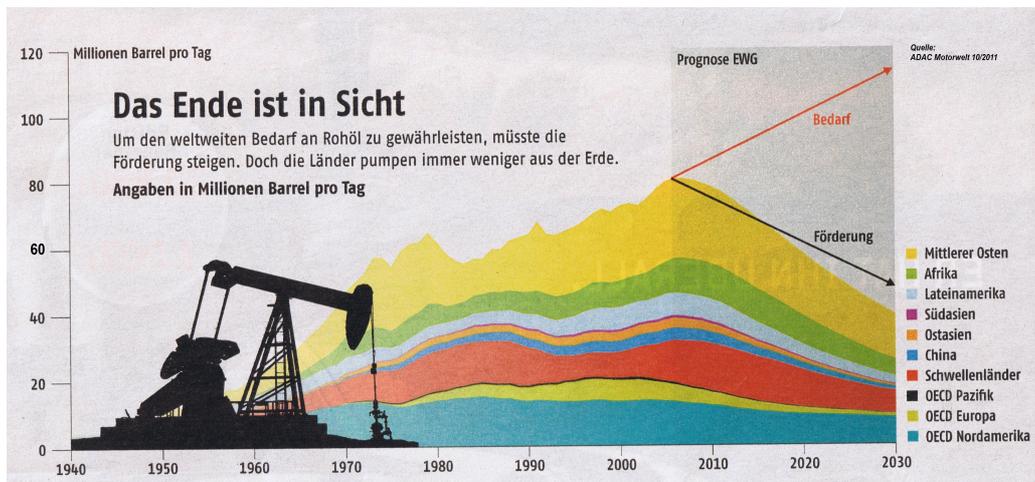


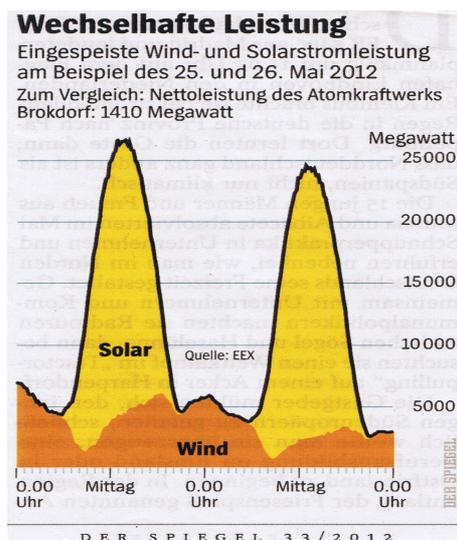
Essay

Wasserstoff – Netzwerk realisierbar !

Erdöl ist für unser tägliches Leben und damit unsere Wirtschaft ein äußerst wertvoller Energieträger und Rohstoff. Auch wenn man in den USA und Kanada mit neuen, die Umwelt zumindest extrem belastenden Methoden wie *fracking* und *Ölsände waschen*, neue Förderfelder erschließt und hofft, in den Böden der Ozeane neue Lagerstätten zu finden, bleibt die Erkenntnis, daß auch der Rohstoff Erdöl *endlich* ist.



Erdöl als Rohstoff für unsere Gebrauchsgüter könnte durch Erinnerung an nachwachsende Materialien und deren alte Verarbeitungsmethoden hinreichend ersetzt werden. *Erdöl als Energieträger* sollte über Wind- und Solarenergie und Wasserstoff im Laufe dieses Jahrzehntes ersetzt werden.



Wind- und Solarenergie steht unserer Welt unerschöpflich zur Verfügung. Jedoch läßt sich nutzbarer Wind und verfügbare Sonneneinstrahlung schlecht vorherplanen, um diese Energien zu

nutzen. Mit heutiger Technologie können diese Energien in elektrische Energie gewandelt werden, aber die Speicherung großer Energiemengen stellt ein Problem dar. Wissenschaft und Industrie forschen, entwickeln und planen die von durch Wind und Sonne erzeugte Energien mittels Batterien zu speichern, neue Stromnetzen zur Verteilung, Elektroautos, die aus der Steckdose geladen werden sollen, sowie große neue Datenverarbeitungssysteme, die dies alles optimieren und regeln sollen. Auch wenn es bei der Entwicklung von Elektrobatterien enorme Fortschritte gab, ist jedoch zu bedenken, daß transportable Batterie-Kapazitäten (Gewicht, Volumen, Leistung) für Fahrzeuge mit größeren Reichweiten problematisch bleiben und große stationäre Einheiten wohl nicht die landesweit notwendigen Speicherkapazitäten realisieren können (rare Ressourcen an Grundstoffen, sehr begrenzte Lebensdauer).

Neben diesen Bemühungen gäbe es einen leichter realisierbaren Weg um Energie aus Windkraft und auch Solaranlagen sinnvoll zu *speichern* und nach Bedarf u.a. „ins Auto“ zu bringen!

Bewährte Technologie

Die ausgereiften Techniken und Transportketten dazu sind vorhanden:

- **Windkraftanlagen** und **Solaranlagen** verschiedener Leistungsgrößen sind über das Land und die Küste verteilt.
- **Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung** (HGÜ) zur Fernübertragung großer elektrischer Energiemengen.¹
- **Wasserstoff-Elektrolysateure** bieten spezielle Unternehmen² in unterschiedlicher Leistungsgröße an. Neue, leistungsfähigere Anlagen (z.B. Proton-Exchange Membrane (PEM) Technologie ³ oder das Wasserstoff-Hybridwerk ⁴) werden erprobt.
- Die **Komprimierung** und **Verflüssigung** von Wasserstoff, sowie **Lagerung, Transport** in Druckgasflaschen verschiedener Größe ist technischer Alltag⁵.
- Die **Brennstoffzelle** für Wasserstoff⁶ ist ausgereift und Erprobungen in Fahrzeugen unter realistischen Bedingungen haben deren Verwendung bestätigt ^{7,8}.

Konzept eines Wasserstoff - Netzwerkes

Ein landesweites oder gar europaweites Netzwerk entsteht selten per genereller Planung und wenn dann auf Basis von Netzwerken älterer Technik. Bei einem Rückblick in die letzten zwei Jahrhunderte sehen wir, wie z.B. unsere heutigen Straßen-, Eisenbahn- und Kommunikationsnetze aus vielen kleinen „Inseln“ (entstanden aus Eigeninitiativen !) zusammengewachsen sind und sich dabei ständig weiter entwickelt haben. Nach dieser Philosophie sollte auch ein **Wasserstoff-Netzwerk in Deutschland** entstehen.

Auf Basis der oben genannten, bewährten Technologien sind schon die ersten Wasserstofftank-

1 SIEMENS AG, Energy Sector, u. a.

2 CLAIND Fanno, I / Qiuntech, Göppingen / H-Tech, Lübeck / CETH2 (SPTI-Group), Villebon-Sur-Yvette, FR / H2Logic, A/S, Herning, DK / HYDROG(E)NICS, Gladbeck / Zebotec GmbH, Konstanz / u.a.

3 SIEMENS AG, Industry Sector

4 Enertrag AG

5 Linde AG, Air Products, Air Liquide, u.a.

6 Zebotec GmbH, Konstanz / Sylatech Analysetechnik GmbH, Walzbachtal / Linde Group / u.a.

7 „Stromer fahren um die Welt – mit an Bord erzeugtem Strom“, VDI-Nachrichten Nr. 23, 10. Juni 2010

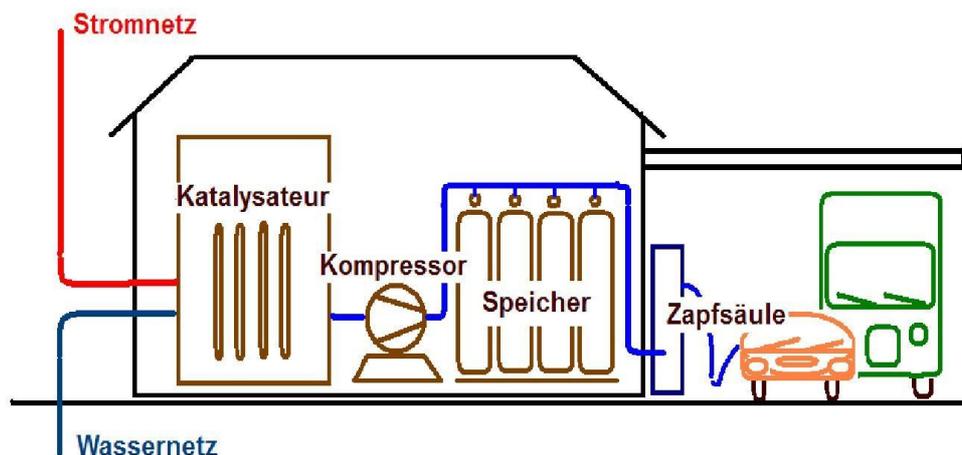
8 Fahrzeugkonzepte und Prototypen von Daimler AG, Opel AG (ADAC-Motorwelt 7/2011), Volkswagen AG, AUDI AG, Toyota (VDI-N. 5.10.12 „... Toyotas Antriebsstrategie“), u.a.

stellen und Anwendungen im Alltag realisiert worden⁹. Einige Hersteller¹⁰ liefern komplette **Wasserstoff-Anlagen**, das sind Elektrolysateure zu Wasserstoffherzeugung, Speicherung und Abfüllung / „Betankung“.

Kleine und mittlere Wirtschaftseinheiten, in deren Nähe Windkraftanlagen und/oder größere Solaranlagen errichtet wurden bzw. geplant sind, wie z.B.

- Gemeinden / Städte mit dem Fuhrpark ihrer städtischen Einrichtungen und dem öffentlichen Busverkehr,
- Stadtwerke mit ihrem Fuhrpark,
- Regionale Car-Sharing-Unternehmen,
- Regional orientierte, größere Fuhrunternehmen,
- Taxi-Vereinigungen,
- etc.

könnten als Erste solche **Wasserstoff-Anlagen** beschaffen und betreiben. Der Wasserstoff würde zu Zeiten hohen Energieaufkommens aus Wind und Sonne erzeugt und ggf. verflüssigt und in unzähligen Druckgasflaschen unterschiedlichster Größe gespeichert. Diese H₂-Energie könnte von einem stetig wachsenden Fuhrpark mit **H₂-Fahrzeugen** und in eigenen **Blockheizwerken** verwendet werden. Fuhrparks von Sozialen Diensten, Rettungsdiensten, Polizei, etc könnten sich danach der Entwicklung anschließen.



Konzept einer regionalen H₂-Anlage

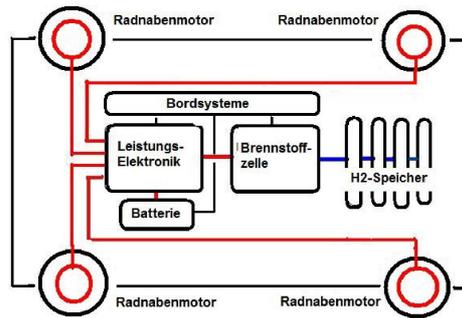
Die Fahrzeug-Industrie könnte **H₂- Fahrzeuge**, anfangs PKW und Transporter auf Basis eines Kleinwagens, herstellen und so den Einstieg in einen wachsenden Markt finden. Die H₂-Fahrzeuge sollten vierradgetrieben sein mittels elektrischer **Radnabemotore**, die von einer Leistungselektronik¹¹ gesteuert werden, welche die Energie über eine **Brennstoffzelle** aus einem wieder auffüllbaren **H₂-Speicher**¹² beziehen. Eine Batterie ist nur für das herkömmliche elektrische / elektronische Bordsystem erforderlich. Eine weitere Batterie wäre ggf. für die Aufnahme der elektr. Bremsenergie und zur Versorgung der Hilfsaggregate notwendig.

9 Air Liquide, Wasserstofftankstelle in Düsseldorf / Total, H₂-Tankstelle Berlin (ADAC-Motorwelt 7/2011) / H₂-Busse der Hamburger Hochbahn (hysolutions.de) / VDI-N. 12.8.2011 „Region Ruhr gibt Gas mit Brennstoffzellen“ (Marl, H₂-Linienbus im Projekt „HyChain“) / ARGEMUC, Wasserstoffprojekt Flughafen München

10 z. B. H₂Logic A/S, Hydrog(e)nic

11 Radnabemotor (Drehstrommotor in der Radnabe, wie u.a. bei Schienenfahrzeugen realisiert) mit einer Leistungselektronik im Vier-Quadrat-Betrieb für (An-)Fahren, Bremsen, Vorwärts, Rückwärts.

12 Druckgasflaschen mit gasförmigen oder verflüssigtem Wasserstoff.



Konzept eines H2-Fahrzeuges

Diese kleinen Insel-Systeme würden

- die Akzeptanz der Wasserstofftechnologie in der Bevölkerung fördern,
- die Nachfrage nach preiswerten H2-Autos würde ansteigen,
- der Anreiz weitere H2-Tankstellen zu erstellen entstünde.

In einer nachfolgenden Phase und bei steigender Nachfrage könnten bestehende Kraftstoff-Tankstellen-Netze und Autoservice-Werkstätten über eigene Wasserstofftankstellen die flächendeckende Versorgung mit Wasserstoff, sowie den Austausch der Druckflaschen vervollständigen. Die vorhandenen Transportunternehmen für Heizöl, Kraftstoff (Benzin, Diesel) aber auch kryogenen (Edel-)Gasen, könnten regional die Transportlücke zwischen Wasserstoffherzeuger und Tankstellen / Werkstätten schließen.

In der Wirtschaft und Forschung bestehen bereits Partnerschaften¹³, die verschiedene Entwicklungen und Projekte gemeinschaftlich vorantreiben. Der Staat müsste sich gesetzlich verpflichten, für die nächsten zwanzig Jahre auf die Erzeugung, Speicherung, Vertrieb und Nutzung von Wasserstoff **keine** irgendwie gearteten **Steuern** (z.B. Mehrwert- und Gewerbesteuern) zu erheben, um damit den Anreiz für den Ausbau eines umfassenden Wasserstoff-Netzes und -Speichersystems zu fördern.

Der Natur abgenommene, erneuerbare Energie würde so in transportabler Form nahe am Entstehungsort gespeichert. Anfangs kann diese Energie in Verkehrssystemen und später bei anderen Anwendungen (z.B. in kleinen und mittleren Blocksystemen für Strom und Heizung, sowie anderen Anwendungen; der Fantasie sind da keine Grenzen gesetzt) verwendet werden.

Deutschland erhalte parallel zum Strom- und Gasnetz ein **drittes Energieversorgungsnetz** mit beliebiger Speicherkapazität! Dieses **H2-Netzwerk** wäre wegen seiner vielen, von einander unabhängigen Funktionseinheiten und unterschiedlich großen Speichern sicher beherrschbar und unanfälliger bei lokalen Störungen. Innerhalb von ein bis zwei Jahrzehnten könnten wir unabhängiger sein von zu importierenden Energieträgern und stets rarer werdenden Schlüsselrohstoffen.

U. W. Heide

¹³ z.B.: Deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellen Verband (DWV), Berlin / ARGEMUC, Wasserstoffprojekt Flughafen München / H2-Busse der Hamburger Hochbahn (hysolutions.de) / Forschungszentrum Jülich / Greenpeace Deutschland : Windgas-Projekt