

Einstieg in eine nachhaltige Energiewirtschaft

©Karl-Heinz Tetzlaff www.bio-wasserstoff.de / 23.01.2009

Hintergrund

Die realexistierende Energiewirtschaft wurde im 19. Und 20 Jahrhundert auf der Grundlage von Kohle und Öl mit den damals verfügbaren Technologien konzipiert. Das Konzept ist für die Integration erneuerbarer Energien ungeeignet und genügt nicht den Anforderungen des 21. Jahrhunderts.

Nachhaltiges Konzept

Eine nachhaltige Energiewirtschaft für das 21. Jahrhundert sollte folgende Kriterien erfüllen:

- Voller Umwelt- und Klimaschutz
- Ausschließliche Nutzung heimischer Erneuerbarer Energien
- Bedarfsgerechte Erzeugung
- Hohe Effizienz der Energiewandlung- und -verteilung
- Geringe Energiekosten
- Politische Unabhängigkeit

Diese Kriterien können am besten von einer echten solaren Wasserstoffwirtschaft erfüllt werden.

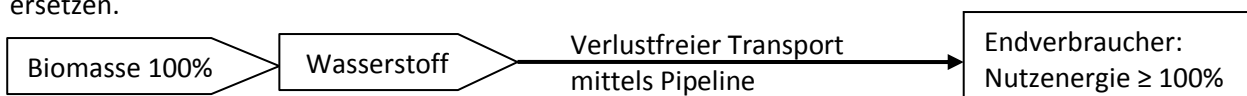
Solare Wasserstoffwirtschaft

In einer echten solaren Wasserstoffwirtschaft wird auf allen Ebenen mit Wasserstoff gehandelt und gewirtschaftet. Diese Wasserstoffwirtschaft ist also dadurch gekennzeichnet, dass der Wasserstoff zum Endkunden gebracht wird und erst dort mittels Brennstoffzellen in Strom und Wärme umgewandelt wird.

Weil bei diesem Konzept ein erheblicher Stromüberschuss zu erwarten ist, handelt es sich um eine wärmegeführte Energiewirtschaft, die prinzipiell keine Energieverluste kennt. Strom und Wärme haben hier also den gleichen Wert. Bei unserer real existierenden Energiewirtschaft handelt es sich dagegen um eine stromgeführte Energiewirtschaft mit teuren Energiewandlern und systembedingten Verlusten von über 60%.

Woher kommt der Wasserstoff?

Neben den als Strom geernteten Sonnenenergien, wie Wind, Photovoltaik und Wasserkraft, lässt sich auch die gespeicherte Sonnenenergie in Form Biomasse direkt in Wasserstoff umwandeln. Die thermochemische Umwandlung von Biomasse ist derzeit mit Abstand die kostengünstigste Ressource zur Herstellung von solarem Wasserstoff in regionalen Wasserstoff-Fabriken (≥ 50 MW). Biomasse gibt es in Europa und den meisten Ländern der Welt genug, um alle atomaren und fossilen Energien zu ersetzen.



Da Brennstoffzellen auch die Kondensationswärme des erzeugten Wasserdampfes nutzen können, kann die Effizienz zur Erzeugung von Strom und Raumwärme ca. 110% erreichen (Brennwerttechnik).

Infrastruktur und Kosten

Für die Verteilung der Energie für Strom, Wärme und Treibstoffe ist in einer Wasserstoffwirtschaft nur eine einzige Infrastruktur erforderlich. Das kann das heutige Erdgasnetz sein, das in der Stadtgaszeit schon einmal ein Wasserstoffnetz war. Der Wasserstoff strömt von der druckaufgeladenen Fabrik ohne Nachverdichtung zum Endverbraucher, der selten mehr als 100 km entfernt wohnt. Die nebenstehende Skizze zeigt anschaulich den Aufwand zum Transport von je 600 MW Energie.

Die Herstell- und Verteilungskosten für Wasserstoff sind in den nachfolgenden beiden Tabellen dargestellt.

	[ct/kWh] Bez. Heizwert	[ct/kWh] Bez. Brennwert
Herstellung	2,5	2,1
Haushaltstarif	3,2	2,7

Tabelle 1: 500 MW Wasserstoff-Fabrik

	[ct/kWh] Bez. Heizwert	[ct/kWh] Bez. Brennwert
Herstellung	3,5	3,0
Haushaltstarif	4,2	3,6

Tabelle 2: 50 MW Wasserstoff-Fabrik

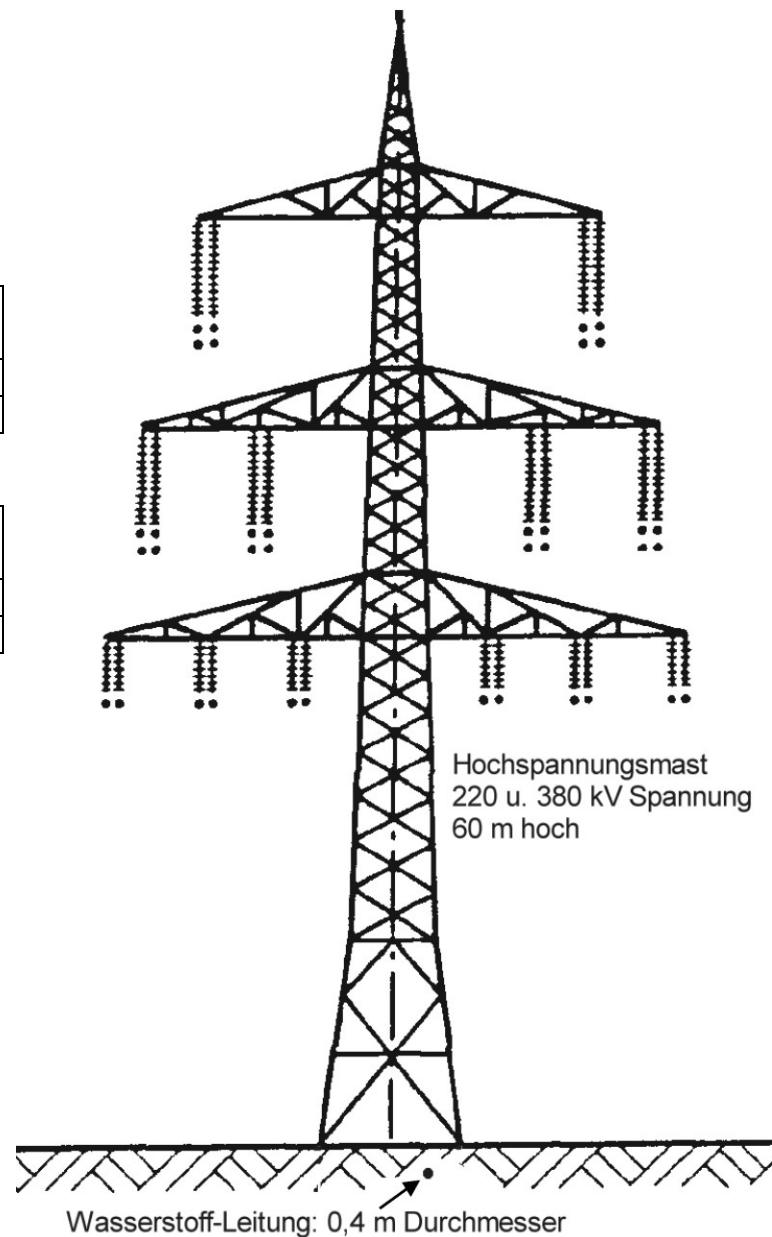
Der Rohstoffanteil beträgt ca. 2 ct/kWh (Hu) und bezieht sich auf einen Biomasse-Preis von 100 €/t Trockenmasse. Dieser Preis ist für die Land- und Forstwirte auf mittlere Sicht mehr als auskömmlich. Bei Anbau des Unkrautes Knöterich (*Igniscum*) als Dauerkultur, kann man beispielsweise heute schon 40-60 t/ha Trockenmasse ernten. Das sind Erträge von 4.000 bis 6.000 €/ha. Für den Landwirt sind Erträge von 800 €/ha normal.

Russland berechnete für sein Erdgas Anfang 2009 dem Westen 400-500 €/1.000 m³, entsprechend 4-5 ct/kWh (Heizwert).

Wasserstoff kostet hingegen nur 2,5-3,5 ct/kWh

(Tabelle 1 u. 2) und ist bereits vor Ort. Das Auswechseln der Brennerdüsen ist von der Umstellung von Stadtgas auf Erdgas bekannt. Konsequenter ist jedoch die Nutzung von Brennstoffzellenheizungen. Damit kann man seinen eigenen Strom zu 3-4 ct/kWh herstellen. Brennstoffzellenheizungen werden voraussichtlich nicht mehr kosten als Gaskessel heute. Sie können jedem Lastwechsel augenblicklich folgen.

Da der Verbraucher heute die Versorgungssicherheit garantiert haben will, muss der Wasserstoff-Fabrik ein Röhren- oder Untertagespeicher zugeordnet sein. Bei mehreren Wasserstoff-Fabriken ist ein Speicher entbehrlich, weil das Rohrnetz durch Druckaufbau eine Pufferwirkung hat und die Fabriken gut regelbar sind. Wie man den Beginn unter Ausnutzung des EEG gestalten kann, wird im Folgenden gezeigt.



Einstieg in die Wasserstoffwirtschaft unter Ausnutzung des EEG

Der Zweck des Gesetzes zum Vorrang der Erneuerbaren Energien (EEG) ist die Entwicklung neuer Technologien um diese wettbewerbsfähiger zu machen. Das lässt sich auch für Wasserstofftechnologien nutzen, obwohl diese Technologien schon wettbewerbsfähig sind.

Betreiber-Nutzer-Modell mit Stromverkauf nach EEG

Konzept

Der in der Fabrik erzeugte Wasserstoff wird an Haushalte geliefert, denen von der Fabrik (oder einem Contractor) Brennstoffzellen mit einer Leistung von $10 \text{ kW}_{\text{el}}$ und $\eta_{\text{el}} = 60\%$ zur Verfügung gestellt werden. **Die Haushalte werden kostenlos mit Wärme versorgt.** Die Brennstoffzellen werden von der Fabrik gesteuert. Der Strom wird nach EEG zu 24 ct/kWh^* ins Netz eingespeist. Für den Haushalt verbleiben dann maximal $9,3 \text{ kW}$ Wärmeleistung, was im Allgemeinen ausreichend ist. Das Rohrnetz wird von einem Gasversorger gemietet, der dafür die bisherigen Verteilkosten in Höhe von $0,7 \text{ ct/kWh}$ erhält. Während der Revisionszeit der Anlage von 1 Monat/a werden die Haushalte voll mit Netzstrom versorgt, der auch zur Erzeugung von Raumwärme verwendet wird.

Input:

10 t/h Biomasse (Trockenmasse), 100 €/t
6,24 MW Strom, Fremdbezug 8 ct/kWh

Output:

54,3 MW Wasserstoff (H₂);
62,9 MW Nutzenergie beim Endkunden, davon 32,7 MW als Strom und 30,2 MW als Wärme

Investitionen

Wasserstoff-Fabrik (Prototyp)	40 Mio. € (die 6. Fabrik kostet ca. 20 Mio. €)
3270 Brennstoffzellenheizungen	0 Mio. € (wird voll vom Mini-BHKW-Progr. des BMU bezahlt)

Verkaufsfähige Strommenge

$32,7 \text{ MW} * 8000 \text{ h/a} = 261.600 \text{ MWh/a}$

Einnahmen und Ausgaben in Mio. €/a bei 8000 Betriebsstunden/a

Einnahmen aus dem Stromverkauf:	62,8
Biomasse	-8
Strombezug der Fabrik 8 ct/kWh	-4
Abschreibung 10% auf Invest.	-4
Reparaturen 5% auf Invest.	-2
Personal u. Sonstiges	-2
Netzmiete	-0,3
Netzstrom bei Revision	-1

Gewinn 41,5

Rendite auf das eingesetzte Kapital ca. 100%

Das eingesetzte Kapital ist in einem Jahr zurückgeflossen.

Spätestens nach 500 Fabriken je 50 MW bricht das EEG zusammen, weil die Bevölkerung gegen die hohen EEG-Umlagen rebelliert. Dann beginnt die echte wärmegeführte Wasserstoffwirtschaft.

*Hängt vom Input und dem Firmenkonstrukt ab