

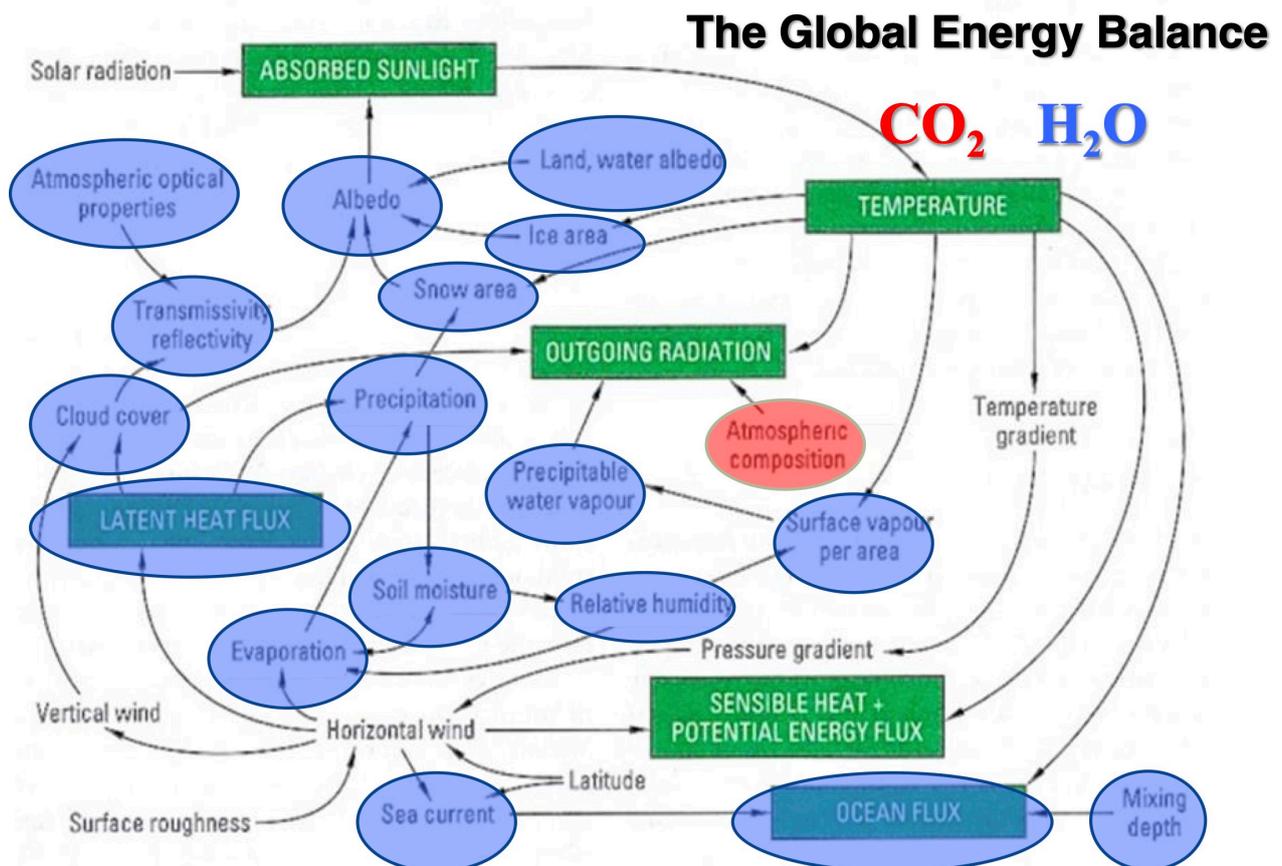
Wasserstoffverwendung mal ehrlich betrachtet

geschrieben von Admin | 21. August 2023

Wasserstoff soll der Energieträger der Zukunft werden. Doch über Kosten und Energieaufwand zur Erzeugung wird geschwiegen. Die Energieverluste und die Kosten für Gewinnung, Transport, Lagerung und Nutzung von Wasserstoff sind riesig.

von Prof. Dr. Ing. Hans-Günter Appel

Die Eigenschaften von Wasserstoff und die Naturgesetze kann man nicht ändern. Sie sind Grundlage für eine sinnvolle Verwendung. Es reicht nicht, Wasserstoff als klimaneutral einzustufen, weil bei der Verbrennung nur Wasserdampf entsteht, der klimaneutral sei. Das ist übrigens eine Falschaussage.



Globales Energie Budget mit den wichtigsten Einflussgrößen, Grafik Willy Soon

Wasserdampf steuert maßgebend unser Klima einschließlich der Erdtemperatur. Wasserstoff als Energieträger kann nicht das Klima

retten. Er könnte aber fossile Brennstoffe ersetzen, die noch viele Jahrhunderte zur Verfügung stehen.

Staatliche Zuschüsse für Profiteure

Die Energieverluste und die Kosten für Gewinnung, Transport, Lagerung und Nutzung von Wasserstoff sind riesig. Sie werden von unserer Regierung und den meisten Politikern nicht beachtet, die nur durch ihre ideologische Brille die Weltklimaretter im Auge haben. Zur Klimaretter wären ambitionierte Maßnahmen erforderlich, heißt es. (Dies ist die Umschreibung für den Weg zu einer nicht bezahlbaren und unsicheren Energieversorgung.)

In Zukunft soll Wasserstoff der Hauptenergieträger werden. Dazu werden jetzt Elektrolyse-Pilotanlagen zur Erzeugung von Wasserstoff mit „grünem“ Strom staatlich finanziert, denn private Investoren finden sich nicht für diese utopische Energiepolitik. Stark unterstützt wird sie dagegen von den Profiteuren, die durch die staatlichen Hilfen hohe Gewinne einfahren. Dazu gehört auch Thyssen-Krupp. Dem Stahlkonzern wurde gerade ein Milliarden-Zuschuss zum Bau einer Wasserstoff - Direktreduktionsanlage zur Gewinnung von Stahl durch den grünen Wirtschaftsminister Habeck zugesagt. Offen bleibt, woher der Wasserstoff kommen soll und welche Stahlkosten nach diesem Verfahren erwartet werden.

Wind- und Solarstrom (Fakepower) aus Deutschland reicht nicht für den Energiebedarf

Inzwischen wurde in den Ministerien ein wenig gerechnet. Die Strommenge für die Wasserstoffherstellung zur Deckung des gesamten Energiebedarfs in Deutschland ist so riesig, dass sie im Land nicht mit Wind und Sonne gewonnen werden kann. Die Fläche in Deutschland reicht dafür nicht. So sollen nun 70 Prozent des Wasserstoffs mit Sonnenstrom in den wolkenarmen Wüstengebieten der Erde erzeugt und nach Deutschland verschifft werden.

Die Verluste beim Wasserstoff-Import

Diese Idee könnte zu einem Nullsummenspiel werden. Das heißt, der gesamte Solarstrom geht auf den Weg zum Verbraucher verloren. Die Elektrolyse frisst bereits 40 Prozent. (Die Chinesen geben für ihre Elektrolysen-Anlagen sogar 50 % an). Hinzu kommen Verluste zur Aufbereitung des Wassers (Die Elektrolysen brauchen Reinstwasser, das in den wasserarmen Wüsten durch Meerwasser-Entsalzung gewonnen werden müsste), zur Verflüssigung des Wasserstoffs ($21 \text{ K} = -252 \text{ °C}$), Transport in Tankern für flüssigen Wasserstoff (23-fache Volumen von verflüssigten Erdgas), Verdampfung, Transport und Lagerung in Deutschland (3-faches Gasvolumen von Erdgas). Nach Berechnungen vom

Stromverbraucherschutz NAEB summieren sich die Verluste, bis der Wasserstoff den Verbraucher erreicht, auf mindestens 80 %. (Siehe Tabelle).

		Wasserstoff		Erdgas		Erdöl
Temperatur	° C	20	- 252	20	-161	20
Zustand		Gas	flüssig	Gas	flüssig	flüssig
Dichte	kg/m ³	0,09	70,9	0,8	450	800
Brennwert	kWh/m ³	3,5	279	11	6500	9500
Volumen	m ³ /1.000 kWh	285	3,58	91	0,154	0,105

Dichte, Brennwert und Volumen der Energieträger Wasserstoff, Erdgas und Erdöl.

Ammoniak ist keine Lösung

Es ist unwirtschaftlich, Wasserstoff wegen seines niedrigen Siedepunkts zu verflüssigen. In Wilhelmshaven, das sich für den Wasserstoff-Import stark macht, werden daher Pläne geschmiedet, den Wasserstoff an Stickstoff zu Ammoniak (NH₃) nach dem Haber-Bosch- Verfahren zu binden. Ammoniak siedet bei -33 °C und kann nach Verflüssigung mit vorhandenen Gastankern transportiert werden.

Flüssiges Ammoniak hat einen Brennwert von 3,3 kWh/Liter und damit ein 3-mal höheres Transportvolumen als von Benzin und Diesel (Brennwert ca. 10 kWh/Liter). Ammoniak kann direkt als Brenn- und Treibstoff verwendet werden. Doch die Verbrennung ist nicht vollständig. Die Abgase enthalten noch Ammoniak mit dem stechenden Geruch, der eine Abgasreinigung erfordert. Auch für die Ammoniak-Synthese geht viel Energie verloren. Das Verfahren läuft unter Druck bei etwa 400 °C. In Japan wurde ein Ammoniak-Speicher-Projekt bereits vor 2 Jahren wieder gestoppt.

Es gibt inzwischen glaubhafte Berechnungen von Fachleuten im Internet, die die gesamten Energieverluste zur Erzeugung von Wasserstoff in der Sahara und in der arabischen Wüste bis hin zum Endverbraucher in Deutschland ermittelt haben. Sie übertreffen die Stromerzeugung, wenn der Energieaufwand für Bau und Betrieb der notwendigen Anlagen mit eingerechnet wird. Die Idee, Energie aus der Sahara, an Wasserstoff gebunden, in Deutschland zu nutzen, könnte folglich ein Nullsummenspiel werden. Tatsächlich werden bereits jetzt Fördermittel in gigantischem Ausmaß sowohl für diese Import-Konzeption ebenso wie auch für die Vorbereitung von Offshore-Windparks mit Wasserstoff-Erzeugung bereits in der Nordsee mit Pipeline-Anschluß an das zukünftige Wasserstoff-Pipeline-Netz getätigt.

Wasserstoffverluste und Versprödung durch

Diffusion

Eine Eigenschaft des Wasserstoffs wurde bisher politisch nicht bewertet. Wasserstoff ist das leichteste Element mit dem geringsten Atomdurchmesser. Die kleinen Atome können durch Metalle und Kunststoffe diffundieren. Diffusion ist ein Platzwechsel von Atomen oder Molekülen durch Wärmeschwingungen. Diffusion ist ein langsamer Prozess. Er wird beschleunigt mit steigender Temperatur.

Wasserstoff entweicht durch Diffusion aus unter Druck stehenden Gasleitungen und Tanks. Füllt man normale Autotanks für Gas mit Wasserstoff, ist die Hälfte in wenigen Wochen durch Diffusion verschwunden. Wieviel Wasserstoff bei der Lagerung in Salzkavernen durch Diffusion in den Salzstock verloren geht, ist nicht bekannt. Im Kavernenfeld Etzel bei Wilhelmshaven werden dazu erste Erprobungen durchgeführt. Die Lagerung in Salzkavernen ist aber schon fest geplant.

Kritisch wird es, wenn sich 2 diffundierende Wasserstoffatome in Gitterfehlstellen von Metallen zusammenkommen und sich zum H₂-Molekül vereinigen. Das Molekül ist zu groß, um weiter zu diffundieren. Es blockiert Gleitebenen. Eine plastische Verformung ist nicht mehr möglich. Das Metall wird spröde und kann wie Glas brechen. Kommen in einer Fehlstelle mehrere Moleküle zusammen, bilden sie eine kleine Gasblase mit extrem hohem Druck, der zu inneren Spannungen bis hin zum Bruch führt. Es sind schon große Bauwerke durch Wasserstoff-Versprödung zusammengebrochen. Beim Transport und Lagerung muss auch mit der Wasserstoff-Versprödung gerechnet werden.

Energiekosten und Folgen

Über die Kosten der Energieversorgung mit Wasserstoff wird geschwiegen. Eine Zahl kann man sofort nennen. Wenn es stimmt, dass der gesamte Solar-Wüstenstrom bis zum Erreichen des Endverbrauchers aufgebraucht ist, steigt der Strompreis auf Unendlich. Dieser Zustand wird sicher nicht erreicht, weil vorher unsere Lebensgrundlage zusammenbricht.

Sicher ist, Wasserstoff als Energieträger verteuert Strom massiv. Die noch vorhandene Industrie wird noch schneller abwandern oder ihre Betriebe noch schneller schließen. Die Energiekosten sind der Schlüssel zu einer prosperierenden Wirtschaft. Mit der derzeitigen grünen Energiepolitik der steigenden Preise in noch ungewisse Höhen gehen Arbeitsplätze und Industriebetriebe verloren. Der Niedergang läuft. Dank der grünen Energiepolitik wird Deutschland deindustrialisiert.

Der Beitrag erschien zuerst bei [mmnews](#) hier