Strom-Wasserstoffumwandlung macht u.a. dann Sinn, wenn es darum geht, sehr teuren Strom zu erzeugen …

geschrieben von Chris Frey | 28. Juli 2020

Nach 20 Jahren EEG fällt unserer Politik eine Lösung ein, die allerdings erst noch entwickelt werden muss

Deutschland fährt mit dem EEG sein Stromversorgungssystem erkennbar konsequent an die Wand. Die Abschaltung der Grundlastkraftwerke ist beschlossen, wie solche dann aber bereitgestellt werden soll, ist nicht bekannt. Man erkennt, dass die von der (angeblichen) „Energiefachfrau“ C. Kemfert propagierte Lösung: *Wir brauchen gar keine Grundlast, denn „intelligente Netze“ lösen das Problem*, zwar hilft, die „*Intelligenz*“ aber darin besteht: Ist kein Strom da, gibt es eben auch keinen. Und wer dann doch einen will, hat dafür hohe Kosten zu bezahlen, besser, den benötigten vorsorglich selbst zu speichern. Richtig „intelligent“ wird dann nur die konsequente Auflistung und Abrechnung der Zusatzkosten. Irgendwie scheint man das den Bürgern (noch) nicht als die grandiose Lösung (un)intelligenter Politik zumuten zu wollen. Dafür gibt es doch noch zu viele nicht-GRÜN Wähler.
Obwohl unsere Versorger kein Problem damit haben, diese „intelligente“ Mangelverwaltung ihren Kunden als Zukunftslösung bereits anzupreisen und Vertriebsfirmen dazu gründen:
EIKE 18.05.2017: *[13]Rechnerisch lohnt sich die solare Eigenversorgung nicht – so lange unser Versorgungsnetz stabil ist. Doch das wird sich ja ändern*

Könnte die ehemalige DDR das Strategie-Vorbild sein?

Nun haben solche, auf stetigem Mangel basierenden Versorgungsmodelle in der ehemaligen DDR gut funktioniert, zumindest bis zu dem Zeitpunkt, als es zu vielen Bürgern dann doch „auf den Keks“ ging. Das lag aber nach heutiger Lesart nicht am Lösungssystem, sondern an der damals noch fehlenden „Intelligenz“. „Intelligent“ Mangel zu haben, ist deshalb die politisch gewollte Zukunftslösung.
Unsere unfehlbare Kanzlerin wurde in und mit einem solchen System sozialisiert. Ein Gedanke drängt sich deshalb auf: Hat sie das Ziel, nun ganz Deutschland in solche – für sie aufgrund ihrer dortigen Sozialisierung „heimelige“ – Verhältnisse zu bringen?
Herr Thomas Kreuzer von der CSU erzählte es etwas höflicher ausgedrückt im BR24 Sonntagsgespräch *[8] [9]*. „Kompetent“, wie unsere Politiker heutzutage durchgängig sind, konnte er allerdings einige der gelisteten Probleme verneinen, weil er die sicher greifende Lösung wusste: *Man muss nur noch die erforderliche Technik entwickeln*:
Thomas Kreuzer: *[8] … Wir müssen also … die Maßnahmen so wählen, dass*

wir Erfolg haben, und dies ist meines Erachtens nur durch einen Durchbruch in der Technik möglich. Und wenn es nicht gelingt, Energie zu speichern, was wir im Moment nicht können … zum Beispiel mit Wasserstoff, dann wird es ganz, ganz schwierig, die Ziele zu erreichen …

Eine seit über 30 Jahren nicht in die Gänge gekommene Technologie wird es nun richten

Nun ist die Wasserstofftechnologie schon „uralt“ und an der Brennstoffzellentechnologie wird seit mindestens 30 Jahren entwickelt. Und diese letzten Dreißig Jahre hat es erkennbar keinen Durchbruch gegeben.
Geradezu ein Veteran ist dieser Technologie ist die Firma Ballard Power. Auch damals geschah etwas Ähnliches – und scheiterte gnadenlos. Der Aktienkurs erzählt lückenlos diese Geschichte, deren Wiederholung nun ansteht:

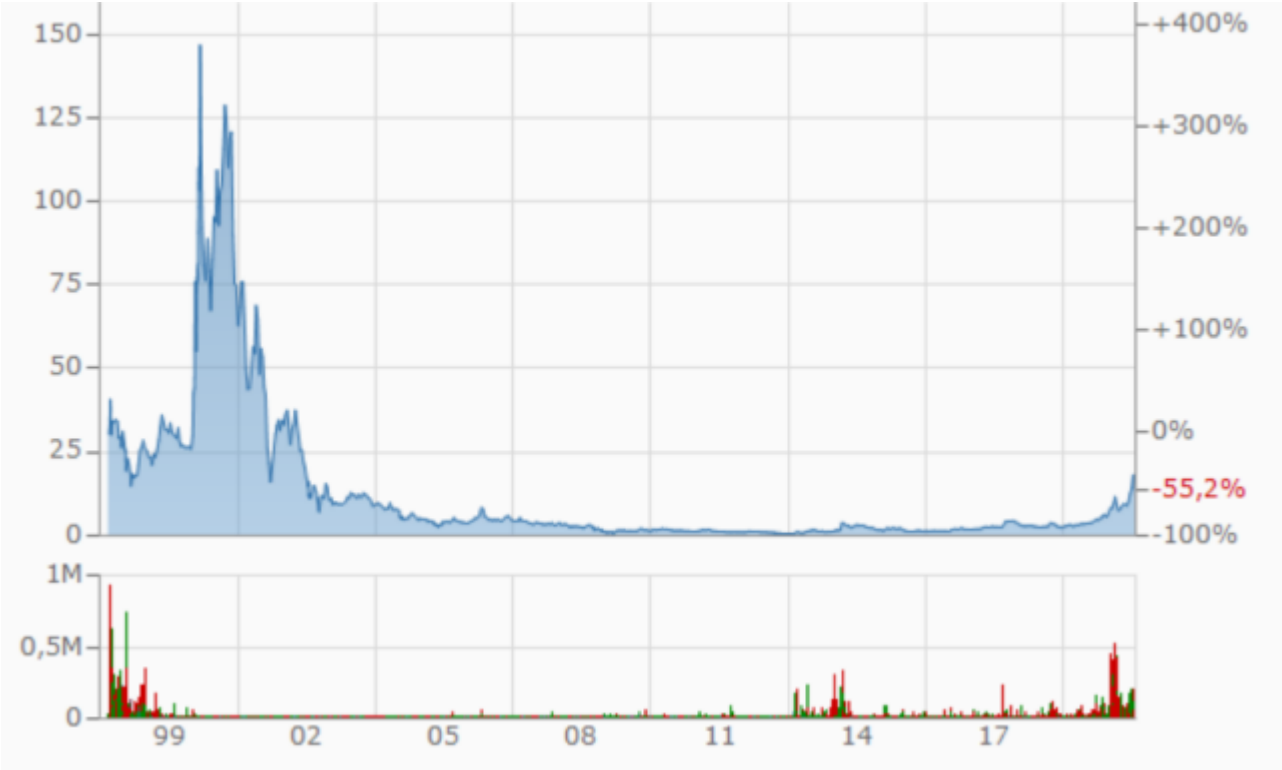


Bild 1 Kurs Ballard Power seit Beginn des ersten Brennstoffzellenbooms Ende des letzten Jahrhunderts

Aber Politiker wissen inzwischen: Probleme liegen grundsätzlich nur daran, dass nicht genügend Geld ausgegeben wurde.
Also wurde der sichere Kardinalfehler behoben und den Versprechern der endlich richtigen Lösung Geld in Hülle und Fülle locker gemacht.
Damit soll die doch plausible Rechnung gelingen: Wenn eine weibliche Person 9 Monate benötigt, um ein Kind zu gebären, brauchen 9 weibliche Personen nur noch einen Monat (genau das umzusetzen, probiert die EU schon mal unter der Ärztin v. d. Leyen mit ihrer Corona-

Impfstoffkampagne). Bei der Wasserstoffstrategie hat diese einfache Divisionsrechnung noch einen zusätzlichen Haken: Das verfügbare (Technologie-)„Sperma“ weist unglaubliche Mängel auf, die – um es mit einem Vergleich zu sagen – mit Sicherheit zu einer Problemschwangerschaft und Geburt eines*r stark bis schwerst-Behinderten führen.

Aiwanger präsentiert eierlegende Wollmilchsau [6]

In einem Video informierte Wirtschaftsminister Aiwanger in seiner unnachahmlichen Art und niederbayerischen Präzision über die neue, bayerische Wasserstoffstrategie:
H. Aiwanger ab 00:44: *Russland würde uns Wasserstoff in beliebigen Mengen zu günstigen Preisen liefern können. Wir denken an Nordafrika. Es kann Marokko sein. Und es sind große, internationale Herkünfte von Australien bis Chile in der Debatte.*



Bild 2 BR24 Video vom 29.05.2020, Vorstellung der Bayerischen Wasserstoffstrategie. YouTube Link

Während sonst alles Mögliche nun verstärkt lokal erzeugt werden soll, bis herunter zur Virus-Schutzmaske, ist es nun besonders strategisch, mit das Wichtigste, was ein Technologieland benötigt: Seine Energie, auszulagern und rund um die Welt – mit Schwerpunkt Afrika (lt. Entwicklungsminister Müller) – einzukaufen und dazu über weiteste Strecken zu transportieren.
Natürlich macht Bayern eine solch geradezu idiotische Strategie (rein persönliche, unbelegte Meinung des Autors, die niemand teilen muss) nicht alleine.
Im Kern ist es ein Strategiethema des Bundes. Und dort sind diesmal

nicht nur die Vorreiter (besonders höflich ausgedrückt) an selten(st) erkennbarer Kompetenz aber absoluter, bedingungsloser Merkelhörigkeit, Frau S. Schulze und P. Altmaier beteiligt, auch unser sonst eher glücklose CSU-Entwicklungsminister ist dabei. Und wenn Herr Dr. Müller eine seiner ausgefeilten Strategien angekündigt hat, kommt immer irgendwann in irgendeiner Zukunft der sichere Durchbruch. Zumindest das Geld dafür ist mit Sicherheit ausgegeben (und oft in erheblichem Maß auf speziellen Konten gelandet).
IWR.de 10.06.2020: *[10]* ***Bundesregierung verabschiedet Nationale Wasserstoffstrategie***
Berlin – Das Bundeskabinett hat heute (10.06.2020) die lange erwartete Nationale Wasserstoffstrategie beschlossen. Wasserstoff soll künftig entscheidend zur Dekarbonisierung wichtiger deutscher Industriebranchen sowie des Verkehrssektors beitragen.
… Die jetzt verabschiedete Wasserstoffstrategie soll nach dem Wunsch der Bundesregierung die Weichen dafür stellen, dass Deutschland bei Wasserstofftechnologien die Nummer 1 in der Welt wird. Dazu sollen die Potenziale für Wertschöpfung, Beschäftigung und den Klimaschutz möglichst schnell erschlossen und genutzt werden. „Denn Wasserstoff wird ein Schlüsselrohstoff für eine erfolgreiche Energiewende sein", so Bundeswirtschaftsminister Peter Altmaier nach dem Kabinettsbeschluss. Er werde als Energieträger der Zukunft sowohl in Deutschland als auch weltweit einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leisten. Dabei wolle Deutschland eine Vorreiterrolle einnehmen, wie vor 20 Jahren bei erneuerbarer Energien.
… „Grüner Wasserstoff und seine Folgeprodukte wie Methanol können das saubere Öl von morgen werden", so die Einschätzung von Bundesentwicklungsminister Dr. Gerd Müller. Müller betont, dass in diesem Zusammenhang vor allem Länder in Nordafrika aufgrund des hohen Solarpotenzials als geeignete Produktionsstandorte für grünen Wasserstoff in Frage kommen. Gemeinsam mit Marokko werde jetzt die erste industrielle Anlage für Grünen Wasserstoff in Afrika entwickelt. „Damit schaffen wir dort Arbeitsplätze für die vielen jungen Menschen, stärken die Technologieführerschaft in Deutschland und helfen, die internationalen Klimaziele wirksam zu erreichen", so Müller weiter.

Tritt Wirtschaftsminister Aiwanger in die Fußstapfen von F. J. Strauß und Bayern wird ein weltweiter Technologieführer?

Manche können sich noch erinnern: Der ehemalige, Bayerische Ministerpräsident F. J. Strauß machte aus einem bettelarmen Agrarstaat durch Konzentration auf die damals völlig neuen Technologien Elektronik (und moderne Militärtechnik) ein Erfolgsmodell, das man heute (noch) sehen und auch (noch) vorzeigen kann. Dies gelang ihm damals auch, weil die reichen Montanländer viel zu „satt" und stolz waren, sich für solche Technologie zu interessieren.
Scheinbar besteht eine solche Konstellation heute wieder im Land. Tesla baut seine alles andere vernichtende Innovation Elektroauto im Osten und die parallel laufende Solarstrategie wird bald flächendeckend viele Handwerksbetriebe und Installateure beschäftigen … Da hat niemand mehr

Zeit und Ressourcen für Wasserstoff.
Eine geradezu ideale – in der Geschichte so seltene Gelegenheit – für Wirtschaftsminister Aiwanger, in einem zum Beispiel wegen der Autokrise derzeit und vielleicht noch viel länger stark unterbeschäftigtem Land das Steuer herumzureißen und damit in die Fußstapfen des geradezu legendären F. J. Strauß zu treten, also Bayerns Geschichte „mit zu schreiben“ …

Made in Bavaria soll zum Wasserstoff-Gütesiegel werden

Wenn Aiwanger informiert, ist „Kompetenz“ spürbar, zumindest, so lange er buchstabengetreu vom Blatt abliest, was er allerdings oft vergisst. Erkennbar hat er Redenschreiber*innen, die gut fabulieren können:
[5] Bayerns Wirtschafts- und Energieminister Hubert Aiwanger hat die Bayerische Wasserstoffstrategie vorgestellt. Danach will sich der Freistaat zu einem weltweiten H2-Technologieführer entwickeln.
Aiwanger: *„Made in Bavaria soll zum Wasserstoff-Gütesiegel werden. Mit unseren hervorragenden Forschern und den innovativen Tech-Unternehmen werden wir eine Wasserstoffwirtschaft entwickeln, die den Hightech-Standort Bayern stärkt, Arbeitsplätze schafft und nicht zuletzt auch den Transformationsprozess der bayerischen Fahrzeug- und Zulieferindustrie unterstützt.“*
Wasserstoff (H2) und bayerische Innovationskraft sollen im Verbund Wohlstand sichern und zugleich den Ausstieg aus der Nutzung fossiler Energieträger voranbringen. Angestrebt werde dabei eine Arbeitsteilung zwischen dem Technologieland Bayern und Regionen, die grünen Wasserstoff produzieren. „Wir wollen die weltweit führenden Wasserstofftechnologien entwickeln. Unsere künftigen Partner nutzen dann unsere Innovationen dank nahezu unbegrenzt verfügbarer erneuerbarer Energien wie Sonne und Wind für die Erzeugung, den Transport sowie die Verwendung von grünem Wasserstoff“, erläuterte Aiwanger.
Zur Marktaktivierung wird die Staatsregierung zudem kombiniert Elektrolyseanlagen und Brennstoffzellenfahrzeuge wie Busse und Nutzfahrzeuge/Lkw fördern. Damit sollen vor allem neue Wertschöpfungsmöglichkeiten für Tankstellen-Standorte in der breiten Fläche geschaffen werden: an kommunalen Betriebshöfen, bei Stadtwerken, für Fuhrpark- und Omnibusunternehmen. Zudem soll 2021 die weltweit erste LOHC-Tankstelle in Erlangen den Betrieb aufnehmen. Noch in diesem Jahr wird erstmals innovative bayerische Brennstoffzellen-Technologie in einem umgebauten Lkw-Prototypen auf Bayerns Straßen fahren.

Wasserstoff aus Elektrolyse: Was schrieben Fachpersonen, bevor unsere Politik die Lösung vorschrieb?

Es lohnt, Publikationen zu lesen, die verfasst wurden, als Fachpersonen noch Fachwissen und nicht politische Vorgabenerfüllungen publizierten: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Doppelbauer, Karlsruher Institut für Technologie: [7] ***Strategiepapier elektrische Pkws – aktueller Stand und zukünftige Entwicklung***
… Wasserstoff ist ein höchst flüchtiges Gas mit einer geringen

volumetrischen Energiedichte. Daher muss man zum Transport und zur Lagerung entweder auf extrem tiefe Temperaturen (-255 °C – fast wie im Weltraum) oder auf extrem hohe Drücke (700 bis 1000 bar – wie am Meeresgrund des Marianen Grabens) ausweichen. Die dazu erforderliche Anlagentechnik ist unvermeidlich aufwändig und somit teuer. Außerdem sind die Wirkungsgrade grundsätzlich schlecht, weil viel Energie zur Erzeugung dieser extremen Bedingungen benötigt wird. ***Da diese Zusammenhänge physikalisch bedingt sind, ändert sich daran auch in ferner Zukunft und auch mit*** **beliebi***g hohem Forschungsaufwand gar nichts.*
Das bedeutet ganz konkret: Für eine Umstellung des Pkw-Verkehrs auf Wasserstoff müssten wir die gesamte heutige Infrastruktur für Lagerung, Verteilung und Verkauf komplett neu bauen. Und zwar wegen der geringeren Energiedichte nahezu doppelt so groß, also doppelt so viele Tankschiffe, doppelt so große Zwischenlager, doppelt so viele Tank-Lkws und doppelt so viele Bodentanks in den Tankstellen. Außerdem müssen wir alles in Kryotechnik für Temperaturen nahe am absoluten Nullpunkt bauen, wodurch die Kosten noch einmal in etwa verdoppelt.
Und dann brauchen wir auch noch die Produktionsanlagen: Für die Erzeugung des Stroms, für die Elektrolyse und für die Verflüssigung. ***Eine gasförmige Verteilung von Wasserstoff im Großmaßstab, das heißt für hunderttausende oder gar Millionen von Pkws, ist vollkommen unmöglich. Die technisch erreichbare volumetrische Energiedichte von gasförmigem Wasserstoff ist nochmals um knapp eine Größenordnung (Faktor 10) niedriger als die von flüssigem Wasserstoff. Dementsprechend würden die Aufwendungen für die Infrastruktur ins Unermessliche steigen.***
Bedingt durch die schlechte Wirkungsgradkette, ausgehend vom Off-Shore Windpark bis zum Elektromotor im Auto einschließlich flüssiger Verteilung und Hochdruckbetankung, ist der Bedarf an Primärenergie für die Erzeugung von Wasserstoff für Brennstoffzellen in Pkws rund 5- bis 6-fach höher als bei Batteriefahrzeugen.
… Es ist leicht abzuschätzen, dass der Strombedarf für den Wasserstoffbetrieb aller 47 Mio. Pkws in Deutschland rund 1,5-fach größer ist als die gesamte heutige Stromproduktion. Daher müssten wir die derzeitig erzeugte Menge an Strom also mehr als verdoppeln. Gleichzeitig wollen wir auch noch alle Kern- und Kohlekraftwerke abschalten und durch regenerative Stromerzeugung ersetzen – wie soll das gehen? ***Die Kosten für den Aufbau einer Infrastruktur für die Erzeugung und Verteilung von flüssigem Wasserstoff sind schier unvorstellbar und betragen alleine für Deutschland über hundert Milliarden Euros. Genaue Zahlen sind unbekannt und nicht seriös anzugeben, da die erforderlichen Einrichtungen noch niemals in einer entsprechenden Größe und Menge gebaut wurden.***
… Die Ladegeschwindigkeit von FCEVs (Wasserstoffautos) *ist unbestritten schneller als die von BEVs* (Elektroautos) *– rund 10 Minuten für einen vollen Tank mit 400 bis 600 km WLTP Reichweite, je nach Fahrzeug. Das bedeutet aber, dass man wie früher neben dem Fahrzeug wartet und keine Zeit für eine Pause hat. Anschließend muss die Tankstelle einen internen Höchstdruckspeicher mit 900 bis 1000 bar nachfüllen, so dass für rund eine halbe Stunde kein weiteres Fahrzeug bedient werden kann (oder nur*

mit wesentlich langsamerer Füllgeschwindigkeit). Die Kosten einer Wasserstofftankstelle sind übrigens astronomisch hoch und übertreffen die Kosten einer Schnellladesäule um mehr als eine Größenordnung.
… Herstellungsaufwand und Preise Die Herstellung von Brennstoffzellen-Pkws ist gegenüber heutigen Verbrennerfahrzeugen (ICE = Internal Combustion Engine) deutlich aufwändiger. Das resultiert zum einen aus den größeren Fahrzeugabmessungen und zum zweiten aus den vielfältigen Nebenaggregaten, die zum Betrieb eines Brennstoffzellenstacks erforderlich sind.44 Daraus ergeben sich nicht nur höhere Anschaffungspreise, sondern auch höhere Wartungs- und Reparaturkosten sowie eine kürzere Lebensdauer
… Um es einmal ganz deutlich zu sagen: Brennstoffzellen-Pkws sind technisch, ökonomisch und letztlich auch ökologisch ein Unsinn. Ebenso unsinnig ist der Aufbau einer Pkw-Tankstelleninfrastruktur für Wasserstoff. Das alles dient einzig den kommerziellen Interessen einiger großer Wasserstoff- und Erdölkonzerne und ist eine Verschwendung von Steuergeldern*. Ich gebe dem Thema Wasserstoff für die Zukunft von Pkws keinerlei Chancen gegenüber Batteriespeichern. Wir täten gut daran, nicht auf eine veraltete und aus grundsätzlichen physikalisch/chemischen Gründen unterlegene Technik zu setzen, denn das bringt den Industriestandort Deutschland in Gefahr.*
Dr.-Ing. Hartmut Euler, Ministerialdirigent, Abteilungsleiter für Technologie im schleswig-holsteinischen Wirtschaftsministerium (Auszüge): [2] ***Wasserstoff aus Strom oder „power to gas“ – der verlustreiche, teure und unnötige Weg***
… Wasserstoff aus Strom oder „power to gas“ also die Umwandlung von hochwertigem Strom in die einfachen Brennstoffe Wasserstoff und/oder Methan führt aus prinzipiellen naturwissenschaftlichen Gründen, die mit dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik zusammenhängen (Wertigkeit der Energie und Energieentwertung) immer zu Verlusten von in der Praxis 2/3 bis 3/4 des Energiegehalts des Stroms. Bei der Rückverstromung werden also in der Regel nur 1/4 bis maximal 1/3 des eingesetzten Stroms, also des gleichen Produkts, zurückgewonnen….
In einem konkreten Versuch der Universität Kiel in Büsum im Jahr 2003 gingen sogar zwischen 85 % bis 87 %, also mehr als 5/6 des eingesetzten Stroms ungenutzt verloren, nur 13 % bzw. 15 % des eingesetzten Stroms konnten wiedergewonnen werden [1]. Die Energieverluste von 2/3 bis 3/4 bleiben auch dann bestehen, wenn nicht rückverstromt wird. Auch in anderen Anwendungsbereichen wie im Verkehr ergibt sich, dass eine Strom-Wasserstofflokomotive 3-5 mal mehr Energie verbrauchen würde, als eine Elektro oder Diesellokomotive, Strom-Wasserstoffautos benötigen 3-4 mal mehr Energie als Elektroautos und „normale“ Autos. Beim Einsatz in der Industrie verhalten sich die Relationen in der Regel nicht anders. Betrachtet man die Verluste isoliert, so sind diese Verluste beim Strom-Wasserstoffweg mehr als 30 mal höher als bei effizienten Speichern.
Diese Verluste müssen durch zusätzlichen Strom und durch zusätzliche Stromerzeugungsanlagen ausgeglichen werden. Dieser zumeist nicht betrachtete Aspekt macht den „Wasserstoff aus Strom“- Weg nicht nur extrem verlustreich, sondern auch extrem teuer.

Aus all diesen Gründen trägt in einer der „Leituntersuchungen“ zur Energiewende der Bundesregierung, der Studie „Wege zu 100 % erneuerbarer Stromversorgung“ des Sachverständigenrats für Umweltfragen, Wasserstoff als Speicher überhaupt nicht, nicht in einer Stunde des Jahres zur Systemoptimierung bei. Strom-Wasserstoff und ***„power to gas“ spielt also in dem wissenschaftlich begründeten Konzept der Energiewende als Problemlösung gar keine Rolle***
Ein Wasserstoff – Feldversuch mit allem dazu gehörigem Equipment – vom Elektrolyseur bis zum Wasserstoffmotor – wurde vor 10 (Anmerkung: Beendet ungefähr im Jahr 2003) *Jahren vom schleswig-holsteinischen Wirtschaftsministerium in einem Projekt beim Forschungs- und Technologiezentrum Westküste der Universität Kiel in Büsum gefördert. Im zusammenfassenden Bericht heißt es:* ***„Man kann aus den Werten nun den Wirkungsgrad aus unseren Versuchen berechnen. Betrachtet man die Wasserstoffgasspeicherung bei 15 bar, kommt man auf einen Wert von 15 %, geht man über die Speicherung bei 200 bar, so ergeben unsere Versuche 13 % Stromausbeute des ursprünglich in den Elektrolyseur eingespeisten Stromes“*** (Anmerkung:[1]) *13 – 15 % des dem Netz entnommenen Stroms konnten zurückgespeist werden; 85 % bzw. 87 % des Stroms gingen bei der Umwandlung von Strom in Wasserstoff und Rückumwandlung in Strom in dem konkreten Versuch zu Wind-Wasserstoff 2003 am FTZ in Büsum verloren. An dem Versuch waren immerhin bedeutende Fachfirmen wie Norsk Hydro und Jenbacher beteiligt.*
Seit 2012 existiert eine Skizze für ein konkretes Wasserstoff-Speicher-Projekt in Schleswig-Holstein, das mit positiven Argumenten „klimaschonend und effizient“ begleitet wurde. Bei Licht betrachtet ist jedoch das Gegenteil der Fall.
Folgende Daten: Es wird unter Einsatz von einer Beladeenergie von 35 GWh Strom aus dem Stromnetz (hier sei 100 % Windenergie unterstellt) in eine vorhandene Kaverne gepresst, was bei Berücksichtigung der Verluste in die Ein-/und Ausspeisung aus der Kaverne 17 GWh ausspeicherbaren Energiegehalt in Form von Wasserstoff ergibt. (GWh Gigawattstunde = 1 Mio. kWh) Eine überschlägige Rechnung ergibt hieraus folgende Bilanz: a. Speicherwirkungsgrad: die angegebene Beladeenergie von 35 GWh Strom entspricht dem Jahresertrag von etwa 5 Windkraftanlagen mit 3 MW bei 2300 Vollbenutzungsstunden – wird in 17 GWh ausspeicherbarem Energiegehalt in Form von Wasserstoff umgewandelt (Wirkungsgrad wegen der Einpressverluste in die Erde nur ca. 50 % statt der oben angegebenen 80 %) Hieraus kann man mit einem Motor / einer Brennstoffzelle bei realistischen 40 % Wirkungsgrad etwa 6,7 GWh, (ca. 1/5 der Ausgangsmenge) bei sehr optimistischen 50 % etwa 8,5 GWh Strom (ca. 1/4 der Ausgangsmenge) wiedergewinnen. ***Der Strom von etwa 4 der 5 Windkraftanlagen geht ungenutzt, vollständig und unwiederbringlich verloren****; die Anlagen kosten aber Geld und benötigen Fläche.*

Die Wasserstoffwirtschaft ist ein weiteres, totgeborenes Kind. Stoppt die Ideologen!

steht in der folgenden Stellungnahme [4] Dr. Geisenheiner at al. 25.03.2020 (Auszüge): ***Fachliche Stellungnahme Wasserstoffwirtschaft***

Energieverschwendung pur!
Die Wasserstoffwirtschaft schafft dabei mehr Probleme als sie löst. Die Energieeffizienz für die Nutzung bei Fahrzeugen und bei Wärme ist katastrophal schlecht. Das würde exorbitante Stromerzeugung erfordern. Die Energiewende im Sektor Verkehr ist schon nicht mit der Batterie-basierten E-Mobilität zu schaffen. Mit der Wasserstoffwirtschaft, die sehr viel schlechtere Wirkungsgrade aufweist,
Der rechnerisch nötige Ausbau der VEE für die Dekarbonisierung mit Sektorkopplung auf mehr als das 15-fache ist wegen des Flächenbedarfs, der Umweltschäden und der gewaltigen Kosten nicht möglich. Die Bürgerinitiativen, unterstützt vom Groll der Betroffenen, werden sich zusätzlich dagegenstellen.
Das kann keiner bezahlen
Die Kostendimension einer Wasserstoffwirtschaft führt nach einer groben Abschätzung zu 0,22€/kWh für die Anwendung Heizen 2. Das ist rund 5-fach teurer als der heutige Erdgaspreis.
Eine ähnliche Situation ergibt sich im Transportsektor. Hier sind die H 2-Treibstoffkosten auch 5-fach teurer, als mit heutigen Kraftstoffen. Eine Steuerbefreiung kann für den Endkunden die Kosten etwas mildern, es bleiben dann aber die Einnahmeverluste der Steuer, die auf anderem Wege zu kompensieren sind. Der Ansatz Wasserstoff über VEE zu erzeugen und so CO2-Ausstoß einzusparen, ist
Technischer und ökonomischer Unsinn. Konzeptloser Aktionismus
Dauernd gibt es neue Ideen, die grundsätzliche Mängel der Energiewende beheben sollen, ohne dass dies mit ihren Folgeauswirkungen im Rahmen eines ganzheitlichen Konzepts durchdacht und quantifiziert wurde. ***Die erneute Idee einer großkalibrigen Wasserstoffwirtschaft als Komponente der Energiewende wird der Industrienation Deutschland schwersten Schaden zufügen.***
Die Wasserstoffwirtschaft ist ein weiteres, totgeborenes Kind. Stoppt die Ideologen!
Das Öko-Institut e.V. schrieb dazu: [3] … *Falls sich die Stromkosten auf 0 € / MWh reduzieren sollten, verringern sich die Erzeugungskosten für Wasserstoff auf 29 € / MWh und die Kosten für synthetisches Methan auf 70 € / MWh.*
Bedingt durch die hohen Wirkungsgradverluste und die hohen Kapitalkosten sind die Kosten für Elektrolysewasserstoff fast dreimal höher als der aktuelle Preis für Erdgas. Die Kosten für synthetisches Methan liegen nahezu um den Faktor 4,5 höher als die aktuellen Kosten von Erdgas … In den nächsten zwanzig Jahren zeichnen sich also keine sinnvollen Anwendungsmöglichkeiten für synthetisches Methan als Flexibilitätsoption für den Stromsektor ab, die über einige wenige Demonstrationsprojekte hinausgehen …

Wirkungsgrad der Power to Gas Technologie mit Rückverstromung

Die vorhergehenden, etwas unübersichtlichen Darlegungen finden sich in einem ganz aktuellen Paper zusammengefasst:
Dr. Geisenheiner at al. 25.03.2020: [4] ***Fachliche Stellungnahme Wasserstoffwirtschaft***

Daraus die Wasserstoff-Prozess-Verlustgrafik:

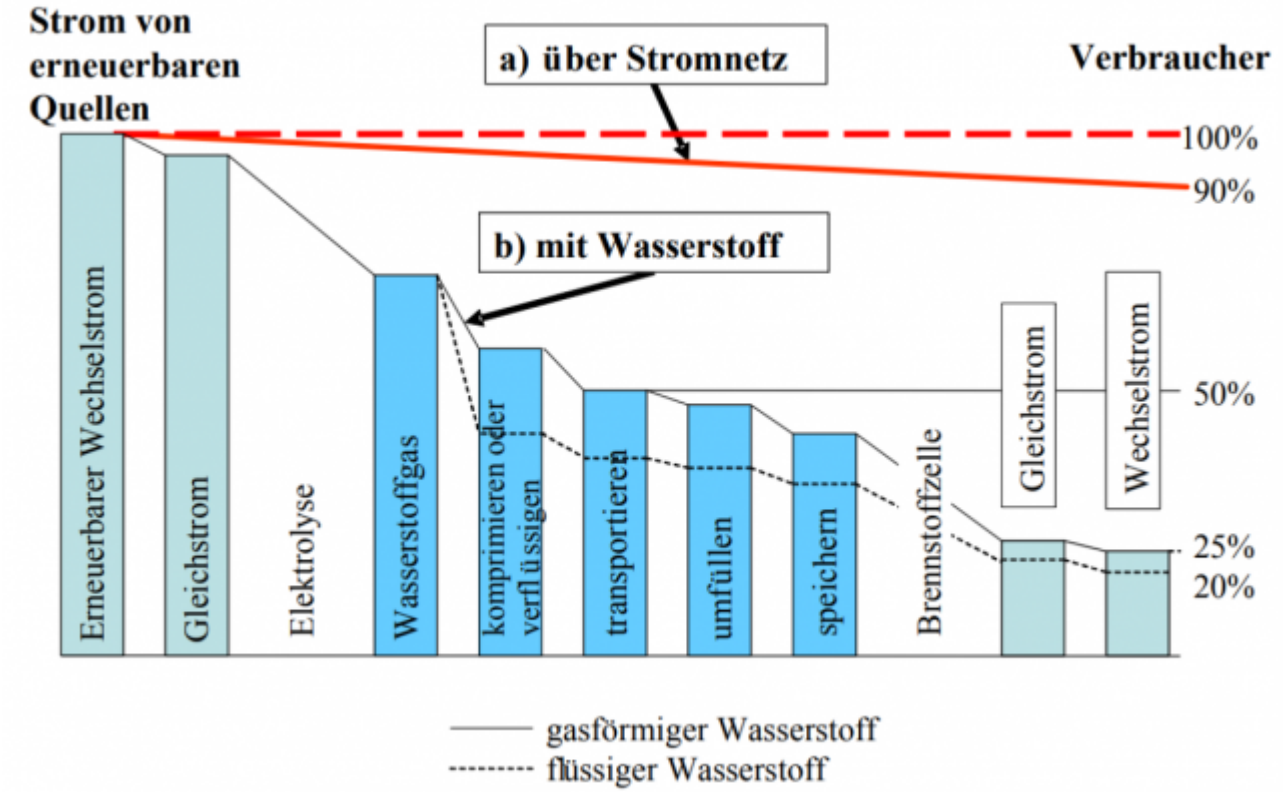


Bild 3 [4] Wirkungsgrad der Prozesskette Strom – Wasserstoff – Rückverstromung (die Transportverluste werden bei längeren Transortzeiten bedeutend größer als in dieser Grafik angegeben)

Keinen Schreck bekommen: So viel kostet mit Wasserstoff zwischengespeicherter Strom

In einer Artikelserie wurden damals die Kosten von Speichertechnologien grob dargestellt:
EIKE 18.06.2015: *[11] Elektro-Energiespeicherung, Notwendigkeit, Status und Kosten. Teil 3 (Abschluss)*
Für Powert to Gas mit Rückverstromung wurde der Netto-Ausspeisepreis damals mit 20 €ct/kWh bei einem Strombezug von 4,8 €ct/kWh abgeschätzt (mit damals erheblich besser angenommenen Wirkungsgraden und ohne Transportverluste).
Beispiel: Der Ökolieferant bekommt für seinen Strom – ob er ihn einspeist oder abregeln muss – beispielsweise 4 €ct/kWh bezahlt. Der private Endkunde bezahlt dafür aufgrund der Steuern und Zusatzkosten ca. 30 €ct/kWh an seiner Steckdose
Über Powert to Gas zwischengespeicherter Strom kostet netto an der Kostenstelle, so er, mit 4 €ct/kWh entnommen wurde nun mindestens 20 €ct/kWh. Darauf kommt nun die Kostentreppe, wodurch der private Verbraucher dafür linear hochgerechnet 1,5 €/kWh bezahlt.
Das erscheint hoch. Allerdings kam der Autor beim damaligen Nachrechnen einer neueren Pilotanlage auf noch erheblich höhere Kostenwerte mit geschätzten 33,6 ct / kWh für den am Entnahmeknoten zurückgespeisten

Strom *[12]*. Ein „Verbilligungseffekt“ ist bisher also nicht erkennbar. Sicher ein Grund, warum bei der Power to Gas Technologie immer nur Erfolge, aber nie die vollständigen Kosten ausgewiesen werden. Selbstverständlich kann die Politik die Nebenkosten beeinflussen. Dann fehlt ihm aber dieses Geld für die vielen Maßnahmen zu Weltrettungen, Pandemie-Ausfallzahlungen und EU-Transferzahlungen an unsere privat reicheren – aber immer geldhungrigen – EU-Nachbarn. Es ist deshalb unwahrscheinlich, dass größere Abstriche bei den Steueraufschlägen gemacht werden (können). An den erheblichen Fixkostenaufschlägen kann die Politik sowieso nichts drehen, sondern nur subventionieren.
Man mache sich also die neue, politische Vorgabe klar: Strom im Wert von ca. 4 €ct/kWh wird dank dieser grandiosen Strategie mit „umgewandeltem“ Strom zu mindestens 20 … 33 €ct/kWh „gemischt“. Damit liegt der künftige Strompreis für Privatverbraucher je nach erforderlichem Speicherstromanteil (können im Winter für bis zu 14 Tage fast 100 % sein), irgendwo zwischen 30 €ct … 1,5 (2,5) €/kWh.
Nach heutigem Stand. Kommt der Wasserstoff weit weg aus dem Ausland, sind nochmals Kostenerhöhungen von 10 … 20 % zuzufügen und das wird bestimmt nicht das Ende darstellen.

Wie hoch muss die Sturheit des Festhaltens an der Abschaltung der Grundlastkraftwerke und panische Angst vor dem technischen Scheitern des EEG in den politischen Köpfen schon sein, um trotzdem die Wasserstoffstrategie zu starten

Beim Vergleich der Darstellungen der Fachpersonen mit den euphorischen Strategieankündigungen unserer Politiker:
[6] «Wir wollen bei den neuen Wasserstofftechnologien hin zu grünem Wasserstoff weltweit führend sein.» – Nicht weniger strebt die deutsche Regierung nach den Worten von Wirtschaftsminister Peter Altmaier (CDU) mit einer am Mittwoch verabschiedeten Nationalen Wasserstoffstrategie an. Diese sei die größte Innovation im Bereich Klimaschutz und Energiewende seit dem Entscheid, mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) in großem Ausmaß Energie aus Sonne, Wind und Biomasse zu fördern, fügte Altmaier an, als er die Strategie zusammen mit Vertretern weiterer Ministerien den Medien vorstellte …
… kommen unweigerlich (aber nicht neu) Fragen zum geistigen Zustand unserer Politikkaste auf. Es zeigt jedoch nur, dass das vergleichbare (Pseudo-)Problem Klimawandel bezüglich der „Lösungsstrategie“ kein Einzelfall, sondern seit „Merkel“ ganz einfach Methode ist, die an ein Land erinnert, in dem unsere unfehlbare Kanzlerin sozialisiert wurde: (Stur) Vorwärts immer – rückwärts nimmer.
Im Klartext: Wenn etwas angeordnet ist, darf auf keinen Fall über den Sinn nachgedacht und schon gar nicht korrigiert werden. Es ist immer geradlinig bis zum (bitteren) Ende durchzuführen.
Ein in der Deutschen Geschichte seit dem letzten Kaiser bekanntes Verhalten „unfehlbarer Führungspersonen“. Allerdings ist auch das vollkommene Versagen der Opposition in Deutschlands Geschichte symptomatisch. Das (wieder) erreicht zu haben, ist für Merkel also nicht einzigartig.

Nun ist es allerdings nicht mehr nur ein „Problem Merkel“, sondern auch ein „Problem Söder“, der den GRÜNEN ebenfalls bedingungslos in den Hintern kriecht.

Neben dem EEG wird es das nächste Subventionsgrab werden

NZZ: *[6] … Allerdings hat er mindestens zwei Pferdefüße: Noch ist er meist zu teuer, um konkurrenzfähig zu sein, und in Deutschland gibt es viel zu wenig erneuerbare Energie für seine Herstellung. Dem versucht die Wasserstoffstrategie mit 38 Einzelmaßnahmen abzuhelfen.* ***So stellt das Papier unter anderem Investitionskosten-Zuschüsse für den Betrieb von Elektrolyseanlagen und den Aufbau eines Wasserstoff-Tankstellennetzes in Aussicht.***
Und ausgehen wird es wie bei Solar und teilweise Windkraftanlagen, nun allerdings gleich von vornherein als besondere Strategie ausgegeben: Produziert wird das wichtige Gut Energie im Ausland:
[6] … Gleichwohl wird Deutschland laut dem Papier mittel- und langfristig in erheblichen Ausmaß Wasserstoff importieren müssen. Deshalb will die Regierung Partnerschaften mit Ländern eingehen, in denen aufgrund der geografischen Lage Wasserstoff effizient produziert werden kann. Dies gilt namentlich für das sonnenverwöhnte Afrika.

Und wie beim Klimawandel sind Forschung und Industrie nach anfänglichem Zögern wieder begeistert

10.06.2020 ***BDEW zur Nationalen Wasserstoffstrategie***
… „Es ist gut, dass die lange erwartete Nationale Wasserstoffstrategie der Bundesregierung nun endlich vorliegt. Sie formuliert wichtige Grundlagen für die Dekarbonisierung von Industrie, Verkehr und Wärmesektor mit gasförmigen Energieträgern. Darauf müssen wir aufbauen und in der Umsetzung Tempo machen. Mit der Strategie zeigt die Bundesregierung, dass leitungsgebundene, gasförmige Energieträger ein zentraler Baustein der Energiewende und für das Erreichen der Klimaschutzziele sind“, sagt Kerstin Andreae, Vorsitzende der BDEW-Hauptgeschäftsführung.
BR24 Video vom 29.05.2020, Vorstellung der Bayerischen Wasserstoffstrategie:
00:22 Peter Wasserscheid, Zentrum Wasserstoff Bayern: *Also ich glaube, technologisch hinken wir nicht hinterher … der Aufbruch, diese Technologie wirklich zu industrialisieren und eine Wasserstoffwirtschaft zu schaffen, der war bisher nötig.*

Bezüglich der Kosten ist unseren Politikern längst eine Lösung eingefallen: Den CO_2-Preis so hoch zu schrauben, dass die bisher „viel zu billigen Energien“ so teuer wie durch Elektrolyse erzeugter Wasserstoff werden

Wenn etwas nicht zu konkurrenzfähigen Preisen hergestellt werden kann, gibt es einen Lösungsweg: Die Wettbewerbsprodukte auf das vergleichbare Niveau verteuern. In einer vom Staat ausgehebelten Wirtschaft ist das

machbar, und dank dem Klimak(r)ampf inzwischen auch problemlos umzusetzen.
Es geschieht, indem der CO_2-Preis einfach auf die von den GRÜNEN (und Freitagshüpfer, und Umweltbundesamt) geforderten 180 EUR/Tonne und dann weit darüber hinaus angehoben wird.
Es wird so kommen. Denn unsere Politiker benötigen viel, viel Geld, die EU benötigt viel viel Geld, die Klimawandel-Reparationszahlungen an sich „betroffen“ meldende Länder kosten viel viel Geld, die bedingungslose Sozialleistungsversorgung des laufend einreisenden, vorwiegend afrikanischen, aufgrund deren Reproduktionsrate nie endenden Jugendüberschusses kostet viel, viel Geld; weitere Aufzählungen fast beliebig möglich.
Wenn man es nicht schon hätte, spätestens jetzt müsste man die CO2-Bepreisung als Einnahmequelle erfinden.
Für die Bayerische GRÜNEN-Vorsitzende, Katharine Schulze ist es ein undenkbares Gräuel *[8]*. Es gibt aber auch Personen, die etwas anders als diese hochbesoldete Lachpuppe denken.



Bild 4 Catharina Schulze. Video-Screenshot [9]

Es wird nicht mehr allzu lange dauern, bis auch bei uns ein Wunsch umgeht: *Oh du Land, welches einen Trump vorzuweisen hat: Wie bist du zu beneiden …*
Bevor es allerdings so weit kommen könnte, wird das Wählen nicht genehmer Parteien vielleicht verboten und nicht nur die EU-Präsident*in vollkommen unabhängig von Wahlergebnissen in Hinterzimmern von Parteigrößen*innen ausgeknobelt …

Quellen

[1] Christians-Albrechts Universität zu Kiel, *Jahresbericht 2002/2003* Forschungs- und Technologiezentrum Westküste, Büsum, Vanselow, Klaus;

Voigt, Wolfgang; Bojens, Gero; Hein, Burger: *„Fortschritt des FEEDWings-Projektes zur Windenergiespeicherung*
[2] Dr.-Ing. Hartmut Euler, Ministerialdirigent, Abteilungsleiter für Technologie im schleswig-holsteinischen Wirtschaftsministerium: *Wasserstoff aus Strom oder „power to gas“ – der verlustreiche, teure und unnötige Weg*
[3] Öko-Institut e.v., Studie März 2014: *Prüfung der klimapolitischen Konsistenz und der Kosten von Methanisierungsstrategien*
[4] Dr. Geisenheiner at al. 25.03.2020: *Fachliche Stellungnahme Wasserstoffwirtschaft*
[5] pv magazine 29. MAI 2020: *BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, LANDESENTWICKLUNG UND ENERGIE Aiwanger: „Made in Bavaria wird zum Wasserstoff-Gütesiegel“*
[6] NZZ 11.06.2020: *Deutschland steckt Milliarden in eine Wasserstoffstrategie*
[7] Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Doppelbauer, Professur für Hybridelektrische Fahrzeuge, Karlsruher Institut für Technologie: *Strategiepapier elektrische Pkws – aktueller Stand und zukünftige Entwicklung (V1.5)*
[8] EIKE 25, Juli 2020: *Wenn die CO_2-Pandemie nicht ausgerufen wäre, müssten wir uns um wirkliche Probleme kümmern … Teil 2*
[9] EIKE 24, Juli 2020: *Wenn die CO2-Pandemie nicht ausgerufen wäre, müssten wir uns um wirkliche Probleme kümmern … Teil 1*
[10] IWR.de 10.06.2020: *Bundesregierung verabschiedet Nationale Wasserstoffstrategie*
[11] EIKE 18.06.2015: *Elektro-Energiespeicherung, Notwendigkeit, Status und Kosten. Teil 3 (Abschluss)*
[12] EIKE 30.11.2016: *Ökostrom verschieben zur Lösung der EEG-Blockade Ein lokaler Versorger ist innovativ und löst das Speicherproblem – Koste es was es wolle*
[13] EIKE 18.05.2017: *Rechnerisch lohnt sich die solare Eigenversorgung nicht – so lange unser Versorgungsnetz stabil ist. Doch das wird sich ja ändern*