

▼ news Telepolis das Magazin der Netzkultur www.telepolis.de
Gewalt und Medien



▼ aktuell
container

suchmaschine

subscribe

forum

impressum

Lexikon
Fachwörterbuch
Computer

Der Planet des Wassers

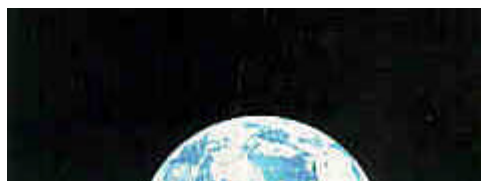
Artur P. Schmidt 17.12.2000

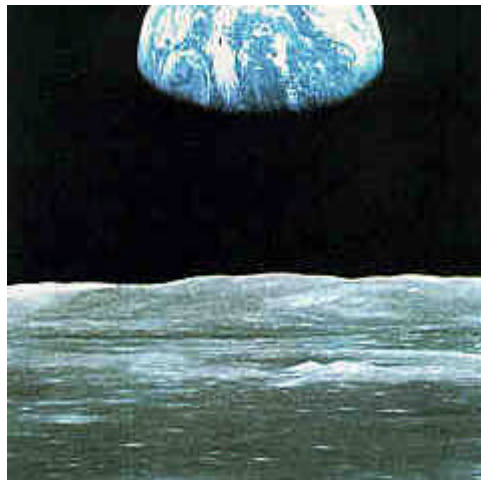
Auf dem Weg zur Wasserstoffwirtschaft

Es besteht kein Zweifel daran, dass es heute um nichts Geringeres geht, als um die Existenz des planetaren Ökosystems als Ganzes. Es wird immer deutlicher, dass die Menschheit den Übergang in eine reversible Ökonomie mit nichtfossilen Energieträgern zu vollziehen hat, die im Einklang mit der Natur stehen. Es ist jetzt an der Zeit, ein weltumspannendes Energieversorgungssystem aufzubauen, das mittels Supraleitung alle wichtigen Bevölkerungs-, Industrie-, Dienstleistungs- und Informationszentren der Welt miteinander verbindet.

Das Vernetzen der weltweiten Energiekreisläufe würde, wie Berechnungen von Buckminster Fuller bereits vor Jahren aufzeigten, nicht nur zu einer starken Reduzierung der Energieverluste führen, sondern auch die Energieausnutzung drastisch erhöhen. Die hierdurch erzielbaren Einsparungen würden problemlos ausreichen, um der Wasserstoff- und Solartechnologie zum Durchbruch zu verhelfen und somit den Verbrauch fossiler Energieträger auf ein Minimum zu beschränken. Mit Energieeinsparungen alleine oder Reduktionsvorgaben von 25% lassen sich keine Probleme lösen, sondern lediglich Symptome behandeln. Eine Wasserstoff-Energiewirtschaft ist das einzige reversible und recyclingorientierte System zur Lösung der Energieprobleme des 21. Jahrhunderts.

 download





Die heutige Weltenergiepolitik steht vor einer entscheidenden Bifurkation (Weggabelung). Entweder wir schaffen den Phasenübergang in eine nichtfossile Energiewirtschaft oder wir werden Klimaveränderungen dramatischen Ausmaßes erleben. Es gilt heute sowohl die Herausforderung des stark ansteigenden Weltenergiebedarfs sowie das damit verbundene CO₂-Problem zu lösen. Die Entstehung fossiler Brennstoffe durch biochemische Prozesse benötigte Millionen von Jahren, weshalb wir diese nicht innerhalb von nur 2 Jahrhunderten komplett verbrauchen dürfen.

Die wesentliche Anwendung fossiler Brennstoffe ist der Verbrennungsprozess, bei dem Wärme bzw. elektrische Energie entsteht. Da bei der Verbrennung von Kohle und Erdöl neben H₂O in starkem Maße "unerwünschte" Verbrennungsprodukte wie Staub, Asche, CO₂, CO, SO₂ und NO anfallen, haben wir unsere natürliche Umwelt zunehmend mit Schadstoffen belastet und angereichert. Demgegenüber ist die Verbrennung von Wasserstoff äußerst umweltschonend, da als Verbrennungsprodukt im wesentlichen Wasser entsteht. Wir stehen deshalb vor der Entscheidung, entweder den irreversiblen Weg der Umweltzerstörung weiterzugehen oder einen reversiblen Weg zu suchen, der eine kreislauforientierte Energieversorgung sicherstellt. Simuliert man den Weltenergiebedarf ohne drastische Transformationsprozesse, so ist eher mit einer Verdopplung des weltweiten CO₂-Ausstoßes bis zum Jahr 2050 als mit einer Halbierung zu rechnen. Deshalb geht es heute nicht mehr darum, anderen in der Energie- und Wirtschaftspolitik blind zu folgen, sondern eigene Perspektiven für die Bewältigung der gegenwärtigen Probleme zu entwickeln. Da dies die Überwindung enormer Widerstände erfordert, ist ein starker Wille zur Veränderung bei allen Betroffenen erforderlich. Dass der sogenannte "American Way of Life" den Planeten ökologisch ins Abseits führt, erkennt man im Bundesstaat Texas, in dem der jetzige US-Präsident Bush als Governor wirkte. Texas hat mit die schlechteste Luft in den Vereinigten Staaten.

Energieträger Wasserstoff

Wasserstoff ist ein unsichtbares, ungiftiges und geruchsfreies Gas, das 1766 von Cavendish entdeckt wurde. H_2 ist nicht nur das einfachste und leichteste Element, es ist auch das am häufigsten vorkommende Element auf unserer Erde und im Universum, wo es über 90% aller Atome und rund 75% der gesamten Masse repräsentiert. Wasserstoff hält als Treibstoff der Sonne deren Energieproduktion und somit das Leben auf unserem Planeten aufrecht. Recht selten (1 von 6000 Atomen) gibt es in der Natur den schweren Wasserstoff (Deuterium D) und sehr selten (1 von 100 Milliarden Atomen) den überschweren Wasserstoff (Tritium T). Das chemische Symbol H bedeutet Hydrogenium (Wasserbildner), wobei es in gebundener Form beispielsweise in Kohle oder in Wasser vorkommt oder in ungebundener Form in Form eines farb- und geruchlosen Gases als H_2 -Molekül.



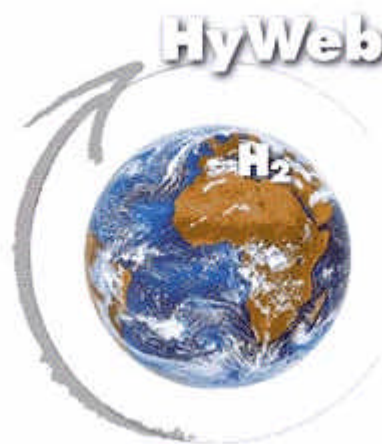
Elektrolytische Wasserstoffherzeugung aus Windkraft an der FH Stralsund


Da Wasserstoff auf unserer Erde nur in gebundener Form vorkommt, ist es kein Primärenergieträger und muss erst unter Energieaufwand gewonnen werden. Die Brennbarkeit von Wasserstoff ermöglicht diesem, Benzin und Kerosin als Antrieb für Transportmittel zu ersetzen. Unterhalb von -253 Grad Celsius lässt sich Wasserstoff verflüssigen und wird dann Flüssig-Wasserstoff (Liquid Hydrogen) genannt, der beispielsweise als Treibstoff für Transport-Raketen wie die Ariane 4 eingesetzt wird. Vergleicht man die erforderlichen Speichervolumina für Wasserstoff mit dem von Erdgas, so ergibt sich dass zur Speicherung der gleichen Energiemenge in Form von Wasserstoff etwa das dreifache Volumen benötigt wird, da der Brennwert des Wasserstoffs nur etwa $1/3$ desjenigen von Erdgas beträgt. Trotz dieses Nachteils, der größere Transport-, Lager- und Tankgrößen induziert, können durch erhöhten Druck und Verflüssigung von Wasserstoff diese Nachteile in einem verträglichen Rahmen gehalten werden. Berücksichtigt man die Innovationspotentiale des Leichtbaus, wodurch die heutigen Fahrzeuggewichte um mindestens $2/3$ gesenkt werden können, so fällt der heutige Nachteil von Wasserstoff bezüglich des geringeren Energieinhalts und der damit verbundenen geringeren Reichweite des Transportmittels kaum mehr ins Gewicht.

Sicherheitsfragen

In jeder Diskussion über Wasserstoff mit Menschen, die sich noch an die Knallgas-Versuche im Chemie-Unterricht erinnern, taucht unweigerlich die Frage nach der Sicherheit auf. Doch Wasserstoff ist bei Beachtung von einfachen Handhabungsregeln sicherer als Benzin.

Das berühmte Zeppelin-Unglück von Lakehurst beweist nicht die Unsicherheit, sondern die Sicherheit von Wasserstoff, da die meisten Passagiere die Katastrophe überlebten. Da bei Entzündung von Wasserstoff die Flamme sich mit einer Geschwindigkeit im Raum verbreitet, die höher ist als die Nachströmgeschwindigkeit des Wasserstoff-Vorrates, erlischt die Flamme nach kürzester Zeit von alleine. Nur bei der Verbrennung in geschlossenen Räumen können erhebliche Brandschäden entstehen, wie dies bei der Entzündung von anderen Brennstoffen auch der Fall ist.



x  [HyWeb](#) - Das Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Informationssystem

Entzündeter Wasserstoff brennt fast mit unsichtbarer Flamme und geringer Strahlungswärme, wobei als Schadstoff lediglich Stickstoff in geringen Mengen anfällt, der jedoch bei Nutzung wasserstoffspezifischer Anwendungstechniken wie der Brennstoffzelle und der katalytischen Verbrennung (niedrige Prozesstemperaturen) vermieden werden kann.

Solare Wasserstoffwirtschaft

Erste Gedanken zur Nutzung des Energieträgers Wasserstoff gehen auf Jules Verne im Jahre 1870 zurück. Ein anderer französischer Wasserstoffpionier - Augustin Mouchot - schlug bereits im Jahre 1879 die Einführung einer solaren Wasserstoffwirtschaft vor. Diese Ideen wurden im 20. Jahrhundert wieder aufgegriffen, zunächst in der frühen Nachkriegszeit von Justi und Bockris und später von Weber, Winter, Nitsch und Dillmann. Er war Direktor der 1870 der Russif

WINTER, NITSCH UND BOIKOW. ES WAR BOIKOW DER 1970 DEN BEGRIFF WASSERSTOFFWIRTSCHAFT PRÄGTE. WASSERSTOFF (H_2) KANN EINERSEITS DURCH ABTRENNUNG VOM ERDGAS (CH_4), ANDERERSEITS AUS WASSER MITTELS ELEKTROLYSE GEWONNEN WERDEN. ABER WASSERSTOFF KANN NUR UNTER AUFWAND VON ENERGIE GEWONNEN WERDEN, WOBEI DIESE DURCH DIE KOMBINATIONEN WASSERKRAFT/ELEKTROLYSE, WINDKRAFT/ELEKTROLYSE, SOLARTHERMISCHE ANLAGE/ELEKTROLYSE SOWIE SOLARZELLENANLAGE/ELEKTROLYSE ERFOLGEN KANN.

Neuere Forschungsanstrengungen konzentrieren sich auch auf die photobiologische Gewinnung von solarem Wasserstoff durch künstliche Bakterien-Algen-Symbiose. Experimente von Rechenberg in Berlin mit der Biophotolyse ergaben, dass Purpurbakterien aus der Sahara erheblich mehr Wasserstoff produzieren, als Stämme aus Berliner Gewässern. Die Realisierung einer Wasserstoffwirtschaft muss nicht zwingend durch solare Wasserstoffproduktion geschehen. Es gibt für eine Übergangsphase auch andere Produktionsverfahren, wie die Umwandlung organischer (fossiler) Rohstoffe, wie Kohle, Erdöl oder gar Erdgas in Wasserstoffgas als Sekundärenergieträger oder der Einsatz nuklearer Energie zur Stromproduktion mit nachgeschalteter Elektrolyse zur Spaltung von Wasser in die Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff.

Langfristig erfolgversprechend ist ein Produktionsprozess von Wasserstoff, der sich auf die umweltneutrale und praktisch unerschöpfliche Primärenergiequelle der Sonnenenergie abstützt, und zwar in direkter Form durch die Sonnenstrahlung oder in indirekter Form durch Wasser- und Windkraft. Der gewonnene Wasserstoff wird unter hohem Druck in ein kapazitätsstarkes Pipelinesystem eingespeist, über welches das Wasserstoffgas in die Schwerpunkte des Energieverbrauchs in Mitteleuropa transportiert wird. Nach Lieferung an die Verbraucher kann die Nutzung des Energieträgers Wasserstoffgas geschehen, sowohl über konventionelle Anwendungstechniken (Verbrennung in Wasserstoffgasbrennern oder in Verbrennungsmotoren, als auch über "fortgeschrittene" Techniken (katalytische Verbrennung, Einsatz in Brennstoffzellen bzw. als Rohstoff in der chemischen Industrie). Die Energie für die Elektrolyse kann in Solaranlagen gewonnen werden, wobei sich insbesondere Wüsten als Standort eignen. Mit einer Fläche von $1.000.000 \text{ km}^2$ könnte durch Solarfarmen in Wüsten (z.B. der Sahara) oder Halbwüsten die gesamte Energieversorgung der Welt sichergestellt werden.

Personenkraftwagen mit Wasserstoff

Eine Einschränkung unserer Mobilität, die wir durch den PKW erreicht haben, ist nur begrenzt möglich, so dass die Lösung zur Drosselung des Schadstoffausstoßes im Straßenverkehr nur durch neue Energieträger erfolgen kann. Da das angeblich umweltfreundliche Elektroauto die Schadstoffemission und das Entsorgungsproblem von der Straße in das Kraftwerk verlagert, ist es nur dann eine Lösung, wenn der Strom durch nichtfossile

oder regenerative Energiequellen gewonnen wird. Deshalb ist der ideale Ersatztreibstoff für das heutige Benzin und den Diesel der Wasserstoff.



Der MAN Niederflrbus mit Wasserstoffantrieb, Münchener Flughafen

Wichtige Forschungsarbeiten und Versuchsprojekte zum Energieträger Wasserstoff wie die innere und äußere Gemischbildung der Motoren bei BMW und Daimler Benz laufen bereits seit den Energiekrisen der 70er Jahre und sind größtenteils bereits erfolgreich abgeschlossen. Jetzt ist die Zeit zum Handeln gekommen. Wird ein Verbrennungsmotor anstatt mit Benzin mit Wasserstoff und Sauerstoff (in reiner Form oder aus der Umgebungsluft) betrieben, so entsteht in der Hauptsache Wasserdampf, der aus reinem Wasser besteht, da bei der Verbrennung keine weiteren Materialien außer Wasserstoff und Sauerstoff beteiligt sind. Die Wahrscheinlichkeit, dass das Wasserstoff-Auto in den nächsten 20 Jahren eingeführt wird, wächst mit der Zunahme des ökologischen Bewusstseins auf unserem Planeten. Sobald der Verkehr aus den Ballungsgebieten verbannt werden muss und die Benzinpreise wegen der zunehmenden Umweltprobleme auf über 2,50.- DM steigen, gibt es sowieso keine Alternative mehr zur Wasserstoffenergie.

Luftfahrtanwendungen für Wasserstoff

Wasserstoff wird seit jeher in flüssiger Form als Antriebsstoff für Raketen eingesetzt, da hier sehr hohe spezifische Impulse erreicht werden können. Aber auch als zukünftiger Energieträger für den Luftverkehr ist Wasserstoff von entscheidender Bedeutung. Anfang dieses Jahrhunderts wurde Wasserstoff als Füllgas in Gasballonen und Zeppelin eingesetzt. Nach dem Zeppelinunglück in Lakehurst Ende der 30er Jahre, wurde Wasserstoff für den Einsatz in Luftfahrzeugen völlig zu Unrecht nicht mehr berücksichtigt, da die meisten Passagiere den Unfall überlebten.





Stingray - Nurflügler

1979 fand in Stuttgart die erste Weltkonferenz über den Einsatz in der Luftfahrt statt. Der Jungfernflug eines Wasserstoffflugzeuges, das mittlerweile im Liniendienst eingesetzt wird, war am 15. April 1988 in der damaligen Sowjetunion mit einer Tupolev 155, wobei die Tanks im Rumpf untergebracht sind. Die Bedeutung des Triebwerks für das System Verkehrsflugzeug wird innerhalb des nächsten Innovationszyklusses stark zunehmen, da bei Nurflügel- sowie Über- und Hyperschallflugzeugen das Triebwerk aus Konstruktionsgründen zur zentralen Baugruppe eines Flugzeuges wird. Weil Wasserstoff etwa 10 Mal soviel Raum einnimmt wie Kerosin, jedoch den dreifach höheren Heizwert hat, müssten die Wasserstofftanks in Flugzeugen etwa 3 Mal so groß sein wie heutige Kerosin-Tanks, allerdings bei einem um etwa 30% reduzierten Abfluggewicht (energetisch gleichwertige Menge Kerosin).

Durch neue konstruktive Formen von Flugzeugen (z. B. [Nurflügler](#)) ließen sich diese Probleme sofort überwinden. Daneben zeichnet sich flüssiger Wasserstoff durch einen verringerten spezifischen Energieverbrauch, eine geringere Luftverschmutzung, die niedrigeren Lärmwerte sowie die Möglichkeit aus, durch Kühlung ('Laminar Flow Control') die laminare Grenzschicht zu stabilisieren. Wasserstoff-Flugzeuge wären wesentlich sicherer, da Wasserstoff eine geringere Entflammbarkeit besitzt und schneller verdampfen würde als Kerosin. Würde man das Nurflügel-Design zum beherrschenden Design-Prinzip für Flugzeuge machen, wäre Wasserstoff nicht nur besser im Flugzeug zu speichern, darüber hinaus wäre die Sicherheit der Luftfahrt deutlich erhöhbar.

Die schnellstmögliche Einführung des gasförmigen Sekundärenergieträgers Wasserstoff ist eine der wichtigsten Aufgaben für das 21. Jahrhundert. Die zu erwartende Degression bei den Kosten für die Photovoltaik und Elektrolyseverfahren sowie die zunehmende Besteuerung fossiler Energieträger schaffen die Voraussetzung für die Diffusion der Wasserstofftechnologie für die weltweite Energieversorgung. In sonnenreichen Gebieten lassen sich große Mengen von Solarstrom erzeugen, die über Supraleitungssysteme in einem geschlossenen Netzwerk verteilt werden können.

In einer Übergangsphase kann Wasserstoff auch aus fossilen Energieträgern erzeugt werden. Zwar leistet dies zunächst keinen Beitrag zur CO₂-Reduzierung, jedoch kann die technologische Umstellung der Wirtschaft auf Wasserstoff dadurch beschleunigt werden. Das zunehmende Bewusstsein für den Schutz des blauen Planeten und die Erschöpfung der fossilen Ressourcen wird eine CO₂-Reduktion von mindestens 60 % bis zur Mitte des nächsten

Jahrhunderts erforderlich machen. Die Stromerzeugung durch Solarenergie und die Wasserstoffherzeugung durch den Solarstrom stellt ein ideales Energiesystem dar, da die Sonnenenergie unbegrenzt, weltweit und kostenlos zur Verfügung steht. Da durch Elektrolyse aus Wasser Wasserstoff und Sauerstoff entsteht und bei der Verbrennung von Wasserstoff wieder Wasser und Sauerstoff, schließt sich der Energiekreislauf auf eine natürliche Weise, ohne den blauen Planeten irreversibel mit Schadstoffen zu belasten. Der Wasserstoffzyklus (Wasserspaltung über Solarenergie, Transport und Verteilung, Wasserstoffnutzung durch Verbrennung/ Umwandlung in den Ausgangsstoff Wasser) ist in seiner Umweltfreundlichkeit durch keinen anderen Energieträger zu übertreffen. Da Wasserstoff Teil eines geschlossenen Energiekreislaufes ist, eignet er sich ideal für den Aufbau einer reversiblen Ökonomie, deren entscheidendes Merkmal die Fähigkeit zur Bewahrung der Schöpfung ist.

forum [artikel versenden](#)**Kommentare:**[Energie- und Geldsparen \(Martin, 24.12.2000 11:05\)](#)[Mercedes Fahrer \(Martin, 21.12.2000 13:37\)](#)[ach ja, hier wird der ganze rot-grüne Schwachsinn offenbar \(Manfred, 19.12.2000 23:48\)
mehr...](#)[↑ top](#)

Copyright © 1996-2001. All Rights Reserved. Alle Rechte vorbehalten
Verlag Heinz Heise, Hannover
last modified: 18.07.2001
[Privacy Policy / Datenschutzhinweis](#)



redaktion