...

Alle Energie in einem Netz - (Bio-)Wasserstoff kommt über Gasleitungen in jedes Haus, an jeden Ort, wo Energie benötigt wird. Erst direkt 'vor Ort' wird der Wasserstoff mittels hoch effizienter Brennstoffzellen in Strom und Wärme umgewandelt.

Die Stromkosten in einer solaren Wasserstoffwirtschaft sind deutlich niedriger als die Stromkosten heute. Bei dezentralen Brennstoffzellenheizungen kann die anfallende Wärme fast immer genutzt werden. Im Haushalt reicht die Abwärme des produzierten Stroms gerade zum Duschen. So **geht selbst im Sommer keine Energie verloren.** Der niedrige Strompreis hängt auch damit zusammen, dass der Energietransport über eine Rohrleitung viel billiger ist als der Transport von Strom über das Stromnetz. Der Mengeneffekt spielt natürlich auch eine Rolle, weil **in einer Wasserstoffwirtschaft sämtliche Energien über das Rohrnetz transportiert werden (Wärme, Strom, Verkehr).**

Strom aus Bio-Wasserstoff ist konkurrenzlos billig:

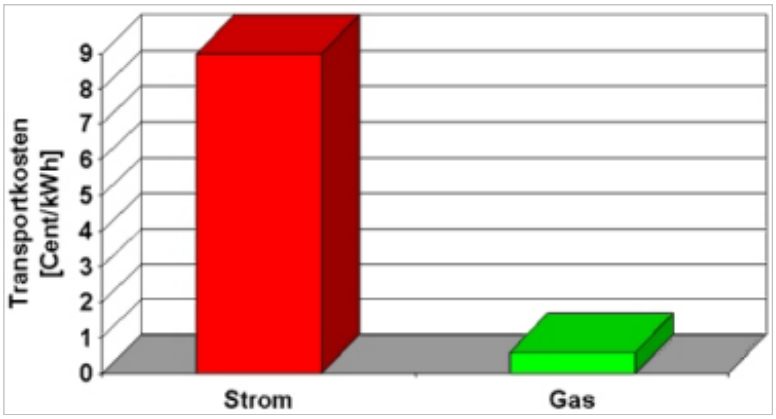


Die Abbildung links zeigt die Kosten für den aktuellen Haushaltstarif im Jahre 2004 inklusive Steuern.

(Bild mit freundlicher Genehmigung von www.bio-wasserstoff.de)

Bei den Stromkosten besitzt die Brennstoffzelle uneinholbare Kostenvorteile.

Die Verteilung der Energie über ein Rohrnetz ist deutlich billiger als über ein Stromnetz:



(Bild mit freundlicher Genehmigung von www.bio-wasserstoff.de)

Wie die Abbildung links belegt, differieren die Transportkosten für Strom und Gas gewaltig. Daher kann konventionell in Großkraftwerken erzeugter Strom nicht gegen Brennstoffzellenstrom bestehen, selbst dann nicht, wenn es gelänge, die Stromerzeugungskosten auf 0,1 Cent/kWh zu senken.

(Fortsetzung auf Seite 13)

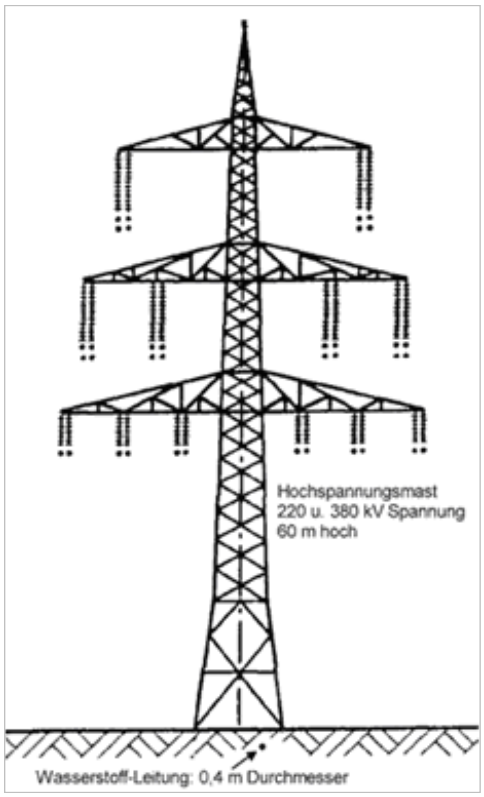
„Wer heute noch gegen Erneuerbare Energien ist, hat nicht alle Tassen im Schrank."
(sagte der Chefvolkswirt der Deutschen Bank, Norbert Walter - im Jahr 2006)

(Fortsetzung von Seite 12)

Das ist auch das "Aus" von Kernkraftwerken und von (schmutzigen) Kohlekraftwerken.

Die Ermittlung von Transportkosten ist recht aufwendig und wegen fehlender Transparenz mit Unsicherheiten behaftet. Die folgende Abbildung soll die Zahlen etwas anschaulicher machen.

Flächenbedarf/Größenvergleich, anschaulich:



(Bild mit freundlicher Genehmigung von www.bio-wasserstoff.de)

Die Abbildung veranschaulicht den unterschiedlichen technischen Aufwand zum Transport einer Energieleistung von jeweils 600 MW.

Da muss man schon genau hinsehen, um die maßstäblich eingezeichnete Rohrleitung für den Bio-Wasserstoff überhaupt zu erkennen.

Gefahren durch Mast- und Leitungsbruch verschwinden

Mit dem Verschwinden der Strom-Infrastruktur wird auch die Landschaft optisch aufgewertet. Die bis zu über 70 m hohen 'Stromautobahnen' können abmontiert werden. Keine Gefahr mehr durch Mast- und Leitungsbruch (Sturm 'Lothar' lässt grüßen) und keine gesundheitlichen Gefahren mehr durch Elektrosmog.

Gefahren durch Elektrosmog verschwinden

Es ist eigentlich ein Witz: Gefahren durch Elektrosmog werden immer noch gern **heruntergespielt**. Dabei ist den meisten Menschen nicht bekannt, dass es eine Bildschirmarbeitsplatzverordnung (BildscharbV) gibt, die an solchen Arbeitsplätzen (vor Bildschirmen) maximal 0,25 µTesla = 250 nTesla als elektromagnetische Strahlung zulässt.

(Fortsetzung auf Seite 14)

***Deutschland hat** unter Merkel und Gabriel seine **Vorreiterrolle beim Ausbau Erneuerbarer Energien aufgegeben**. EU-weit soll der Anteil der Erneuerbaren Energien bis 2020 auf 20% ansteigen. Deutschland gibt sich mit 18 Prozent zufrieden. Damit hat sich Wirtschaftsminister Glos durchgesetzt. Er wollte einen möglichst niedrigen Anteil Erneuerbarer Energien für Deutschland.*

(Fortsetzung von Seite 13)

Für Hochspannungsleitungen gelten gemäß dem Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV) zurzeit folgende gesetzlich festgelegte maximale Strahlungswerte: 100 µTesla (Mikrotesla) = 100.000 nTesla (Nanotesla). **Das ist der 400fache Wert!**

Renommierte Wissenschaftler und Ärzte fordern schon lange eine Reduzierung dieser viel zu hohen Werte. Aber gegen die Macht der Lobby- und Interessengruppen ist das nur schwer durchsetzbar. Die Verantwortlichen der Energiekonzerne berufen sich dann auch immer auf diese (hohen) Werte. Wobei sich hier die Frage stellt, wofür diese sich - außer den Dividenden, Vorstandsgehältern und Preiserhöhungen - verantwortlich fühlen.

An **Bildschirmarbeitsplätzen** halten sich Menschen **maximal 8 Stunden pro Tag** auf.

Unter **Hochspannungsleitungen** leben, arbeiten und wohnen bedeutet meist, dass man sich dort **16 bis 24 Stunden pro Tag** aufhält - also wesentlich länger!

2. Kostenvergleich 'Business as usual' zu 'Solare Wasserstoffwirtschaft'

Hier wird ein Vergleich der bisherigen Energieerzeugung aus Primärenergie unter zunehmender Einbeziehung von erneuerbarer Energie (kein Biowasserstoff!) zur grünen (solaren /Bio-) Wasserstoffwirtschaft gezeigt.

Fossile oder atomare Kraftwerke werden in einer Wasserstoff-Infrastruktur nicht wettbewerbsfähig sein. Die geplanten Investitionen zur Erneuerung des überalterten Kraftwerkparks sind also in den Sand gesetzt. Darum verlangen die EVU's auch Investitionsgarantien.

Bei der **reinen Bio-Wasserstoffwirtschaft** geht es nicht nur um Treibstoff für Autos, sondern um die **gesamte Energiewirtschaft**. Hier würde der schnelle Einstieg in die Biowasserstoffwirtschaft für die kommenden Jahre **Einsparungen in Milliardenhöhe** bedeuten. Oder - anders ausgedrückt: **Das 'Verschlafen' dieser zukunftsträchtigen Technologie und Festhalten an veralteter Infrastruktur kostet uns Milliarden in den kommenden Jahren, die uns alle belasten werden.**

Auf die inzwischen lieb gewonnnen **Solarkollektoren** und **Windräder** braucht man deshalb ja nicht verzichten - auch wenn diese kostenmäßig (noch?) nicht mit Bio-Wasserstoff konkurrieren können. Als Ergänzung zu und zur Erzeugung von Bio-Wasserstoff können auch ‚Off-shore'-Wind-/Wellenanlagen sinnvoll eingesetzt werden. Der Biowasserstoff kann dann über Rohrleitungen kostengünstig transportiert werden. Die Speicherprobleme sind damit auch gleich gelöst, da sich Wasserstoff im Gegensatz zu Strom problemlos speichern lässt. In Gebieten ohne genügend Biomasse-Anbaufläche bieten sie auch eine sehr gute Alternative zu fossiler Energie.

Einige Gemeinden haben das Prinzip der dezentralen Bio-Energieerzeugung ja schon verstanden und umgesetzt. Zwar erzeugt man vorerst Biogas anstelle von Biowasserstoff - aber ein Anfang ist gemacht.

Noch besser wäre der schnelle Einstieg in die Biowasserstoffwirtschaft.

Die Kostenrechnung auf der nächsten Seite belegt eindeutig die Vorteile einer Grünen Wasserstoffwirtschaft und zeigen auf, was die Verantwortlichen aus Politik und Energieunternehmen den Bürgern an Kosten zumuten. Ganz abgesehen von der enormen Belastung der Umwelt, die durch eine Grüne Wasserstoffwirtschaft erheblich reduziert würde.

Was können die Gründe für ein Zögern, eine Verhinderung sein?

Ignoranz? Dummheit? Lobbyismus der Energiekonzerne und Ölmultis? Profitgier?

(Fortsetzung auf Seite 15)

(Fortsetzung von Seite 14)

Kostenrechnung

Übertragen auf die gesamte Energieerzeugung ergibt sich folgende Kostenrechnung:

Business as usual	Mrd. €	Grüne Wasserstoffwirtschaft	Mrd. €
Reparatur und Erneuerung von konventionellen Kraftwerken und	200	Wasserstoff-Fabriken	25
Anteil erneuerbarer Energien auf ca. 20% anheben (Essener Deklaration)	200	Gasnetzausbau	10
Sanierung von Gebäuden zur Reduzierung des Energieverbrauchs	1000	Energiesparen nicht erforderlich	
Summe	1400		35

Daten und Grafik von www.bio-wasserstoff.de

Links: Das kostet es, die veralteten Technologien beizubehalten und in erneuerbare Energien mit hohem Aufwand aber geringem Wirkungsgrad zu investieren.

Rechts: Das würde die neue, grüne Biowasserstoff-Wirtschaft kosten.

Hinweis: Die Zahlen gelten bei 'Business as usual' für einen Zeitraum von 15 Jahren, bei der 'Grünen Wasserstoffwirtschaft' wird unterstellt, dass in diesen 15 Jahren eine Komplettversorgung möglich ist.

Nachfolgend soll noch dargestellt werden, wie hoch die **Kosten einer solaren Wasserstoffwirtschaft auf Basis Biomasse** sein würden, wenn man eine 100 %-Versorgung über Nacht installieren würde. Damit kann beurteilt werden, ob die solare Wasserstoffwirtschaft auch aus ökonomischen Gründen ein lohnendes Ziel wäre.

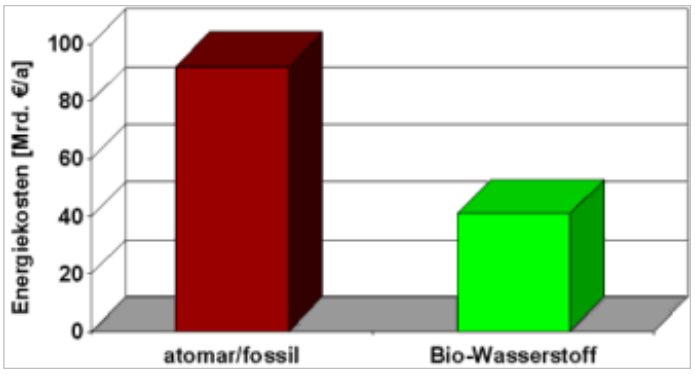
Grundlage der Preisermittlung ist ein Biomassepreis von 73 €/t Trockenmasse, was einem Energieäquivalent von 1,5 Cent/kWh bzw. 24 €/bbl Rohöl entspricht. Der Rohölpreis entspricht damit dem von der OPEC vor dem 3. Golfkrieg versprochenen Zielkorridor von 22-28 $/bbl.
Damit ergeben sich folgende **Wasserstoffpreise**:

Herstellkosten	2,5 Cent/kWh
Industrie-Tarif	2,8 Cent/kWh (* inklusive Konzessionsabgaben)
Haushalts-Tarif	3,2 Cent/kWh (* inklusive Konzessionsabgaben)
Tankstelle (700 bar)	4,1 Cent/kWh (* inklusive Konzessionsabgaben)

Die oben genannten Preise sind auf den Heizwert (Hu) bezogen und enthalten keine Steuern. Im Herstellpreis von Wasserstoff sind die Kapitalkosten und ein in der Erdölbranche üblicher Unternehmergewinn enthalten. Die gesamte Energiekostenrechnung für Deutschland zeigt die folgende Abbildung. Darin sind auch die Treibstoffkosten enthalten. Um die Vergleichbarkeit von Energiekosten zu gewährleisten, enthalten die oben dargestellten Energiekosten keine Steuern. Die Angaben für die atomar/fossile Energierechnung hat die Bundesregierung im Jahr 2001 veröffentlicht. Die Energiekostenrechnung für die Verbraucher wird auf der Grundlage der oben dargestellten Kosten ermittelt. Wie man sieht, ist die Energierechnung in einer solaren Wasserstoffwirtschaft nur halb so hoch! Das ist um so bemerkenswerter, da die solare Wasserstoffwirtschaft hier gegen überwiegend bereits abgeschriebene Anlagen antreten muss.

(Fortsetzung auf Seite 16)

(Fortsetzung von Seite 15)



Links: Vergleichsrechnung atomar/fossil zu Bio-Wasserstoff. Die Zahlen sind von 2001 - wegen der stark gestiegenen Öl-/Gaspreise sieht es heute noch besser zu Gunsten von Bio-Wasserstoff aus!

Die **gesamte detaillierte Darstellung** finden Sie unter: http://www.bio-wasserstoff.de/h2/Energiekosten/energiekosten.html

(Bild mit freundlicher Genehmigung von www.bio-wasserstoff.de)

Warum macht das keiner, warum bringt das keiner auf den Weg?

Stellen Sie diese Frage an die Politiker und an die Verantwortlichen aus der Energiewirtschaft! Dort ist man entweder blind und taub, begreift die sich bietenden Möglichkeiten nicht, oder hat Angst, die eigenen Machtstrukturen (und Profitmöglichkeiten) zu verlieren. Man investiert in Lobbyarbeit und veraltete Technologien anstatt den Ein- und Umstieg in die (Bio-)Wasserstoffwirtschaft zu fördern.

Ein Problem dürfte auch sein, dass sich die Politiker genau von den 'Fachleuten' beraten lassen, die heute an der Stromerzeugung und Stromverteilung (Durchleitung) so richtig gut verdienen. Wenn man diese dann mit dem Thema 'Wasserstoffwirtschaft' konfrontiert, werden (Milchmäd-chen -) Rechnungen aufgemacht, bei denen Wasserstoff mittels Elektrolyse aus Strom erzeugt zur Vergleichsrechnung verwendet wird. Das ist dann (zu recht) zu teuer. Die Möglichkeit der Bio-Wasserstofferzeugung wird unterschlagen, als Spinnerei abgetan oder ins Jahr 2050 verwiesen. Dabei wäre der schnelle Einstieg in die Biowasserstoffwirtschaft bereits heute möglich.

Die Technologie ist vorhanden und funktioniert. Ein dichtes Gasleitungsnetz ist vorhanden, könnte erweitert und für Biowasserstoff verwendet werden. Strom und Wärme werden direkt vor Ort und ohne große Verluste erzeugt.

Leider ziehen Industrie und Politiker hier nicht mit. Die Politiker sind offenbar der Ansicht, dass die Industrie und Energieversorger 'das schon richten werden'. Übersehen wird dabei, dass Industrie und Energieversorger mehr auf kurzfristigen und hohen Profit schauen, als auf langfristige Versorgung der Menschen mit preiswerter Energie. Und für die Umwelt wird sowieso nur das unbedingt Nötigste getan, weil es ja zusätzlich Geld kostet und den Gewinn schmälert.

Der schnelle Einstieg in die (Bio-)Wasserstoffwirtschaft, auch Solare Wasserstoffwirtschaft oder Grüne Wasserstoffwirtschaft genannt, **würde Milliarden an unnötigen Investitionen einsparen helfen** und **bezahlbare** (preiswerte) **Energie für alle für die Zukunft verfügbar machen.** Und so ganz nebenbei würde **die Umwelt enorm entlastet.**

Manfred Richey

Brennstoffzellen in Ein- und Mehrfamilienhäusern

Torsten Pörschke

Winterfreuden am Wochenende

Es ist ein kalter Winterabend. Wir kommen ein wenig durchgefroren von einer Skitour aus dem Gebirge zurück. Jetzt schnell warmes Wasser in die Badewanne einlassen und ein wenig Ruhe finden. In der Zwischenzeit werden die Wohnräume angenehm temperiert. Nach dem Bad geht es zum Lesen eines neuen Buches auf die Couch im Wohnzimmer. Lampen strahlen ein angenehmes Licht aus, fast so wie an einem sonnigen Sommertag.

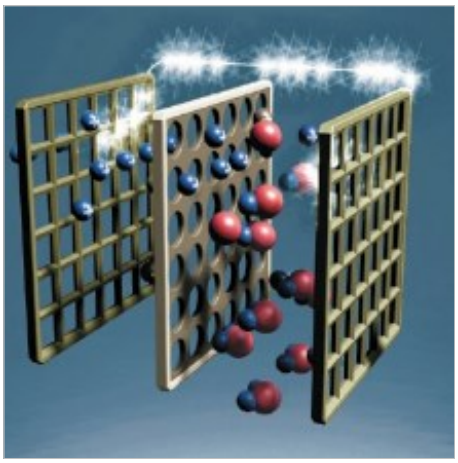
Wie selbstverständlich doch alles ist. Wärme kommt aus dem Heizungskeller, Strom aus der Steckdose und Wasser aus dem Hahn. Um diese Dinge des täglichen Lebens machen wir uns alle eigentlich kaum richtig Gedanken. Gut, der Klimawandel ist jetzt wohl bald da. Aber was hilft es, schließlich will ich ja auch noch leben und nicht nur asketisch in der Ecke sitzen. Klar, ich mache mir Gedanken, wie es weitergehen könnte. Zuerst einmal wäre da natürlich die Möglichkeit, das Haus gut zu dämmen. Dann könnte ich auf das Dach eine Solarthermie- und eine Fotovoltaikanlage schrauben. Na und für den Heizungskeller weiß ich auch schon etwas, eine Pelletheizung ist mein heimlicher Favorit. Die ist fast genau so bequem, wie ein Gasheizgerät. Perfekt - oder?

Nun, auf den ersten Blick sind das alles wirklich ganz tolle Lösungen. Für den einen oder anderen Anwendungsfall abseits der großen Versorgungssysteme gibt es sicher auch kaum etwas Besseres. Würden wir aber alle auf eine Holzheizung umsteigen, dann gäbe es bald viel weniger Wald, als bisher. Käme jeder jetzt auf den Gedanken seinen Strom mit Sonnenenergie zu erzeugen, könnten wir die Einspeisevergütungen dafür nur mit extrem hohen Strompreisen bezahlen. Beauftragen wir Baufirmen mit der fachgerechten Dämmung des Hauses, um die Qualität dann mittels Thermokamera zu kontrollieren, müssen wir tief in die Tasche greifen. Zu Dumpingpreisen bekommen wir das gewünschte Ergebnis nicht. Sorgfältige Planung und Ausführung ist gefragt, damit nirgendwo Kältebrücken entstehen, die alle sonst getroffenen Maßnahmen zunichte machen.

Ein leuchtender Stern am Horizont

In unserem bisherigen Leben hatten wir noch recht wenige Berührungspunkte mit einem Gerät, das sich Brennstoffzelle nennt. Einschlägige Magazine für erneuerbare Energien berichten über die ganze Bandbreite der Entwicklungen, am liebsten aber über Solarenergie, Windkraft, Wasserkraft, Biogas, Geothermie und Biokraftstoffe. Über Biowasserstoff und Brennstoffzellen bekommt man kaum etwas zu lesen. So verwundert es auch nicht, dass sich der normale Bürger darunter kaum etwas vorstellen kann. Schauen wir uns also einmal etwas genauer an, was eine Brennstoffzelle macht.

In der echten Wasserstoffwirtschaft bekommen wir per Erdgasleitung Wasserstoff ins Haus geliefert. Was wir eigentlich haben wollen, sind Wärme und Strom. Dafür gibt es die Brennstoffzelle. Sie ist in der Lage, aus dem ankommenden Wasserstoff mittels elektrochemischem Prozess die gewünschten Energieformen bereitzustellen. Als Abfallprodukt entsteht reines Wasser.

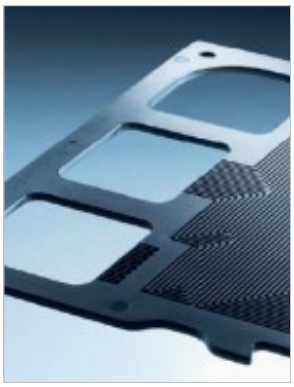


Symbolhafter Aufbau einer Brennstoffzelle

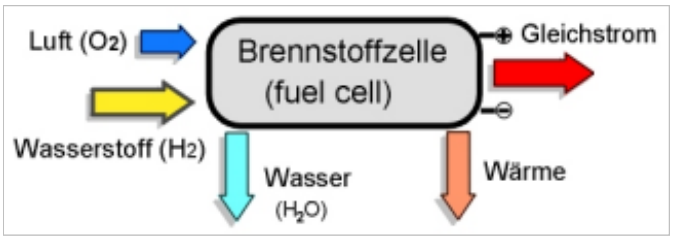
Bild mit freundlicher Genehmigung von Vaillant - http://www.vaillant.de.

(Fortsetzung auf Seite 18)

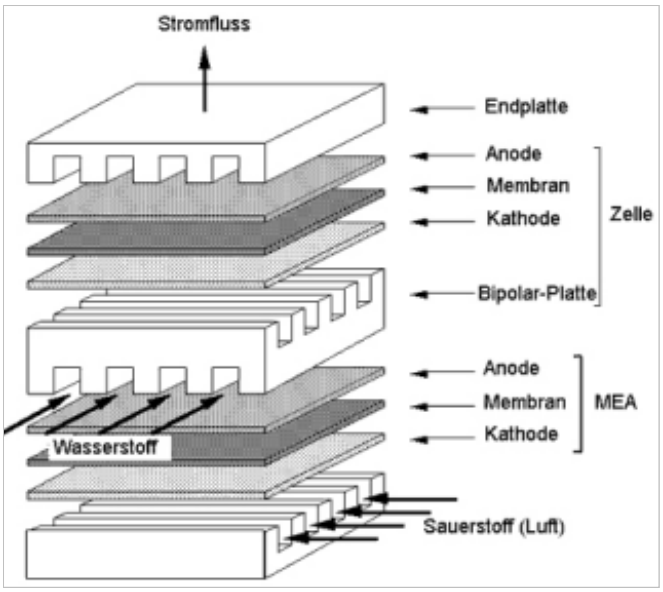
(Fortsetzung von Seite 17)



Oben: Prinzip-Darstellung einer PEM-Membran. Bild mit freundlicher Genehmigung von Vaillant - http://www.vaillant.de.



Oben: Funktionsprinzip Brennstoffzelle (Bild: www.bio-wasserstoff.de)



Rechts: Explosionszeichnung des Brennstoffzellen-Prinzips (Bild: www.bio-wasserstoff.de)

*Die **Brennstoffzellen-Technik** ist vorhanden und **reif für den Serieneinsatz** - in Firmen, Häusern, Autos, und… und...*

*Jetzt muss die **Infrastruktur** für preiswerten **Bio-Wasserstoff** geschaffen werden - möglichst schnell!*

Hier sind die Politiker gefordert.

Die PEFC wird kathodenseitig mit Luftsauerstoff und anodenseitig mit Wasserstoff betrieben. Der Brennstoff muss gerade bei der NT-PEFC relativ rein sein. Eine teflonähnliche feste Kunststoffmembran mit eingepresstem Kohlepulver und Platindotierung trennt als Elektrolyt die jeweiligen Einzelstapel der Brennstoffzelle. Durch die Membran werden nur Wasserstoffionen hindurchgelassen, die sich mit dem Luftsauerstoff zu Wasser verbinden. Die Elektronen werden abgeleitet und der dadurch produzierte Gleichstrom kann energetisch genutzt werden. Wechselrichter, wie wir sie auch aus der Solartechnik kennen, übernehmen dann nach Bedarf die Umwandlung in Wechselstrom.

In nicht allzu ferner Zukunft werden wir beginnen können, unsere Heizgeräte in den Ein- und Mehrfamilienhäusern nach und nach durch die neue Technik zu ersetzen. Wegen der möglichen modularen Dimensionierung der Brennstoffzellenstapel (Stacks) können die BZ genau für ihren individuellen Einsatzzweck ausgelegt werden. Bei Inbetriebnahme des Gerätes wird das Stromnetz für den jeweiligen Nutzer überflüssig. Wärme und Strom kommen dann direkt aus dem Keller. Jeder von uns wird somit über eine Energiezentrale mit Kraft-/Wärmekopplung verfügen. Damit wird der Energiegehalt des Wasserstoffs zu über 90 Prozent genutzt. Das ist die beste Energiesparmaßnahme, die vorstellbar ist.

Natürlich ist unser Energiebedarf im Verlauf eines Tages und erst recht innerhalb eines Jahres recht unterschiedlich. Deshalb haben sich führende europäische Heizungsanlagenbauer schon Gedanken gemacht, wie die Energieversorgung mit Brennstoffzellen im Haushalt sichergestellt werden kann. Noch arbeiten die entwickelten Geräte auf Basis von Erdgas. Eine Umstellung auf Wasserstoff ist aber problemlos möglich. Anhand der Produktentwicklung bei der Firma Vaillant können wir einmal verfolgen, welche Fortschritte bereits erzielt wurden und welche Verbesserungen noch zu erwarten sind.

(Fortsetzung auf Seite 19)

(Fortsetzung von Seite 18)

Behaglichkeit rund um die Uhr

Vaillant und der amerikanische Kooperationspartner Plug-Power arbeiten seit einigen Jahren an einem Brennstoffzellenheizgerät. Dabei stehen hohe Zuverlässigkeit, Langlebigkeit und Qualität des Produktes im Mittelpunkt. Im Dezember 2001 installierte man 3 Brennstoffzellen der ersten Generation in Wohnhäusern in Nordrhein-Westfalen für eine erste Demonstration. Die zweite Generation umfasste ab 2002 bis 2004 insgesamt 15 Brennstoffzellen (EURO 1) und der sich anschließende Feldtest von 42 Brennstoffzellen (EURO 2) wurde in Mehrfamilienhäusern und kleinen Gewerbebetrieben in 7 Ländern durchgeführt. Dabei untersuchte man auch, ob es möglich ist, ein virtuelles Kraftwerk durch BZ realisieren. Für dieses Projekt vernetzte man 31 Brennstoffzellen mit je ca. 4,5 kW.

Anlagenbeispiel Mehrfamilienhaus

Bild mit freundlicher Genehmigung von Vaillant - http://www.vaillant.de

Brennstoffzellen *dezentral zur* ***Strom- und Wärmeerzeugung*** *eingesetzt - vorerst mit Erdgas.*

Bei Verwendung von ***Bio-Wasserstoff*** *kann der* ***Wirkungsgrad gesteigert*** *werden.*

Der vorgeschaltete ***Reformer entfällt*** *- und* ***damit auch die Kosten*** *für diesen!*

Alle seit 2001 getesteten Geräte verfügten bereits über die CE-Zertifizierung nach der EG-Gasgeräterichtlinie. Die 60 Brennstoffzellen haben bis Ende 2006 insgesamt 408.000 Betriebsstunden erreicht. Dabei wurden 2 Mio. kWh Wärme und 1 Mio. kWh Strom erzeugt. Der Feldtest war erfolgreich. In Salzburg erreichte man z.B. beim Einsatz von vier Geräten eine Verfügbarkeit von 89 Prozent.

Als Gesamtwirkungsgrad konnten 85 Prozent ermittelt werden, der elektrische Wirkungsgrad betrug dabei 35 Prozent. Im Einsatz waren ausschließlich NT-PEFC, die eine Arbeitstemperatur von 80 Grad Celsius haben. Der noch vorhandene vorgeschaltete Reformer zur Umwandlung von Erdgas in Wasserstoff hat einen Energieverlust zur Folge, kann aber abgebaut werden. Die niedrige auskoppelbare Wärme der NT-PEFC ist nicht optimal für die Verwendung in einem Heizungssystem. Für Nahwärmesysteme, Einfamilien- und Mehrfamilienhäuser werden Vorlauftemperaturen von 70 bis 95 Grad Celsius benötigt. Warmwasser muss mindestens auf 65 Grad Celsius erhitzt werden, um Legionellen keine Chance zu geben. Deshalb hat sich Vaillant entschlossen, eine völlig neue Gerätefamilie zu entwickeln.

Der Einsatz neuer Membranen im Stack ermöglicht jetzt höhere Arbeitstemperaturen. Die neue HT-PEFC wird bei 160 bis 200 Grad Celsius betrieben und ist wesentlich robuster im Betrieb als die NT -PEFC. Sie hat einen höheren elektrischen Wirkungsgrad von bis zu 50 Prozent und erschließt mit den hohen Temperaturen neue Einsatzfelder im Bereich der Kraft-/Wärme-/Kältekopplung.

(Fortsetzung auf Seite 20)

(Fortsetzung von Seite 19)

Der Systemaufbau kann wesentlich vereinfacht werden, der Erdgasreformer ist weniger komplex und die Wasseraufbereitung zur Membranbefeuchtung entfällt komplett. Insgesamt gesehen führen alle diese Maßnahmen zu einer erhöhten Zuverlässigkeit der Technik. Vaillant rechnet ab 2010 mit der Serienreife der Brennstoffzelle und spätestens ab 2012 mit Preisen auf dem Niveau eines normalen Gasbrennwertgerätes.

Für den Verbraucher dürfte von besonderem Interesse sein, wie der praktische Betrieb aussehen könnte. Im Sommer wird nur wenig Wärme gebraucht (Warmwasserbereitung), während im Winter der Bedarf wesentlich höher ist. Dem trägt die Brennstoffzelle mit einem großen Regelbereich Rechnung. Die modernsten Geräte von Vaillant können zwischen 1,5 und 4,6 kW(el) bereitstellen und erlauben damit einen ganzjährigen Betrieb. Durch die gleichzeitige Bereitstellung von Wärme und Strom von der BZ ist es im Winter möglich, die Raumheizung teilweise auch mit Strom sicherzustellen. Hierzu wird einfach mehr Leistung (wärmegeführter Betrieb) von der Brennstoffzelle abgefordert. Sie erzeugt dann automatisch nicht nur mehr Wärme, sondern produziert auch mehr Strom. Der Sommer hingegen erfordert eigentlich einen stromgeführten Betrieb des Gerätes, weil nur Warmwasser bereitgestellt werden muss. Grundsätzlich ist auch für den Sommer ein wärmegeführter Betrieb denkbar, wenn eine entsprechende Kälteadsorptionsmaschine an die BZ angeschlossen wird. Dann könnten Wohn- und Gewerberäume auch ohne eine Klimaanlage gekühlt werden. Die Installation eines Brauchwasserspeichers trägt zusätzlich dazu bei, entsprechende Lastspitzen zu allen Jahres- und Tageszeiten abzubauen.

Für das Einfamilienhaus werden Brennstoffzellen gemeinsam von Vaillant und Webasto entwickelt. Die Kooperation wurde im Februar 2006 besiegelt und beinhaltet die Erprobung der SOFC-Technologie (Solid Oxid Fuel Cell). Hierbei handelt es sich um eine oxidkeramische Brennstoffzelle mit einer Arbeitstemperatur von über 800 Grad Celsius. Während die Aufgabe von Webasto darin besteht das Kernmodul, einschließlich SOFC, Nachbrenner und Reformer zu entwickeln, ist Vaillant für die Integration des Kernmoduls und weiterer Systemkomponenten in ein BZ-Gerät sowie dessen Einpassung in das Heizungssystem eines Einfamilienhauses verantwortlich. Über diese Bauart von Brennstoffzellen berichten wir zu einem späteren Zeitpunkt ausführlicher.

Das Ende des Stromnetzes

Mit dem Kauf und der Installation einer eigenen Brennstoffzelle im Keller bzw. auf dem Firmengelände (Container) kann sich jeder Verbraucher unabhängig vom bestehenden Stromnetz machen. Bei der Nutzung von Erdgas als Brennstoff bleibt die Brennstoffzelle allerdings wegen der begrenzten Regelbarkeit durch den Reformer (kleine Wasserstofffabrik am Gerät) auf das öffentliche Stromnetz angewiesen. Die bereits beschriebenen Anpassungen des Betriebes an die Gegebenheiten in der jeweiligen Jahreszeit sind so kaum möglich. Erst die Verwendung von Wasserstoff direkt aus der Erdgasleitung gibt uns alle Freiheiten, die wir brauchen. Natürlich versuchen die Energieversorger ihren Einfluss zu behalten. So werden virtuelle Kraftwerke mit den erdgasbetriebenen Brennstoffzellen zusammengeschaltet und das Contracting angeboten. Letzteres bedeutet, dass der Verbraucher die BZ nur mietet und der Energieversorger die volle Kontrolle über das Gerät und dessen Steuerung behält. Das ist aber bei der Verwendung von Biowasserstoff überhaupt nicht erforderlich. Ist die BZ erst einmal im Besitz des Verbrauchers, bezahlt er nur noch die verbrauchte Wasserstoffmenge pro Monat und hat gleichzeitig Wärme und Strom fürs Leben.

Alle Rechte an diesem Artikel liegen bei Torsten Pörschke, Pirna

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 einmal monatlich im PDF-Format und ausschließlich online.

Wir sind ungebunden und unabhängig und wollen die Idee des Bio-Wasserstoffs als ***neue umweltfreundliche Energie für alle*** verbreiten.

Beiträge sind willkommen - senden Sie diese bitte online an: kontakt@bio-wasserstoff.info.

Mitstreiter / Mit-Autoren gesucht!

Die Lawine

Ein Mensch allein kann nicht die Welt verändern. Aber er kann einen Stein ins Rollen bringen und so eine Lawine auslösen, welche sehr wohl die Welt verändern kann.

Wasserstoff, dezentral aus Biomasse erzeugt, hat nicht nur Zukunft - er ist die Zukunft, die uns frei und unabhängig machen wird!

Ein hervorragendes Nachschlagewerk ist das Buch "Bio-Wasserstoff" von Karl-Heinz Tetzlaff. Es zeigt mit Beschreibungen und Berechnungen den bereits heute möglichen Weg auf, wie man mit Bio-Wasserstoff alle Energieprobleme nachhaltig lösen kann.

Mehr unter: http://www.bio-wasserstoff.de

Helfen auch Sie mit, die Lawine auszulösen:

Lesen -
Denken -
Weitersagen -
Handeln -
Druck machen...

... den Politikern und Verantwortlichen!

In eigener Sache

Auch die fünfte Ausgabe unseres Biowasserstoff-Magazins soll wachrütteln, Möglichkeiten und Wege zeigen, wie man durch den **Umstieg auf moderne und zukunftsträchtige Energien, wie Bio-Wasserstoff, den CO2-Ausstoß drastisch verringern, neue Arbeitsplätze schaffen und preiswerte Energie für Alle bereitstellen könnte.**

‚EU-Klimaschutzpaket legt Hürden für Deutschland hoch'

Ein Artikel in der Nürtinger Zeitung vom 24.01.08. Neben einem umfangreichen Emissionshandel - über den sich vortrefflich diskutieren/streiten lässt und wo bisher 90% der Zertifikate kostenlos verteilt werden - kommt die Forderung, dass Deutschland bis 2020 den Anteil von Wind- und Sonnenenergie sowie Biomasse am gesamten Energieverbrauch auf 18 Prozent steigern soll.

Ebenfalls in der Nürtingen Zeitung vom 23.01.08, also vom Vortag, stand ein Artikel: **‚Land will Kraftwerke bauen - Vor allem Kohle soll Atom-Lücke schließen'**. ‚Wasserkraft, Kraft-Wärmekopplung, Energie-Einsparung - das Energiekonzept der CDU-FDP-Landesregierung für das Jahr 2020 streift alle Handlungsfelder. Im Mittelpunkt aber steht die Kernkraft. In Sachen Laufzeitverlängerung will das Land den Druck erhöhen' Soweit das Zitat.

Hier geht es ‚nur' um Baden-Württemberg. Man denkt an vieles, außer an Bio-Wasserstoff. Man will Druck machen, um die alten und unsicheren Kernkraftwerke länger laufen lassen zu können. Und dann kann man natürlich per Gesetz den Häuslesbauern und Häuslesbesitzern wärmedämmende Maßnahmen vorschreiben, gegen die sie sich nicht wehren können. Die nächsten Landtagswahlen im Baden-Württemberg sind (leider) erst im Jahr 2011. So müssen die Bürger im Ländle wohl diese Regierung und ihre aberwitzigen Ideen noch viele Jahre ertragen.

Vorher sind in Hessen, Niedersachsen, Hamburg und Bayern **Landtagswahlen** angesagt. Daneben gibt es in Hamburg, Bayern, Schleswig-Holstein und Brandenburg in diesem Jahr Kommunalwahlen. Man kann nur hoffen, dass bei diesen Wahlen sich die Parteien/Kandidaten durchsetzen, die am Ausstieg aus der Kernkraft und Kohle festhalten und den raschen Ausbau erneuerbarer Energien - vor allem aus Biomasse - fördern wollen. Sicher hat das auch **Signalwirkung**.

Hoffen wir, dass die ewig gestrigen bald abgewählt werden!

100 % Erneuerbare Energien sind möglich, deutschlandweit, europaweit, weltweit. Wir müssen es nur wollen.

Die Zeit ist reif für den Einstieg in die Bio-Wasserstoff-Technologie!

Nürtingen, im Februar 2008 - Manfred Richey

Fantasie ist wichtiger als Wissen, denn Wissen ist begrenzt.
(Albert Einstein)