

Sehr geehrte TeilnehmerInnen und Partner  
des Samstags-Forums Regio Freiburg,  
liebe Freundinnen und Freunde,

hier folgen einige inhaltliche Anmerkungen und Anlagen  
zu den Terminen  
25.11.06, 2. und 9.12.2006

### **zum 25.11. Brennstoffzellen und Mikro-KWK**

(1) Zu der Wortmeldung des einen Herrn mit Problemen bei seiner kleinen Heizkraftanlage habe ich in Erfahrung gebracht:

Es handelt sich i.w. um Schwierigkeiten, die sich durch Personalverlust einer kleinen Firma ergaben und zur Nichtbearbeitung vieler Punkte anl. der Inbetriebnahme der Anlage und danach führten. Der Fall erscheint untypisch für Erdgas-BHKW.

(2) Das BHKW-Infozentrum in Rastatt erwähnt, dass bei kleinen Rapsöl-BHKW gelegentlich unseriös angeboten oder geplant wird.

### **(3) Eine gut lesbare, faktenreiche, übersichtliche Position zu Brennstoffzellen für ortsfeste (stationäre) Anwendungen/KWK:**

Leseempfehlung: Martin Pehnt, Klaus Traube, Okt. 2004, 26 S.

„Zwischen Euphorie und Ernüchterung. Stand und mittelfristige Perspektiven stationärer Brennstoffzellen“

Hrsg. BUND e.V. und Bundesverband KWK:

[www.bund.net/lab/reddot2/pdf/BZP\\_Internet.pdf](http://www.bund.net/lab/reddot2/pdf/BZP_Internet.pdf)

### **(4) Zu Wasserstoff und Energiewirtschaft: Zur Horizonterweiterung**

(als meine teils ergänzenden Kommentare)

Brennstoffe für Brennstoffzellen(BZ) wie Wasserstoff und Methanol (letzteres für die Direkt-Methanol-Brennstoffzelle) muß man erst herstellen oder aus anderen Prozessen bereitstellen:

a) mittels Reformier aus wasserstoffhaltigen Verbindungen wie Erdgas oder Biogas (Methan) .  
Wirkungsgrad ca 60 bis 80%

b) durch thermische Zersetzung von Wasser (Zufuhr von Hochtemperaturwärme bzw. Strahlung für Temperaturen ab 1200 bis 2200 Grad C)

c) durch Elektrolyse von Wasser (elektr. Energie), Wirkungsgrad i.a. ca 70%

d) durch Chloralkalielektrolyse (Chlor-Chemieindustrie: Wasserstoff, Chlor und Natronlauge aus Kochsalzlösung) und andere chemische Prozesse (Synthesegas, Wassergas, Raffinerien als Stichworte)

d) In Erforschung: Wasserstoffproduktion mit lebender Biomasse sein (z.B. Algen/Bakterien).  
(kleine Übersicht, Näheres und andere Verfahren z.B. in

[http://schmidt-walter.fbe.fh-darmstadt.de/WBZ/herstellung\\_h2.pdf](http://schmidt-walter.fbe.fh-darmstadt.de/WBZ/herstellung_h2.pdf) und

<http://www.hyweb.de/Wissen/w-i-energiew3.html>)

Die Brennstoffzelle (hier ohne Brennstoffbereitstellung betrachtet) hat ihren Reiz in der im Betrieb lokal emissionsfreien Energiewandlung („kalte Verbrennung“), wenn man mal von Wasser als Nebenprodukt absieht. Auch der relativ hohe Wirkungsgrad der Stromerzeugung schon ab Leistungen von wenigen 100 kW steht auf der positiven Seite. Auch die Anwendbarkeit in sehr kleinen Leistungsbereichen weit unterhalb der Haustechnikgrößen.

Die erhofften sehr hohen Wirkungsgrade bei der KWK mit BZ sind noch nicht erreicht, ebenso andere Ziele wie Langlebigkeit und Wirtschaftlichkeit bei Normalanwendungen. Aber Hoffnung besteht. Brennstoffzellen waren und sind bereits z.T. im Einsatz in Sonderbereichen (z.B. Weltraum, U-Boote).

Zur einer eventuellen künftigen Wasserstoff-Energiewirtschaft, also zur Energie-Wirtschaft mit Wasserstoff als Energieträger (hier ohne Chemieindustrie betrachtet, die Wasserstoff u.a. für Hydrierungen einsetzt), ist zunächst festzuhalten, dass Wasserstoff nicht Primär- sondern wie Strom ein Sekundärenergeträger ist, der erst mit bzw. aus anderen Energieträgern hergestellt werden muss, siehe oben.

In der Zeitschrift Solarzeitalter (Hrsg. Eurosolar e.V., Bonn), ab Heft 2-2005, zuletzt in Heft 3-2006, S. 60-63, gab es eine Reihe auch engagierter fachlicher Aufsätze zum Für und Wider der solaren Wasserstoffwirtschaft mit vielen Berührungspunkten zu Biomasse-Energie. Die Thesen von Dr. Ulf Bossel (sonst Organisator des European FuelCellForum (CH)), ist sinngemäß:

Die Wasserstoffwirtschaft macht keinen Sinn bei ihren hohen Umwandlungsverlusten und Handhabungs- und Transportproblemen. Denn z.B. Strom für die Elektrolyse kann man – vor allem im stationären Anwendungsbereich - viel besser, d.h. energetisch viel effizienter direkt für die Nutzungen einsetzen.

Prägnant laut Dr. Bossel: „Jede Art der Herstellung von Wasserstoff, den man nach verlustreicher Verteilung mittels Brennstoffzellen wieder in Nutzenergie umwandeln muß, ist aus energetischer Sicht unsinnig, denn Wasserstoff wird fast immer aus dem Energieträger gewonnen, den man eigentlich ersetzen wollte.“ Ähnlich für die erneuerbaren Energien: besser direkt einsetzen, statt mit Wasserstoff einen großen Umweg zu machen. Bossel plädiert für eine Elektronenwirtschaft statt Wasserstoffwirtschaft.

Die obige Arbeit von Pehnt/Traube 2004 sieht aber Chancen für eine solare Wasserstoffwirtschaft in einem künftigen Teilbereich, wenn sehr hohe Durchdringung mit den fluktuierenden Energien Windkraft und PV-Solarstrom eingetreten ist: Verwenden eines Teils des Überschusses bei Solar/Wind-Überangebot für Elektrolyse, dies für die Verwendung in Spitzenlastkraftwerken. Wasserstoff würde auch 2050 i.w. nur im Verkehr eingesetzt, dort für ein Sechstel des Bedarfs laut Langfristszenario für das UBA/BMU. Regenerativer Brennstoff für stationäre Brennstoffzellen wäre zumindest auf längere Sicht nur Biomasse, nicht großtechnisch erzeugter Wasserstoff.

Als weiterer Hintergrund sei notiert, dass die EU zwar Forschung zur Wasserstoffwirtschaft fördert und insbesondere als Solarforschung deklariert, aber dies, obwohl dann nicht unter Euratom durchgeführt, nach meiner Einschätzung eher im Sinne eines Deckmantels für eine nukleare Wasserstoffwirtschaft tut. Denn die erneuerbaren Energien brauchen die Wasserstoffwirtschaft nicht oder kaum. Eine nukleare Wasserstoffwirtschaft würde sich aber auszeichnen durch Probleme

- ohne Pu-Brüter-WAA-Wirtschaft sehr knappe Nuklearenergieressourcen
- Nuklearrisiken und Atommüllproduktion
- riesige Abwärmeströme bei Kraftwerken (weniger bei Hochtemperaturreaktoren, ohne diesen das Wort reden zu wollen) und große bei Elektrolyseanlagen und Kompression
- extremen Investitionsaufwand.

Warum die Nuklearlobby Interesse hätte, zeigt die Überschlagsrechnung in Solarzeitalter 1-2006, S. 65. Um die 50 Jumbos, die allein täglich in Frankfurt/M starten, mit insgesamt

täglich 2500 t Wasserstoff zu betanken, braucht man ständig den Strom von z.B. 8 Atomkraftwerken mit je 1000 MWel (bie 100 kWh Stromverbrauch pro 1 kg Wasserstoff, über die ganze Wasserstoffkette gerechnet, Elektrolyseverfahren angenommen). Dies zeigt aber zugleich die in wohl jeder Hinsicht extreme Ineffizienz eines solchen Systems.

Die sehr ausführliche Pressemitteilung 423 der BASF vom 25/25 Okt. 2004 (zu: Wissenschaft und Journalisten im Gespräch - Energiemanagement) zeigt anhand mehrerer Punkte, dass in der Chemieindustrie Wasserstoffvermeidung der Wasserstofferzeugung vorgezogen wird, weil effizienter.

Einblicke spezifischer und auch grundsätzlicher Art zum BZ-Einsatz im Verkehr (Wasserstoff, Methanol) bietet der VDI-Bericht 1418 (1998) mit einem Beitrag aus Reihen des Umweltbundesamtes. Es zeigen sich überwiegend ähnliche Effizienzprobleme des BZ-Einsatzes wie oben für den Heiz- bzw. KWK-Einsatz.

<http://www.umweltbundesamt.de/verkehr/downloads/bzhybrid.pdf>

\*\*\*\*\*

## zu 2.12.06 Biomasse-Energien

(1) Zum **Bioenergie**dorf **Mauenheim** (bei Immendingen Ba-Wü), etwas später als das niedersächsische Jühnde „fertig“, haben ich Ihnen in der nun aktualisierten Unterlage zum 2.12.06 die Links notiert.

Blick über den Zaun:

**Gemeinden mit über 100% regenerativer Stromerzeugung** sind neben Mauenheim u.a. **Freiamt**/Kreis Emmendingen (Energimix dominiert von 4 Windkraftanlagen, 3 sieht man von Freiburg HBF-Brücke, u.a.auch mit Biogas-Strom), **St. Peter**/Kreis Brsg.-Hochschw. (dominiert von Windenergie), **Todtnau** (dominiert von Wasserkraft, dort bion ich aber nicht ganz sicher, ob schon über 100%))

### (2) FNR einseitig pro BtL und gegen Biogas?

Im DGS-Newsletter DGS-Aktuell ([dgs-newsletter@dgs.de](mailto:dgs-newsletter@dgs.de)) der deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie e.V., Münschen, weist Tomi Engel in seinem Bericht „Mag die Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe kein Biogas?“ akribisch nach, dass die Fachagentur für Erneuerbare Rohstoffe FNR, die i.A. der Bundesregierung arbeitet, Biogas offenbar ins Abseits stellen will im Vergleich zu BtL-Kraftstoffen und dies zu unrecht tut in der Publikation mit dem Titel „Biokraftstoffe - eine vergleichende Analyse“. Ein der aufschlußreichen Passagen von Tomi Engel:

„Für BtL und Biogas werden nahezu gleiche Flächenenerträge angegeben, folglich wäre auch Biogas in der Lage, im Jahr 2015 mehr als zehn Prozent des Treibstoffbedarfs zu decken, und das rund 30 Prozent billiger als BtL. Jedoch gäbe es dann für BtL keine Anbauflächen mehr. Bedenkt man, dass heute beim Biogas noch rund 50 Prozent der Bioenergie wieder ungenutzt im Güllefass zurück auf den Acker fahren, dann kann der Biogas-Pfad langfristig fast doppelt so viel nutzbare Energie von einem Hektar liefern als das BtL-Szenario.“ Ein weiterer Kritikpunkt neben einer Reihe weiterer inhaltlicher Mängel der Publikation: Sie wurde lt. Engel von einer Firma erstellt, die enge Beziehungen zur Automobil- und Mineralölindustrie unterhält. Hintergrund des Ganzen: Hier werden künftige Mono- oder Oligopole vorbereitet. BtL kann kaum jeder als Betreiber erzeugen, Biogas fast jeder.

(3) **Biomasse: ertragsreiche C4-Pflanzen:** Einen deutlich höheren Wirkungsgrad (mehr Biomasseproduktion pro Fläche) gegenüber C3-Pflanzen haben C4-Pflanzen wie Mais. C4-Pflanzen arbeiten mit 4-C-atomigen Molekülen in ihren internen Stoffkreisläufen.

**(4) Thesen: Nutzungskaskade für Biomasse:**

(I) Biomasse-Energieträger sind i.a. als hochwertig einzustufen. Sie sind quantitativ begrenzt und sehr wertvoll als erneuerbarer Rohstoff und gespeicherte Sonnenenergie. Sie haben eine gute Arbeitsfähigkeit (Exergie, Energiewertigkeit, Hinweis: Je höhere Temperaturen erzeugt werden können, desto höher die Exergie. Maximale Exergie hat el. Strom). Meine thesehaften Folgerungen dazu:

(II) Es ist falsch, Biomasse-Energieträger unbedacht zur Erzeugung von Niedertemperaturwärme (unter ca. 100 Grad C) einzusetzen. Niedertemperaturwärmebedarf soll so weit wie möglich durch Wärmedämmung und anderweitige Bedarfsverminderung vermieden werden und im Rest durch Nah- oder Fernwärme aus KWK oder aus Wärme aus Objekt-KWK oder durch Solarwärme ersetzt werden. Für die KWK kommen Biomassereststoffe in Frage.

(III) Für Biomasse-Energieträger soll eine Nutzungskaskade beachtet werden, die Vorrang gibt für stoffliche und bauliche Nutzung (erneuerbare Rohstoffe). An deren Nutzung und Erstellung schließt sich die energetische Nutzung nachrangig an. Wegen der hohen Exergie auch der Reststoffe soll diesen möglichst nur per Kraftwärmekopplung genutzt werden. Aus Effizienz- und Transport- sowie Emissionen Gründen kommen hierfür vor allem nicht zu kleine, aber dezentrale Heizkraftwerke in Frage

(IV) Gegenüber dem Einsatz von Biomasse-Energien in KFZ, der dem Einsatz in KWK unter Effizienzgesichtspunkten deutlich unterlegen ist, sind die Verwirklichung starker Energiesparmaßnahmen an Fahrzeugen (Stichwort 1- bis 3-Liter Auto) und Vermeidung von KFZ-Verkehr deutlich vorzuziehen. Erneuerbare Rohstoffe im Verkehrssektor sollten wenn, dann bevorzugt beim ÖPNV und in der Land- und Forstwirtschaft, beim Gartenbau sowie, soweit wasserunschädlich, in Wasserschutzgebieten eingesetzt werden.

Dr. Georg Löser, Gundelfingen i.Br., 8.12.2006  
georg.loeser(at)gmx.de