

## Vortrag MLI - Bürger für Technik 07.11.20 - Energiewende und Energieträger der Zukunft? - Wasserstoff etc. sollen es sein



ENERGIE SAUBERE ENERGIE

### Europas Wasserstoffplan braucht den Ökozoll

Die Europäische Union stellt ihre Wasserstoffstrategie vor. Dabei hat sie andere Schwerpunkte als Deutschland. Sie setzt vor allem auf die Industrie. Doch die Hürden für den großflächigen Einsatz sind gewaltig.



WELT+ H2-TECHNIK

### Jahrhundertchance Wasserstoff – mit diesen Aktien sind Sie dabei

Eine neue Energie-Ära beginnt, sogar die Bundesregierung denkt bei dem Thema jetzt groß: Risikofreudige Anleger, die auf die emissionsfreie H<sub>2</sub>-Technik setzen, können auf traumhafte Renditen hoffen. Das sind Ihre Chancen.

## Gebt den Markt für das „Öl von morgen“ frei! [1,2]

WELT+ KLIMAPOLITIK IM CHECK

### Das Märchen von den billigen erneuerbaren Energien

Anhänger der deutschen Energiewende verweisen gerne auf die niedrigen Preise, zu denen Strom mit Wind- oder Solaranlagen erzeugt werden kann. Doch die versteckten Kosten sind hoch – und mehr erneuerbare Energien sind nicht immer besser.

Wir können nicht gleichzeitig alle unsere Grundlast-Kraftwerke abschalten – Kohle- und Kernkraft-Werke, denn die erneuerbaren Energien stehen nicht regelmäßig verlässlich zur Verfügung und lassen sich nicht in großen Mengen speichern. Mit Wasserstoff geht letzteres im Prinzip, aber ... (Unsere Kommentare [in blau](#) - einige links ebenso)

## Anja Karliczek\* und Robert Schlögl\* „Hinter dem Wasserstoff-Thema verbirgt sich die größte Gelddruckmaschinerie“ [3]

(Von Barbara Gillmann, Klaus Stratmann) Forschungsministerin Anja Karliczek und Wasserstoff-Experte Robert Schlögl diskutieren die Chancen und Risiken einer Wasserstoffwirtschaft – und mahnen zur Eile. Die Politikerin und den Wissenschaftler eint eine Begeisterung für das Thema Wasserstoff.

\*: deutsche **Bank- / Hotelfachfrau, Kauffrau und CDU-Politikerin**, seit 2018 **Bundesministerin für Bildung und Forschung** bzw. **deutscher Chemiker** und **Direktor am Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft in Berlin** und am **Max-Planck-Institut für Chemische Energiekonversion in Mülheim Ruhr**.

## ENERGIEPOLITIK

### ALTMAIERS AUSSICHTSLOSER KLIMARETTUNGSPLAN

Wirtschaft soll umgekrempelt werden um das Klima zu retten [4]

www.revierkohle.de Da in diesen Wochen und Monaten die mediale Öffentlichkeit scheinbar nur ein Thema kennt, nämlich die Corona-Pandemie, **haben wohl die wenigsten Menschen mitbekommen, dass im Sept. 2020** mit aller Macht die Energiewende still und leise vorangetrieben wurde. Unter dem Vorwand, man wolle mehr für den Klimaschutz und für die erneuerbaren Energien tun, hat das Bundeskabinett am 23.9.2020 eine Novelle zur Reform des Erneuerbare Energien Gesetzes (**EEG**) verabschiedet.

**Gemäß des reformierten § 1 des EEG liegt die Errichtung von Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien nunmehr nicht nur im öffentlichen Interesse, sondern dient der öffentlichen Sicherheit.**

D.h. dass Bürger(iniativen) die sich gegen den Ausbau von Windkraftanlagen vor ihrer Haustür mit einer Klage zur Wehr setzen wollen, vor Gericht nun chancenlos sind, denn die Wahrung der öffentlichen Sicherheit geht immer vor. Auch eine aufschiebende Wirkung werden Ihre Klagen dann nicht mehr entfalten.

Zusätzlich wurde das sogenannte [Investitionsbeschleunigungsgesetz](#) verabschiedet. Dieses Gesetz soll "Genehmigungshindernisse" beim Ausbau von Windkraftanlagen beseitigen. Damit ist gemeint, das die Genehmigungsprozesse verkürzt, die Anhörungen gestrafft und lästige Klagen von Bürgern ausgeschaltet werden sollen. Der Mindestabstand zu Wohnsiedlungen wird ebenfalls aufgeweicht.

Und dann wurde auch noch das [Bundesbedarfsplangesetz](#) novelliert, damit der Ausbau von Stromnetzen schneller voranschreiten kann. Wasserstoff soll von den EEG-Abgaben ebenfalls befreit werden. Auf diese Weise will man auch die nationale [Wasserstoffstrategie](#) voranbringen. Mit den gewaltigen Kosten wird der Bürger belastet. Das erklärte Ziel, die **CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2030 um 55 % und bis 2050 auf 80 % ( statt bisher 100 !!) zu vermindern**, will man mit diesem Gesamtpaket erreichen. Bis 2030 soll der **Anteil an regenerativen Energieträgern auf 65 %** des Primärenergieverbrauchs **gesteigert werden**.

Und das geht nach Ansicht der Grünen und der Bundesregierung nur mit drastischen Maßnahmen. Um den Anteil der ca. 30.000 derzeit installierten Windkraftanlagen auf 90.000 Windkraftanlagen zu erhöhen, wird nicht nur der Umwelt- und Artenschutz aufgeweicht, sondern es soll auch die gesamte Wirtschaft umgekrempelt werden, wie es Bundeswirtschaftsminister Peter Altmaier formuliert hat.

Und als wäre das noch nicht genug Unsinn, setzen die Grünen noch eins drauf: Annalena Baerbock vom Grünen-Vorstand forderte den Stop des Autobahnbaus A 49 in Hessen und eine grundsätzlich andere Verkehrspolitik, weil der Autoverkehr der angeblich größte Klimasünder ist. Als wäre die E-Mobilität umweltfreundlich. **Wir (www.revierkohle.de) bleiben dabei: die Energiewende wird scheitern. Und zwar krachend [4].**

## 65 Prozent weniger Emissionen bis 2030

Der **erste Schritt** zur Klimaneutralität  
(Treibhausgas-Emissionen in Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten)



### WIRTSCHAFT KLIMANEUTRAL BIS 2050 Der Plan vom „grünen Wirtschaftswunder“ hat einen entscheidenden Makel [5]

Damit Deutschland klimaneutral wird, ist ein revolutionärer Strukturwandel nötig. Die Denkfabrik Agora Energiewende nennt jetzt alle Herausforderungen. **Die Experten glauben zwar an die Machbarkeit, doch bei der entscheidenden Frage müssen sie passen.**

Der kürzlich noch als „**gesellschaftlicher Konsens**“ verkaufte **Beschluss** zum Kohleausstieg ist erst anderthalb Jahre alt und schon wieder reif fürs Altpapier. Statt 2038 muss das letzte Kraftwerk jetzt schon 2030 vom Netz. Hatte es sich die Bundesregierung noch vor Kurzem zur Aufgabe gemacht, die klimaschädlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen des Landes bis 2050 um 80 bis 95 Prozent zu senken, **lautet das Ziel inzwischen, netto sogar eine Null bei den Treibhausgasen zu erreichen.**

Weil die **Schwierigkeiten mit dieser Zielverschärfung jedoch exponentiell ansteigen**, hielten die Energiewende-Protagonisten eine Neuberechnung der Zwischenziele für nötig. Gemeinsam mit Öko-Institut, Prognos und Wuppertal-Institut berechneten die Energiewendeplaner der Agora, was in den einzelnen Wirtschaftsbereichen nötig wäre, um Deutschland innerhalb von 30 Jahren in eine klimaneutrale Nation umzubauen.

Die Größe des Investitionsprogramms vergleicht Patrick Graichen, Chef der Agora Energiewende, mit dem Wirtschaftswunder der 1950er und -60er Jahre. **Es handele sich auch diesmal nicht um ein Verzichtsprogramm, betont Graichen, sondern eher um ein Modernisierungsprogramm, das ein Wirtschaftswachstum von 1,3 Prozent pro Jahr beinhaltet.** [5]

Dass sich die Bundesregierung auf neue Klimaschutzziele bereits festlegte, bevor die Agora-Studie über die Größe der damit verbundenen Herausforderung vorlag, ist sicherlich misslich.

**Denn der Strukturwandel, den der Verzicht auf alle Verbrennungsprozesse mit sich bringt, ist nach den neuen Berechnungen revolutionär.**

Hatte es sich die

### 95 Prozent weniger Emissionen bis 2050

Der **zweite Schritt** zur Klimaneutralität  
(Treibhausgas-Emissionen in Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten)



Bundesregierung zum Ziel gesetzt, bis 2030 zwischen sieben und zehn Millionen **Elektroautos** auf die Straße zu bringen, müssen es jetzt mindestens 14 Millionen werden. [5]

Wurden in den vergangenen Jahren jeweils knapp 90.000 **strombetriebene Wärmepumpen** auf dem Heizungsmarkt verkauft, muss der jährliche Absatz nun schlagartig verfünffacht werden, um bis 2030 auf die in der Studie genannte Zielgröße von sechs Millionen Stück zu kommen.

**Natürlich und erwartbar muss das Tempo des Ökostrom-Ausbaus ebenso vervielfacht werden, um das 2030er Zwischenziel zu erreichen.** Bei der Fotovoltaik ist der Studie zufolge eine Verdreifachung der aktuell installierten Leistung auf 150 Gigawatt bis 2030 nötig.

Bei Windkraft an Land müsse sie von aktuell 54 auf 80 Gigawatt steigen. Die Windkraft auf See müsse von derzeit knapp acht auf 25 Gigawatt im Jahr 2030 wachsen. Wenn der Wind nicht weht und die Sonne nicht scheint, sollen zunehmend Gaskraftwerke die Grundlast bedienen, die jedoch zunehmend mit klimaneutralem Wasserstoff befeuert werden.

Die Bundesregierung hatte zwar gerade erst sieben Milliarden Euro dafür reserviert, für das Jahr 2030 eine Produktionskapazität von 14 Terawattstunden Wasserstoff aufzubauen – doch nötig wären eigentlich 63 Terawattstunden, stellen die Agora-Rechner jetzt fest.

**Verkehr wird auf Bus und Bahn verlagert** - Und damit ist es nicht getan. Im Güterverkehr halten die Studienautoren etwa den **Einsatz von klimaneutralen Synthetik-Kraftstoffen oder von Bio-Sprit grundsätzlich für ungeeignet.** „Bis 2030 wird rund ein Drittel der Lkw-Fahrleistung mit Stromantrieb erbracht, vor allem mithilfe von Oberleitungen und Batterien“, heißt es

**stattdessen in der Studie. Gleichzeitig müsse die Leistung des Schienengüterverkehrs um 44 Prozent gesteigert werden. [5]**

Zudem zeigt die Studie, dass Verkehr für die Klimaneutralität zunehmend auf Bus, Bahn, Fuß und Fahrrad verlagert wird: Die von Bus und Bahn erbrachte Personenverkehrsleistung verdoppelt sich nahezu bis 2035, während die des Pkw bis 2030 um elf Prozent und bis 2050 um 30 Prozent sinkt.

**Der Direktor der Stiftung Klimaneutralität, Rainer Baake, erklärt den Umbau der Volkswirtschaft für praktisch alternativlos. Die Frage nach den Mehrkosten des Umbaus sei verfehlt, da es einen Vergleich mit einem „business as usual“-Szenario nicht mehr geben könne.**

Das neue CO<sub>2</sub>-Minderungsziel der Europäischen Union von mindestens 55 Prozent Einsparung bis 2030 bedeute für Deutschland eine Senkung der Emissionen um mindestens 65 Prozent. **Die Klimaneutralität sei in anderen Weltregionen, etwa in China, ohnedies bereits offizielles Ziel und werde es auch in den USA eines Präsidenten Joe Biden. ...**

... Entscheidend dürften eher die offenen Fragen sein, auf die auch die Agora-Chefs keine Antwort haben: **Mit welchen Maßnahmen genau soll die kurzfristige Vervielfachung der Öko-Investitionen ausgelöst werden? ...**

„Nur zu sagen, dass man die Sanierungsrate oder den jährlichen Ausbau erneuerbarer Energien von sechs Gigawatt auf 25 bis 30 Gigawatt erhöhen muss, hat noch nichts mit Machbarkeit zu tun.“

**Ähnlich skeptisch hatte sich Andreas Kuhlmann, Chef der Deutschen Energieagentur (Dena) zur Fridays-for-Future-Studie geäußert, die den Agora-Berechnungen vorausgegangen war „Bedauerlicherweise fehlt es den darin beschriebenen Eckpunkten an nachvollziehbaren Machbarkeitspfaden“,** so Kuhlmann. Es werde „nun höchste Zeit, dass die damit verbundenen Diskussionen geerdet und mit konkreten Pfaden unterlegt werden“.

Das Wuppertal-Institut gehöre zwar zu den besten des Landes, führte Kuhlmann in einem Interview mit dem Magazin „bizz-energy“ aus. Doch wenn es im Fazit heiße, die Vorschläge seien **„im Grunde umsetzbar“ könne er sich vorstellen, „dass jede und jeder im Wuppertal-Institut weiß, dass das so nicht stimmt“,** so Kuhlmann: „Das ist leider die traurige Wahrheit.“

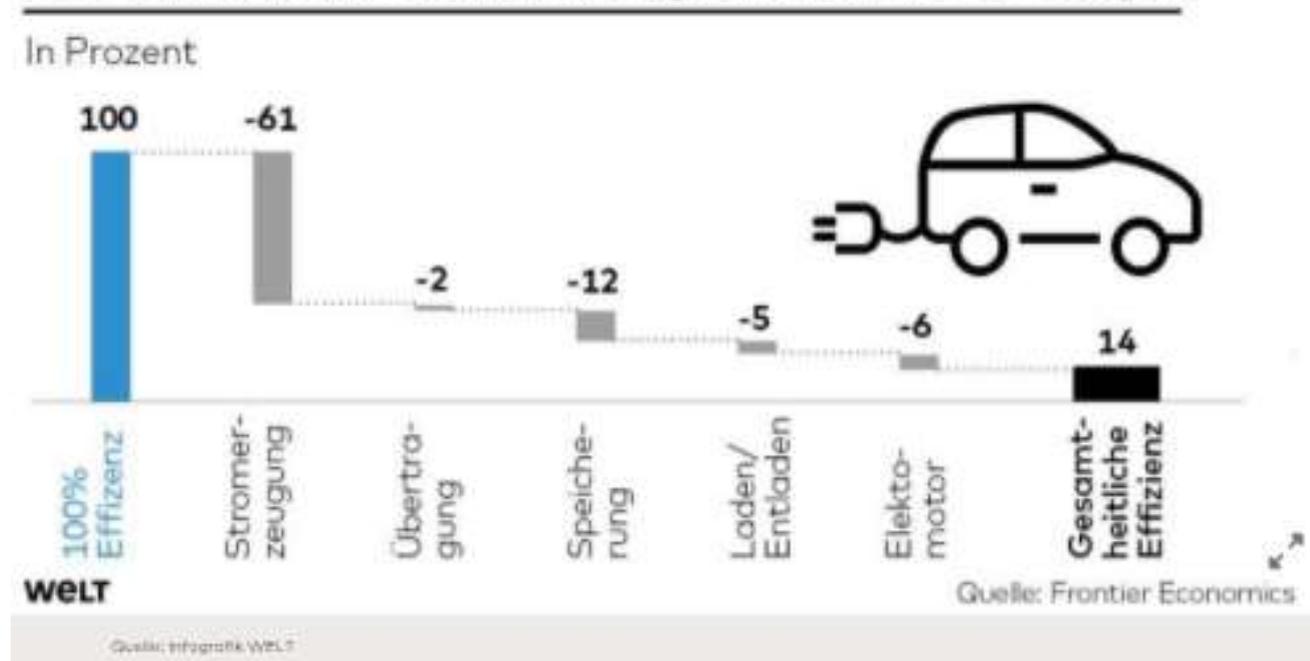
**"Nach der Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes soll die Nutzung von Ökostrom künftig im öffentlichen Sicherheitsinteresse sein.** Umstrittene Biomasse-, Solar- oder Windkraftprojekte haben es damit vor Gericht leicht: Nationale Sicherheitsinteressen überwiegen im Zweifel alles. **Grünen-Politiker und Energiewende-Protagonisten beeilen sich zu versichern, dass mit dem Passus keineswegs Bürgerbeteiligung und Artenschutz ausgehebelt werden soll. Nur: Warum steht er dann im Gesetz?** Die Energiewende gefährdet die Stromversorgung angeblich ja nicht, wie stets versichert wird. Solar- und Windstrom sei ökonomisch ein Selbstläufer, weil billiger als jede fossile Energie. Vogel-, Wald-, Meeres-, Anwohnerschutz? Angeblich völlig übertriebene Ängste. Wenn das wirklich so wäre, dann müsste der Staat der Ökostrom-Branche ja keinen gesetzlichen Blankoscheck

mehr ausstellen, dessen konkrete Rechtsfolgen gefährlich nebulös sind. Eine sichere und saubere Stromversorgung ist fraglos im öffentlichen Interesse. Öko-Energien sind deshalb vielfach privilegiert, etwa durch die staatlich geregelte Vergütung, den Einspeisevorrang, das Baugesetzbuch. Diese Privilegien jetzt auch noch mit angeblichen nationalen Sicherheitsinteressen aufzupumpen, heißt den Bogen überspannen. **Dass gerade die wetterabhängige, schwankende und damit eben nicht sichere Wind- und Solarkraft die öffentliche Sicherheit garantieren soll, ist ein Treppenwitz.**" [5]

Und wir (BfT) sind positiv überrascht, wie kritisch sich der welt-online Wirtschaftsredakteur Daniel Wetzel, der in seinem Artikel über Wasserstoff noch durch lauter Lobhudeleien aufgefallen war [2], über die Energiewende äußert, ja förmlich vom Leder zieht, bei dem Artikel von revierkohle [4], könnte man ja noch Lobbyismus unterstellen ...

Warum Synthetik-Kraftstoffen grundsätzlich ausgeschlossen werden ist auch völlig unklar. Diese können umweltfreundlicher sein als Elektroautos, gerade wenn man deren geringen Wirkungsgrad betrachtet [6].

## Effizienzverluste von batteriegetriebenen Fahrzeugen



Elektromobilität ist nicht per se umweltfreundlich, sondern nur wenn der Strom regenerativ erzeugt wird (oder ebenfalls CO<sub>2</sub>-arm durch Kernenergie)\*. Wenn der Strom durch Verbrennung gewonnen wird, ist ein gewöhnlicher Otto- oder Dieselmotor wegen seines höheren Wirkungsgrades umweltfreundlicher als ein Elektromotor\* – aber wenn man dies sagt, ist man angeblich ein unwissender Narr (mit Aluhut).

\*: Gleiches gilt für den Einsatz von (mit Strom erzeugtem) Wasserstoff

**MEINUNG WASSERSTOFF *Gebt den Markt für das „Öl von morgen“ frei!***  
13.06.2020 Von Daniel Wetzel Wirtschaftsredakteur [2] „Wasserstoff ist das **Wundermittel der Energiewende**. Das brennbare Gas, hergestellt aus Elektrizität und Wasser, **kann theoretisch** alle Krankheiten der Ökostrom-Revolution heilen. Es dient als Speichermedium für grüne Kilowattstunden. Es macht **als Transportmittel im Erdgasnetz** den Bau von Monstertrassen überflüssig. Es **kann**, zu Kraftstoff veredelt, **den Verkehr klimaneutral machen.**“

**Stimmt das real – alles ganz einfach oder zumindest lösbar oder Utopie?**

Also erstmal ja, theoretisch schon, denn **mit Wasserstoff kann man Energie speichern, und ihn bei Bedarf verbrennen**, z.B. mit einer **Brennstoffzelle**. Dabei ist erstmal egal, wie er erzeugt wurde, denn es gibt **grauen, grünen und blauen Wasserstoff** – nein nicht wirklich, denn **Wasserstoff ist stets ein farbloses Gas, das kleinste aller Moleküle H<sub>2</sub> oder H-H**

**Das bedingt auch gleich Problem Nr.1 im Umgang mit H<sub>2</sub>:** bei **Lagerung und Transport. Wasserstoff diffundiert durch** Fittinge, also die Übergänge in Rohrleitungen, die gasdicht für „normal-große“ Gasmoleküle wie Stickstoff N<sub>2</sub>, Sauerstoff O<sub>2</sub>, Kohlendioxid CO<sub>2</sub>, Methan CH<sub>4</sub>, Ethan C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, Propan C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, Butan C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> oder Argon Ar sind, sogar durch geschlossene Ventile, Kugelhähne, also durch die Dichtungen, aber auch durch Rohr- und Tankwände aus Stahl. Man benötigt zur Lagerung und Transport von Wasserstoff daher Spezialarmaturen oder hinreichend (cm-)dicke Stahlrohre / -tanks.

**Grüner Wasserstoff** wird ausschließlich mit Strom erneuerbarer Energien hergestellt. Bei dem sehr energieintensiven Verfahren wird Wasser in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt.

**Grauer Wasserstoff** wird mit fossilen Brennstoffen, in der Regel Erdgas, produziert [2] oder mit Steam-Reforming, im Lichtbogenofen, bei der Chloralkali-Elektrolyse, bei der Styrol-Herstellung oder bei der Oxo-Synthese (s. Abb.) ... [7,8]

**Blauer Wasserstoff** wird ebenfalls mithilfe von Erdgas hergestellt, das dabei anfallende CO<sub>2</sub> soll aber eingefangen und gespeichert werden. [2]

---

**Das 2. große Problem** ist die **Brennbarkeit und Explosivität von H<sub>2</sub>:** Sicher sind Erdgas, Benzin etc. das ebenfalls, aber die Zünd- / Explosionsgrenzen von Wasserstoff sind speziell - es bildet **mit Luft** (ca. 21% Sauerstoff) mit Volumen-Anteilen zwischen **4 und 75%** - **also umgekehrt 25 - 96% Luft ein explosives Gemisch**, ein kleiner Funke reicht zur Explosion (**kennt wohl jeder aus dem Chemie-Unterricht: Knallgas**). **In Industrie-Anlagen** behält man das mit **explosionsgeschützten Anlagen und H<sub>2</sub>-Sensoren** im Griff.

Zum Vergleich: bei **Methan (Erdgas) und Benzin** liegen die Zündgrenzen bei **5,3 - 15% bzw. 1,0 - 7,6%**, d.h. anders als bei Wasserstoff sind bereits etwas fettere Gemische nicht mehr explosiv ... aber es **„kann davon ausgegangen werden, dass zukünftig sowohl für flüssigen als auch gasförmigen Wasserstoff eine sichere energetische Nutzung gewährleistet ist.“** [9] – **wissenschaftlich belegte Aussagen sind anders.**

Hüls betreibt mehrere Verfahren, bei denen Wasserstoff erzeugt wird:

### Hüls-Lichtbogen

Nach dem Hüls-Lichtbogenverfahren wird als Zielprodukt Acetylen hergestellt, das u. a. zur Erzeugung von PVC, 1,4-Butandiol und Tetrachlorethan verwendet wird.



### Chloralkalielektrolyse

Die Chloralkalielektrolyse wird bei Hüls nach dem Amalgam- und dem Diaphragma-Verfahren durchgeführt. Chlor dient u. a. zur Erzeugung von PVC und chlorierten Kohlenwasserstoffen.



### Styrol-Herstellung

Der bei der Styrolherstellung anfallende Dehydrier-Wasserstoff sowie andere wasserstoffhaltige Gase werden durch Druckwechseladsorption (DWA) zu Wasserstoff hoher Reinheit aufgearbeitet.



### Oxo-Synthese

Nach dem Verfahren der partiellen Oxidation von Schwerölen wird bei Hüls Oxo-Synthesegas (Wasserstoff/Kohlenmonoxid der Zusammensetzung 1 : 1) erzeugt, das zur Herstellung von Weichmachern und Lösemitteln verwendet wird.

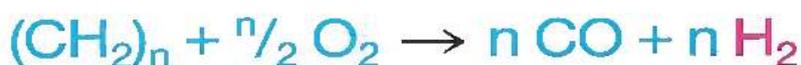


Abb.4: Verfahren bei denen Wasserstoff erzeugt wird [7]

Das **3. Problem** ist , dass **Wasserstoff** unter normalen Bedingungen ein **Gas** ist, **erst bei sehr niedrigen Temperaturen (-252°C) flüssig** wird. Da Gase ein Vielfaches des Volumens von Flüssigkeiten einnehmen, benötigt man also zu seiner Lagerung und Transport große Tanks, wenn man nicht doch so weit herunterkühlt; das ist technisch machbar und wird auch teilweise gemacht, ist aber sehr (Energie-)aufwendig und teuer [10].

Da muss es doch noch andere Möglichkeiten geben! Natürlich haben sich Wissenschaftler (Chemiker etc.) Gedanken gemacht und insbesondere das Wissen / die Idee dass man Wasserstoff in Metalle als sogenannte **Metallhydride** einbinden kann, schien erfolgversprechend, zumal das gleichzeitig das Problem seiner Explosivität gelöst hätte. Es zeigte sich aber, dass sich das in der Realität nur in einigen Spezialanwendungen so umsetzen lässt, dass eine gute Anwendbarkeit gegeben ist - u.a. zu teuer und aufwendig [10,11,12].

Zurück zur Wasserstoff-Euphorie oder sollte ich besser sagen -Propaganda:  
**Europas Wasserstoffplan braucht den Ökozoll [1]**

„**Wasserstoff muss günstiger werden** ... Tatsächlich ist die größte Herausforderung auf dem Weg zur Wasserstoffwirtschaft, ausreichend Kapazitäten für regenerative Energien aufzubauen. Und der damit verbundene Preis: Derzeit ist Wasserstoff noch sehr teuer.“ (**Problem Nr.5**, das u.a. aus Nr.4 folgt)

„**Beim Autoverkehr solle die Politik daher weiter auf E-Mobilität setzen.** Auch bei der **Schifffahrt und beim Flugverkehr** sei der Einsatz von Wasserstoff geboten. Die **Herstellung von Wasserstoff ist sehr energieintensiv** und **bei den bisherigen Herstellungsverfahren geht ein großer Teil der Energie verloren.**“ (**Problem Nr.4**, geringer Wirkungsgrad bei der Herstellung von Wasserstoff, mit jedem Umwandlungsschritt nimmt der ab)

„Tatsächlich sind die benötigten **Energiemengen für die Umstellung enorm.** **Damit die chemische Industrie in Deutschland komplett klimaneutral produziert**, bräuchte sie laut einer Rechnung des Chemieverbands VCI mehr als **600 Terawattstunden Strom aus regenerativen Energien, allein 550 Terawattstunden davon für die Herstellung von Wasserstoff.** Das wäre mehr als der **aktuelle Nettostromverbrauch in Deutschland.**

**Wasserstoff** sei der „**Champagner**“ unter den **Energieträgern** ...“ [2] (**Steilvorlage - basically brauchen wir Wasser zum Trinken und nicht Champagner**)

**Explosion sehr unwahrscheinlich:** Wie viel Energie zum Beispiel in Benzin steckt, ist von Straßenschlachten bekannt: Die Menge in einer Bierflasche reicht aus, um gewaltige Flammen zu entfachen. Molotow-Cocktail heißt das im Volksmund. Und bei Wasserstoff denken manche an das Atomkraftwerk im japanischen Fukushima . Als dort die Reaktorgebäude in die Luft flogen, war die Ursache explodierender Wasserstoff, der sich als Folge der sich immer stärker aufheizenden Brennstäbe im Inneren angesammelt hatte. Solche Bilder und die Erinnerung an die **Knallgasreaktion** aus dem Chemieunterricht wecken die Sorge: **Kann das an der Zapfsäule der Zukunft passieren?** [13]

**Es ist äußerst unwahrscheinlich.** Denn für eine Detonation muss die Wasserstoffkonzentration in der Luft auf mindestens 4% ansteigen. Das ist an der Zapfsäule aber fast unmöglich, weil Wasserstoff als kleinstes aller Elemente extrem flüchtig ist. Er steigt nach oben und verteilt sich, bevor eine kritische Konzentration erreicht werden kann. Dazu wäre ein geschlossener Raum notwendig - eine Tankstelle aber ist offen. ([Eine Garage ist aber geschlossen...](#))

Bei einem Leck im System schließen sich zudem Sicherheitsventile, die einen Druckabfall erkennen. Und falls Wasserstoff in der Bundesrepublik irgendwann selbstverständlich geworden ist und die Wartungsroutine schleifen sollte, ist eine Deflagration, also ein schneller Abbrand, wahrscheinlicher als eine Detonation. Austretendes Wasserstoffgas könnte sich, z.B. durch eine weggeworfene Zigarette, entzünden und verbrennen. Wie bei einem Campingkocher [13].

Mit der unkonkreten Aussage „Es ist äußerst unwahrscheinlich ...“ ließe sich **keine Industrieanlage genehmigen** und in der **Lufffahrtindustrie**, wo ja auch Wasserstoff als Treibstoff statt Kerosin zum Einsatz kommen soll, muss man ausrechnen, dass ein solcher Fall tatsächlich hinreichend unwahrscheinlich ist, bzw. man benötigt noch mindestens eine zweite Absicherung.

**In der Industrie** gibt es sogar größere Wasserstoffverbund-Anlagen (s. Abb.5), jedoch sind Wasserstoff-Um- und Abfüllanlagen stets in mit H<sub>2</sub>-Sensoren ausgerüsteten explosionsgeschützten Bereichen. Aus eigener Erfahrung weiß ich, dass **bei Anschlagen eines H<sub>2</sub>-Sensors** sofort die umliegenden **Gebäude geräumt** werden ... - all dies aus gutem Grund, wir erinnern uns - **Explosionsgrenzen von Wasserstoff mit Luft 4 - 75% + ein Funke ...**

**Und bei der Befüllung z.B. von privaten PKWs durch Laien – alles nicht so schlimm?** Naja, beim Befüllen privater **Heizöltanks** braucht man ja, anders als in der Industrie gemäß §19 WHG (Wasserhaushaltsgesetz) verpflichtend vorgeschrieben, auch keine Doppelwandigkeit zur Absicherung, dass das hochgradig Grundwasser-gefährdende Heizöl nicht dieses und den Boden kontaminiert ... [14], aber da geht es auch nicht unmittelbar um Menschenleben, wie bei einer Wasserstoffexplosion.

Und naja (2): Elektroautos werden auch zugelassen, obwohl man / die Feuerwehren mittlerweile auch aus praktischer Erfahrung weiß, dass wenn die Batterie einmal richtig brennt, sie sich praktisch nicht mehr dauerhaft löschen lässt, sie (das Lithium) entzündet sich aufgrund der Hitze immer wieder von selbst - lässt sich aber durch Eintauchen (des kompletten Autos in einen Wassertank, denn die Batterie ist nicht einfach auszubauen) beenden ;-) - aber darüber spricht auch niemand, ebenso über die Entsorgung von Elektroautos... [15,16].

Die Kommentare mancher Leser sind sachkundiger, als die der Redakteure:

**Leser 1** zu [13] - **Knallgas** : Ich warte schon auf die erste **Knallgasexplosion in einer Garage oder gar Tiefgarage**. Da reicht ein kleiner Funke. Das kann jeder zuhause ausprobieren, falls das aus der Schule nicht mehr in Erinnerung ist. Die **Hindenburg** hatte auch Wasserstoff getankt... Und **mit ihrer Explosion endete das Zeitalter der großen Zeppeline...**

---

## Hüls-Wasserstoff-Pipeline-Netz

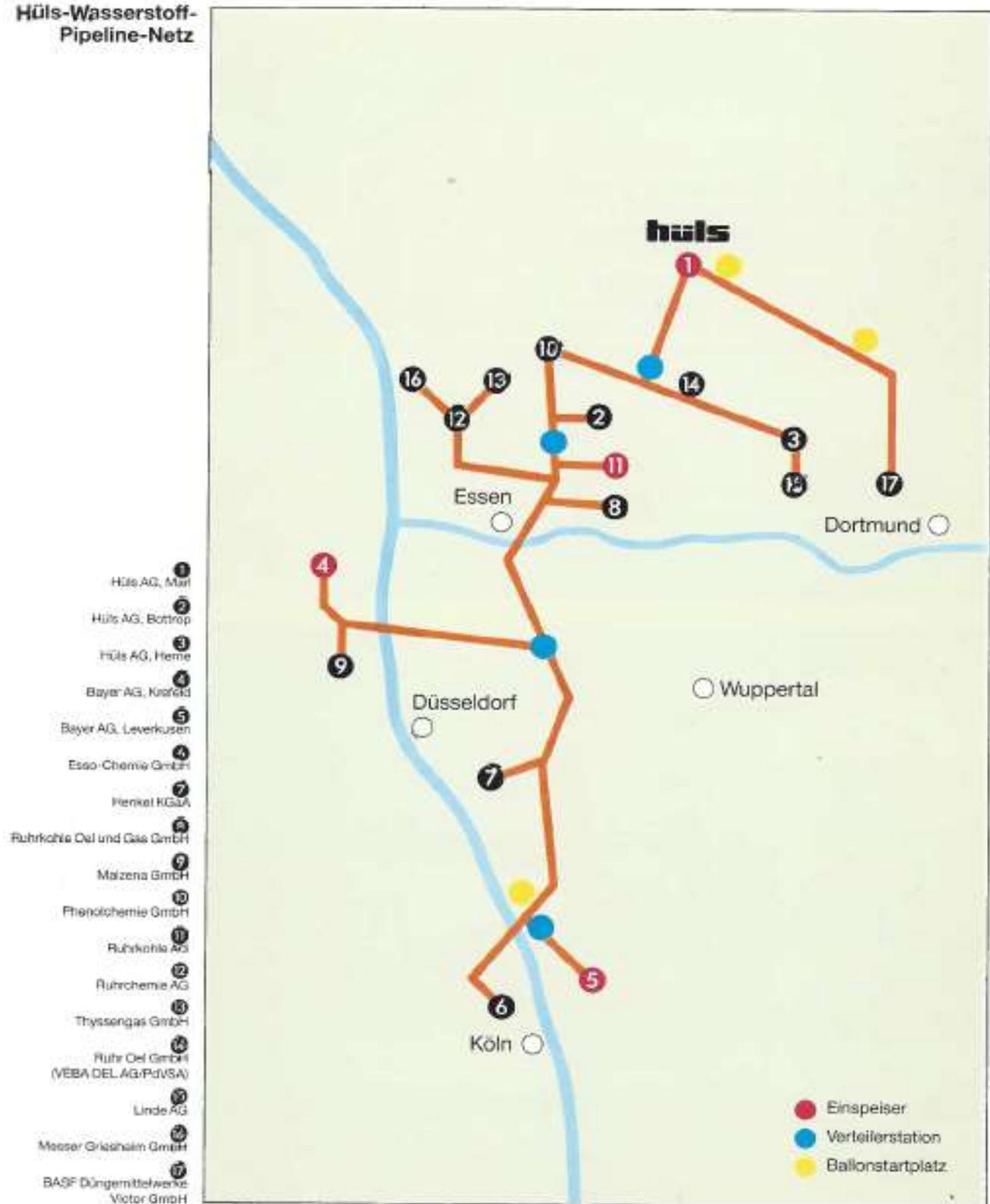


Abb.5: Hüls Wasserstoff Pipeline Netz, Stand 1987 [7]

**Leser 2 zu [13] - Wasserstoff ist kein Königsweg**, lässt sich mit keinem noch so hohen Druck verflüssigen wie Propan oder Butan. Nur mit Tiefst Kühlung auf minus 253° kann man H<sub>2</sub> auf ein geringes Flüssig-Volumen bringen. Elektrolytisch mit Braunkohlestrom gewonnener Wasserstoff ist keineswegs umweltfreundlich, dazu schwierig handhabbar und in eine schwere Gasflasche passen gerade einmal 500 Gramm, was wegen des geringen spezifischen Gewichts

von reinem Wasserstoff ungefähr 3 Litern Benzin entspricht. Und wie soll der Wasserstoff verheizt werden? Im Verbrennungsmotor oder mit einer problematischen Brennstoffzelle? Die billigen und bequemen Zeiten gehen auf ihr Ende.

---

**Bundeforschungsministerin Anja Karliczek** (CDU) will in der **Nationalen Wasserstoffstrategie verbindliche Ziele** festschreiben [3]. Sie **könnte sich vorstellen**, „dass wir am Ende in dem Papier konkret sagen: Im Jahr 2040 **wollen wir** 800 Terawattstunden unseres Energiebedarfs aus grünem Wasserstoff decken“, sagte die Ministerin dem Handelsblatt im gemeinsamen Interview mit dem Chemie-Professor Robert Schlögl. Der Jahresendenergieverbrauch in Deutschland liegt derzeit bei rund 2500 Terawattstunden. „**Für das Jahr 2050 sollte das Ziel noch ambitionierter ausfallen**“, ergänzte sie. Damit geht Karliczek über den Entwurf der Nationalen Wasserstoffstrategie aus dem Haus von Bundeswirtschaftsminister Peter Altmaier hinaus ... in dessen Entwurf fehlen solche Festlegungen bislang ...

Artikel im Handelsblatt. Man sollte eigtl. meinen, in einer so renomierten Fachzeitschrift läse man gut recherchierte, ausgewogene und objektive Artikel. **Es fehlt** jedoch die Diskussion, ja, sogar jeglicher Hinweis auf die angesprochenen **Probleme** im Umgang mit Wasserstoff – bei dessen Lagerung und Transport bedingt durch dessen Diffusion durch die Materialien, seine hohe Explosivität und die dadurch erforderlichen besonderen (teuren) Sicherheitsmaßnahmen, der geringe Wirkungsgrad in seiner Anwendung, bedingt durch die diversen Umwandlungsschritte und damit letztlich auch der hohe Preis: „Wasserstoff ist mit all dem sehr teuer und irgendjemand muss das bezahlen ... die Bürger.

**Wie kann das sein, dass diese doch äußerst wichtigen Aspekte** für eine reale Anwendung in diesem Artikel, wie in vielen anderen einfach **unterschlagen werden – weil der Reporter nicht darauf gekommen ist, dass die Fragen Sicherheit, Handling und Kosten evtl. relevant sind?** Bei Frau Karliczek als gelernter Kauffrau kann man sich das zudem mit ihrem **fehlenden Fachwissen in Kombination mit unaufrichtigen Beratern** erklären, bei Herrn Prof. Schlögl mit seinem Wissen keinesfalls. Er hat andere Motive ... vlt. die gleichen wie die Berater unser Regierung(en) in der Corona-Krise? **Das Weglassen von wichtigen Fakten ist auch eine Art des Lügens.**

Aber Bundeswirtschaftsminister Peter Altmaier kommt ins Schwärmen, wenn er von der **Wasserstoffoffensive** der Bundesregierung vor den Kameras der Medien spricht. Von Weichenstellung in der Energiewende ist die Rede, von Erreichung der Klimaziele, Technologieführerschaft Made in Germany, das Wasserstoffauto als Chance und dergleichen Phrasen mehr [17].

„**Neun Milliarden Euro für Wasserstoff:** Im Einzelnen sind sieben Milliarden Euro für die Förderung von Wasserstofftechnologien hierzulande und zwei Milliarden Euro für internationale Partnerschaften im Kontext von Wasserstoff vorgesehen. Anwendungen sollen etwa in der Stahl- und in der Chemieindustrie, im Wärmebereich, aber auch im Verkehrsbereich stattfinden. Wirtschaftsminister Peter Altmaier sieht Wasserstoff als einen Schlüsselrohstoff für eine erfolgreiche Energiewende. "Mit der Wasserstoffstrategie stellen wir die Wei-

chen dafür, dass Deutschland bei Wasserstofftechnologien die Nummer 1 in der Welt wird." Dafür müssten jetzt die Potenziale für Wertschöpfung, Beschäftigung und den Klimaschutz erschlossen und genutzt werden ... Auch in der Stahl- und Chemieindustrie, im Wärmebereich sowie im Verkehrsbereich, neben Autos in der Schifffahrt und beim Flugverkehr gäbe es große Einsatzmöglichkeiten für Wasserstoff [18,19,20].

(weiter mit [17]:) Ähnliche Phrasen hören wir seit 2000 bis heute, wenn es darum geht, die milliarden schweren Subventionen für den Ausbau der unsinnigen Windkraftanlagen zu rechtfertigen. Zur Stromversorgungssicherheit oder gar zur Absenkung von CO<sub>2</sub>-Emissionen haben sie jedenfalls bis heute so gut wie nichts beigetragen. Dafür sind aber die **Stromkosten von 14 Ct in 2000 auf 31,7 Ct. je kWh in 2020 gestiegen** [17]. ... milliarden schweren Fördermittel, die für die flächendeckende Versorgung mit Wasserstofftankstellen, Elektrolyseure, Tankwagen, Pipelines, Druckbehältern, Speichermedien, neuen Gaskraftwerken und einer neuen **Infrastruktur** benötigt wird, um die Kohle endgültig ersetzen zu können. ... **Geldsegen für Subventionseinstreicher ... Deutschland muss in Sachen Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie Vollgas geben**, deutlichere und klarere Weichenstellungen, präzisere Angaben der Förderhöhe bei weniger Bürokratie forderten die Vertreter von Mercedes-Benz, Steag und Quantro - **Warum ist klar** [17].

Dabei engagieren sich auch die Landesregierungen, wie Nordrhein-Westfalen [21] Wasserstoff sei der Speicher der Wahl für große Energiemengen, umweltfreundlich ... sicher ... emissionsfrei ... neben Strom die wichtigste Sekundärenergiequelle - bisher aber nur in der Theorie ... global auf dem Vormarsch und ein Vorbild wäre insbesondere Japan.

Dazu kann man auch in lokalen Zeitungen lesen, dass viele Milliarden für diese Zukunftstechnologie bereit gestellt werden [22] – auch mitten in der Corona-Krise – [woher hat man das Geld dafür jetzt einfach so?](#)



Quelle: Getty Images, Infografik WELT

**Abb.6:** Natürlich vorkommender Wasserstoff – als H<sub>2</sub>?! [23]

Um Verkehr und Industrie klimaneutral zu machen, braucht die Welt große Mengen Wasserstoff. Doch die Herstellung ist teuer und aufwendig. Jetzt wurden in Afrika große natürliche Reservoirs entdeckt. Auch in Deutschland gibt es Vorkommen. Lohnt es sich, sie anzuzapfen? [23]

Wasserstoff kommt tatsächlich in großer Menge auf der Erde vor, hauptsächlich in den ca. 70%, die nicht von Landmassen bedeckt sind – in H<sub>2</sub>O – Wasser, und auch in Mineralien, Wolken ... aber nicht in größerer Menge als H<sub>2</sub>, dafür ist dies zu reaktiv (Knallgasreaktion) – oder habe ich da was verpasst?

„**Sind erneuerbare Energien wettbewerbsfähig?** Wir hören permanent, dass Wind- und Solarenergie die Welt erobern. **Sie seien kostenlos und - so sagt man uns - billiger als fossile Brennstoffe. Aber warum gibt Deutschland dann in diesem Jahr 18 Milliarden Euro für die Subventionierung von Solar- und Windenergie aus?** In der aktuellen Diskussion über erneuerbare Energien ist in Wirklichkeit ein bisschen wahr und vieles irreführend.“ Dr. Björn Lomborg, Präsident des Copenhagen Consensus Centers und Visiting Fellow an der Hoover Institution, Stanford University [24] Text zum Bild S.1 mitte links.

**MEINUNG STEIGENDE STROMPREISE Die Energiewende droht finanziell völlig aus dem Ruder zu laufen** 23.10.20 von Dorothea Siems **Chefökonomin** Infolge des dramatischen Konjunkturabsturzes im Frühjahr war auch die Nachfrage nach Strom eingebrochen. An der Strombörse fiel entsprechend der Preis. Der Kunde in Deutschland hat davon aber nichts, im Gegenteil: Weil der Ökostrom dennoch produziert wird und zu einem festgelegten, hoch subventionierten Preis abgenommen werden muss, gibt es nun auf dem EEG-Konto ein riesiges Defizit. 2004 noch hatte der damalige Bundesumweltminister Jürgen Trittin verkündet, die Förderung der erneuerbaren Energien koste deutsche Durchschnittshaushalte nicht mehr als eine Kugel Eis im Monat. Inzwischen wissen es die Bürger besser. Selbst tägliche Eisbecher wären um einiges billiger als die hiesige Ökostrom-Subventionierung.

### **Fazit Wasserstofftechnologie / wirtschaft**

Wasserstoff ist grundsätzlich ein hervorragender Energieträger, der, wenn er regenerativ erzeugt wird, einen wertvollen Beitrag zur CO<sub>2</sub>-freien Energieerzeugung liefern könnte. Neben dem Einsatz im Verkehrsbereich (PKW, Busse, ggf. LKW, Schiffe und Flugzeuge) ist auch der Einsatz in der Stahl- und Chemieindustrie denkbar. In der Industrie bekommt man Wasserstoff schon lange sicher gehandelt, in Tanks, Gasometern und Rohrleitungen. Aber gelingt das auch bei breiter Anwendung im öffentlichen und privaten Verkehr etc.? Zweifel sehr angebracht, auch wenn die tollen Möglichkeiten einer Wasserstoffwirtschaft fast euphorisch gefeiert werden. Wenn dies so einfach wäre, hätte man es schon längst in solcher Weise im Einsatz. Wie beschrieben bereitet die Nutzung von Wasserstoff mehrere gravierende Probleme, die es nachhaltig zu lösen gilt – zweifelhaft, ob das wirklich in breiter Anwendung gelingt:

- 1) Lagerung und Transport I: sehr schwer zu vermeidende **Verluste des kleinsten aller Moleküle** – erfordert **besonders dichter Bauteile**, d.h. besonders dicke Bauteile aus Stahl und Spezial-Armaturen (Ventile, Übergänge etc.) - aus Kosten- und Sicherheitsgründen (s. 2))
- 2) seine **hohe Explosivität** – Knallgas im Gemisch mit Luft-Sauerstoff, im Verhältnis von **4 - 75%** - d.h. umgekehrt Anteil der **Luft 25 – 96%** - der Umgang mit Wasserstoff erfordert also ganz besondere (teure) **Sicherheitsmaßnahmen**
- 3) Lagerung und Transport II: **Große Tanks** (für H<sub>2</sub>-Gas) **oder sehr niedrige Temperaturen** erforderlich, da Wasserstoff erst bei -252°C flüssig wird
- 4) **geringer Wirkungsgrad** bei der Herstellung von Wasserstoff, der mit jedem Umwandlungsschritt abnimmt – und hohe **Energieintensivität** (mit Strom etc.)
- 5) der **Preis: Wasserstoff ist mit all dem viel zu teuer.**

### Fazit deutsche Energie-Politik im Allgemeinen

Während (Wirtschafts-)Journalisten beim Thema Wasserstoff noch Hurrah schreien, scheint beim Thema Erneuerbare Energien und EEG langsam die Erkenntnis aufzukommen, dass das was uns da versprochen wird weder umsetzbar noch finanzierbar ist. Vlt. auch weil sie am eigenen Leibe erfahren, dass wir Verbraucher - Bürger, Mittelstand etc. - die Zeche für die Ideologien u.a. mit dem EEG zahlen. Ansonsten ist es eher deprimierend, aber uns Bürgern für Technik wohlbekannt, schon seit Jahren verhallen unsere sachlich stichhaltigen (Gegen-)Argumente nahezu ungehört und das setzt sich jetzt mit „Corona“ fort. Wir werden von den Verantwortlichen (Politikern) und deren Helfern belogen und betrogen, um Ideologien und Macht- / Geldinteressen durchzusetzen - im Bereich Energie / Technik und gesellschaftlichen Angelegenheiten - um den Wirtschaftsstandort Deutschland mit seinen Menschen kaputt zu machen? Was soll das und warum hört man nicht auf die, die mit Sachargumenten belegen können, dass sie es besser wissen.

### Literatur-Quellen:

[1] <https://www.welt.de/wirtschaft/energie/article211208323/Saubere-Energie-Europas-Wasserstoffstrategie-braucht-die-richtige-Farbe.html> 8.7.20 **ENERGIE SAUBERE ENERGIE Europas Wasserstoffplan braucht den Ökozoll** Von [Tobias Kaiser](#) Wirtschaftsredakteur, Korrespondent in Brüssel

[2] <https://www.welt.de/wirtschaft/article209517229/Wasserstoff-Gebt-den-Markt-fuer-das-Oel-von-morgen-frei.html#:~:text=Wasserstoff%20ist%20das%20%C3%96l%20von,Ihnen%20gerne%20regelm%C3%A4%C3%9Fig%20nach%20Hause>. **MEINUNG WASSERSTOFF Gebt den Markt für das „Öl von morgen“ frei!** 13.06.20 Von Daniel Wetzel Wirtschaftsredakteur Wasserstoff ist das **Wundermittel der Energiewende**. Das brennbare Gas, hergestellt aus Elektrizität und Wasser, **kann theoretisch** alle Krankheiten der Ökostrom-Revolution heilen. Es dient als Speichermedium für grüne Kilowattstunden. Es macht **als Transportmittel im Erdgasnetz** den Bau von Monster-trassen überflüssig. Es **kann**, zu Kraftstoff veredelt, **den Verkehr klimaneutral machen**.

[3] [https://app.handelsblatt.com/politik/deutschland/anja-karliczek-und-robert-schloegl-hinter-dem-wasserstoff-thema-verbirgt-sich-die-groesste-gelddruckmaschinerie/25507504.html?utm\\_source=pocket-newtab&ticket=ST-2434514-J5xXh6tNiecfcLdd5cG9-ap4](https://app.handelsblatt.com/politik/deutschland/anja-karliczek-und-robert-schloegl-hinter-dem-wasserstoff-thema-verbirgt-sich-die-groesste-gelddruckmaschinerie/25507504.html?utm_source=pocket-newtab&ticket=ST-2434514-J5xXh6tNiecfcLdd5cG9-ap4) 06.02.2020

- [4] [https://www.revierkohle.de/altmaiers-aussichtsloser-klimarettungsplan/?utm\\_source=TurboSMTP&utm\\_medium=TurboSMTP&utm\\_term=TurboSMTP&utm\\_content=TurboSMTP&utm\\_campaign=TurboSMTP](https://www.revierkohle.de/altmaiers-aussichtsloser-klimarettungsplan/?utm_source=TurboSMTP&utm_medium=TurboSMTP&utm_term=TurboSMTP&utm_content=TurboSMTP&utm_campaign=TurboSMTP) 11.10.20
- [5] <https://www.welt.de/wirtschaft/article218396940/Elektroautos-Waermepumpen-Windkraftausbau-so-soll-die-Energiewende-gelingen.html> 23.10.20 **WIRTSCHAFT KLIMANEUTRAL BIS 2050 Der Plan vom „grünen Wirtschaftswunder“ hat einen entscheidenden Makel** Von **Daniel Wetzel** Wirtschaftsredakteur
- [6] <https://www.welt.de/wirtschaft/article218680378/E-Fuels-Studie-stellt-Idee-vom-sauberem-Elektroauto-infrage.html> 26.10.20 **Wirtschaft** ALTERNATIVE ANTRIEBE
- [7] Hüls, Ihr Partner für Wasserstoff, Broschüre von 1987
- [8] Lurgi, Hydrogen from Hydrocarbons by Catalytical Steam Reforming 10.93
- [9] Solarer Wasserstoff ein möglicher Energieträger der Zukunft – Broschüre des Landes Baden-Württemberg, der DLR und des ZSW – wohl von 1991
- 
- [10] Hollemann-Wiberg, Kapitel Wasserstoff und Metallhydride und [https://www.fwvw.de/fileadmin/Downloads/Einsatz\\_Wasserstoffleitfaden.pdf](https://www.fwvw.de/fileadmin/Downloads/Einsatz_Wasserstoffleitfaden.pdf)
- [11] <https://www.hzwei.info/blog/2020/06/02/solid-hydrogen-carriers-als-h2-speicher/> 02.06.20 und <https://www.hzwei.info/blog/2017/08/09/metallhydridspeicher-und-reversible-hochtemperaturzelle/> 9. August 2017 von Hydrogeit
- [12] Metallhydride BMW etc.
- [13] <https://www.zeit.de/auto/2012-04/wasserstoff-tankstelle-sicherheit> **Alternativer Kraftstoff Wasserstoff tanken ist auch nicht gefährlicher** Von Christoph M. Schwarzer 17. 04.2012
- 2015 kommen Autos auf den Markt, die man mit Wasserstoff betankt. Das ist ungewohnt, die Angst vor größerer Gefahr am Zapfhahn ist aber unbegründet.
- [14] §19 Wasserhaushaltsgesetz
- [15] Elektroautos I
- [16] [https://newsflash24.de/post/madchen-verbrennt-bei-elektro-auto-unfall?utm\\_medium=email&utm\\_source=Deallx%20\(SF45,%20Gruppe1\)#](https://newsflash24.de/post/madchen-verbrennt-bei-elektro-auto-unfall?utm_medium=email&utm_source=Deallx%20(SF45,%20Gruppe1)#) 31.07.2020 **Mädchen verbrennt bei Elektro-Auto-Unfall bei Potsdam!** Eine 19-Jährige flüchtete nach einem Familienstreit, kurz darauf verbrannte sie bei einem Elektro-Auto-Unfall.
- [17] [http://www.revierkohle.de/neue-wasserstoffstrategie-der-bundesregierung/?utm\\_source=TurboSMTP&utm\\_medium=TurboSMTP&utm\\_term=TurboSMTP&utm\\_content=TurboSMTP&utm\\_campaign=TurboSMTP](http://www.revierkohle.de/neue-wasserstoffstrategie-der-bundesregierung/?utm_source=TurboSMTP&utm_medium=TurboSMTP&utm_term=TurboSMTP&utm_content=TurboSMTP&utm_campaign=TurboSMTP) aus Newsletter Revierkohle Energiepolitik 08/20 **Neue Wasserstoffoffensive der Bundesregierung Blendgranate oder tatsächlich der Beginn einer neuen Ära ?**
- [18] <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/energiewende/wasserstoffstrategie-kabinett-1758824> 10.06.20
- [19] <https://www.bam.de/Content/DE/Pressemitteilungen/2020/Energie/2020-09-17-bam-bmwi-wasserstoff-kompetenzzentrum-h2safety.html> 17.09.20
- [20] <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/energiewende/fliegen-mit-wasserstoff-1776282> 13.08.20
- [21] Innovation & Energie – Das Magazin der EnergieAgentur NRW Heft 3/2020, S.7 H<sub>2</sub> – klein, leicht unsichtbar und enegiegeladen! und S.11 Neuer Enegieträger global auf dem Vormarsch
- [22] Marler Zeitung 09.20
- [23] <https://www.welt.de/wirtschaft/plus218506582/Unter-der-Erde-schlummert-der-weiße-Schatz.html> 24.10.20 **BISLANG UNBEKANNTE VORKOMMEN „Weißer“ Wasserstoff – hier lagert der Energieschatz der Zukunft** Von **Daniel Wetzel** Wirtschaftsredakteur
- [24] <https://www.welt.de/wirtschaft/plus219004008/Bjoern-Lomborg-Das-Maerchen-von-den->

[billigen-erneuerbaren-Energien.html](#) 02.11.20 **MEINUNG**KLIMAPOLITIK IM CHECK **Das Märchen von den billigen erneuerbaren Energien** Von Björn Lomborg, Kopenhagen

[25] <https://www.welt.de/debatte/kommentare/article218470922/Erneuerbare-Energien-Warum-die-Strompreise-steigen.html> 23.10.20 **MEINUNG**STEIGENDE STROMPREISE **Die Energiewende droht finanziell völlig aus dem Ruder zu laufen** Von [Dorothea Siems](#) Chefökonomin