

Wasserstoff: Joker für die Energiewende?

Aus erneuerbaren Energien sauber gewonnener Wasserstoff soll uns unabhängig machen von schmutzigem fossilem Öl, Gas und Kohle. Die neue Wasserstoffwirtschaft soll unzählige Arbeitsplätze schaffen, das vorhandene Erdgasnetz nutzen und nebenbei auch noch Energiespeicherprobleme lösen. Klingt das nicht zu schön, um wahr zu sein? Eine kritische Bestandsaufnahme.

Der Traum vom „grünen Wasserstoff“ basiert auf der Hypothese, im Überfluss vorhandenen Grünstrom mittels Elektrolyse CO₂-frei und sauber in Wasserstoff (H₂) verwandeln zu können. Noch sieht die Realität der Wasserstoffwelt aber ganz anders aus: Wasserstoff wird, mit Ausnahme einiger weniger Vorzeigeprojekte, nicht aus (nicht) im Überfluss vorhandenem erneuerbaren Strom hergestellt, sondern aus fossilem Erdgas „dampfreformiert“.

Selbst Vertreter der Wasserstoffwirtschaft sprechen zurückhaltend davon, dass derzeit rund 70 Prozent des Wasserstoffs aus Erdgas gewonnen werden. Anderen Quellen zufolge dürften derzeit bis zu 90 Prozent des Wasserstoffs aus fossilen Quellen stammen. Zur Herstellung dieses „grauen Wasserstoffs“ wird Erdgas unter Hitze mittels Dampfreformation in Wasserstoff und CO₂ umgewandelt. Bei der Herstellung einer Tonne Wasserstoff werden bei diesem Verfahren zehn Tonnen des Treibhausgases CO₂ in die Atmosphäre entlassen.

Farbenfrohes Hütchenspiel

Theoretisch ließe sich das bei fossil hergestelltem Wasserstoff anfallende CO₂ auffangen und speichern. Der in der Branche etablierten Wasserstoff-Farbenlehre zu Folge, dürfte sich der graue Wasserstoff dann „blauer Wasserstoff“ nennen. Dies ist jedoch exorbitant teuer und

würde ein neues Endlagerproblem mit Verlagerung unserer heutigen Probleme auf zukünftige Generationen aufwerfen. Wird mittels Methanpyrolyse Wasserstoff gewonnen, und das CO₂ leicht lagerbar als fester Kohlenstoff abgeschieden, soll er statt blau sogar „türkis“ genannt werden. Die Wasserstoff-Farbpalette kennt darüber hinaus keine Grenzen: Die Solar- wie auch die Atomenergiebranche beanspruchen beispielsweise gemäß ihrer CO₂-freien Energie-Zulieferung den Begriff des „gelben Wasserstoffs“ für sich. Denkt man die Idee der Farbenlehre mit offenem Geist weiter, so könnte aus dem herkömmlichen Strommix auch „bunter Wasserstoff“ entstehen. Wobei eine Vermischung von Farben, insbesondere wenn Kohlestrom enthalten ist, ehrlicherweise immer in einem „braunen Wasserstoff“ enden müsste...

Grün, grün, grün sind alle meine Kleider

Unsere beste – und im Sinne der Energiewende einzige – Option ist im Ergebnis „grüner Wasserstoff“, der sich aus erneuerbar erzeugtem Strom mittels Elektrolyse CO₂-frei und umweltfreundlich aus bloßem Wasser erzeugen lässt. Technisch möglich ist dieses Verfahren seit Jahrzehnten. In einer kapitalistischen Wirtschaftswelt stellt jedoch immer eine alles entscheidende Frage: Lohnt sich das? Die Antwort auf diese Frage war bisher: Nein!



Dass Wasserstoff aus Windstromelektrolyse technisch längst funktioniert, beweist seit zehn Jahren das „Hybridkraftwerk Prenzlau“ von Enertrag mit einem 500-kW-Elektrolyseur, einer Tonne Wasserstoff-Speicherkapazität und zwei Blockheizkraftwerken zur Stromerzeugung aus dem gespeicherten Wasserstoff.



Vattenfall's Wasserstoff-Aushängeschild: Das GuD-Kraftwerk Nuon Magnum in den Niederlanden kann mit verschiedenen Brennstoffen betrieben werden, darunter Erdgas und Flüssiggas. Der 2009 veröffentlichte Plan eine „umweltfreundliche“ Kohlevergasung zu realisieren, wurde inzwischen verworfen. Stattdessen soll ab 2023 mittels Dampfreformation aus norwegischem Erdgas gewonnener Wasserstoff zum Einsatz kommen.

Wirkungsgrade entscheiden

Jede Energieumwandlung führt zwangsläufig zu Verlusten an Nutzenergie. Im Fall der Wasserelektrolyse können etwa 60 bis 80 Prozent der zugeführten elektrischen Energie in nutzbaren Wasserstoff umgewandelt werden. Im Umkehrschluss gehen 20 bis 40 Prozent der elektrischen Energie in Form von Abwärme verloren. Wird der Wasserstoff zum Transport auf 700 bar verdichtet, beträgt der Wirkungsgrad dieses Prozesses wiederum etwa 85 Prozent – erneut gehen folglich rund 15 Prozent der verbliebenen Nutzenergie verloren. Wird dieser Wasserstoff schließlich in einer Brennstoffzelle in Strom umgewandelt, gehen wiederum 40 bis 60 Prozent der im Wasserstoff vorhandenen Energie als Abwärme verloren. Bei stationären Brennstoffzellen zur Gebäudeenergieversorgung lässt sich diese „Abwärme“ im Gegensatz zu mobilen Anwendungen immerhin als wertvolle Heizenergie zur Wohnraumbeheizung und Warmwasserbereitung sinnvoll nutzen.

Es zeigt sich jedoch bei dieser Betrachtung, dass bei einer Wasserstoffwandlung realistisch 60 bis 80 Prozent der hochwertigen elektrischen Energie durch Verluste auf Nimmerwiedersehen verloren gehen – nicht nur bei grünem Wasserstoff aus Überschussstrom, sondern auch beim heute gängigen grauen Wasserstoff aus Erdgas. Diese Verluste muss man sich leisten können – und leisten wollen. Hätten wir grünen Strom zu niedrigsten Preisen im Überfluss, wäre Wasserstoff eingespeist in das Erdgasnetz und gespeichert in Kavernen eine veritable Option als Langzeitspeicher. Betrachtet man jedoch eine lokale Kurzzeitspeicherung, hat Wasserstoff gegen marktgängige Batteriespeicher mit bis zu 95 Prozent Wirkungsgrad keine Chance.

Mär vom Überschussstrom

Eine der wirtschaftlich entscheidenden Fragen beim Traum vom grünen Wasserstoff im Überfluss ist, ob sich die Elektrolyseanlagen rechnen – denn sonst werden diese nicht gebaut. Voraussetzung für günstigen Wasserstoff ist günstiger Grünstrom – und zwar in großen Men-

gen. Aber wir haben doch „Überschussstrommengen“, die sich kostenfrei nutzen lassen, mag man sich nun sagen. Überschussstrommengen sind Strommengen, die zwar erzeugt werden könnten, aber aufgrund von Engpässen im Netz nicht abtransportiert werden können und daher ungenutzt „abgeregelt“ werden müssen. Dies geschieht jedoch deutlich seltener, als es die allgegenwärtige Diskussion über diese Strommengen vermuten lässt.

Selbst im windreichen Schleswig-Holstein wurden laut Zahlen der Landesregierung für das Jahr 2018 nur 3 Prozent der Windstrommengen wegen Netzüberlastung zwangsweise abgeregelt. Betrachtet man die Bundesebene, so zeigen die jüngsten Daten der Bundesnetzagentur für das Jahr, dass der Wert mit 2,97 Prozent vergleichbar ist. Allerdings wären diese Strommengen keineswegs kostenlos zu haben, denn die örtlichen Stadtwerke und Wärmenetzbetreiber würden sie gerne vor Ort zur Wärmeerzeugung in günstigen Elektrodenkesseln oder effizienten Großwärmepumpen nutzen und dafür einen Marktpreis bezahlen. Sie tun es nur deshalb nicht, weil der Überschussstrom mit Abgaben und Steuern künstlich derart hoch belastet ist, dass er Stand heute teurer als Erdgas und Kohle ist. Nur deshalb wird er nicht genutzt und das Windrad zwangsweise abgeschaltet.

Welches Wirtschaftsunternehmen würde aber eine millionenschwere Elektrolyseanlage in einen Windpark bauen, die von den 8.760 Stunden eines Jahres nur knapp 250 Stunden Überschussstrom zur Verfügung hat und zu diesen kurzen Betriebszeiten auch noch Geld für den Strom zahlen müsste? Welchen Preis müsste dieser Wasserstoff aus Überschussstrom haben, damit sich solche Stillstandsanlagen für die Investoren bezahlt machen? Und wer soll den daraus entstehenden Wasserstoffpreis am Ende bezahlen? Auf diese Fragen gibt es bis heute nur eine Antwort: Wasserstoff wird kostengünstig mittels Dampfreformation aus fossilem Erdgas gewonnen – auf Kosten hoher CO₂-Freisetzung in die Atmosphäre und unvereinbar mit dem Gedanken der Energiewende.

Milliarden vom Steuerzahler

Obwohl diese Punkte unter Experten hinlänglich bekannt sind, gibt die Bundesregierung seit dem Sommer 2020 in Sachen Wasserstoffwirtschaft Vollgas. Im Juni 2020 wurde vom Bundeswirtschaftsministerium eine ambitionierte „Nationale Wasserstoffstrategie“ vorgestellt, kurz darauf stellte der Bundestag im Rahmen des zur Bewältigung der Corona-Krise beschlossenen „Konjunktur- und Krisenbewältigungspaketes“ 9 Milliarden Euro für deren Realisierung bereit.

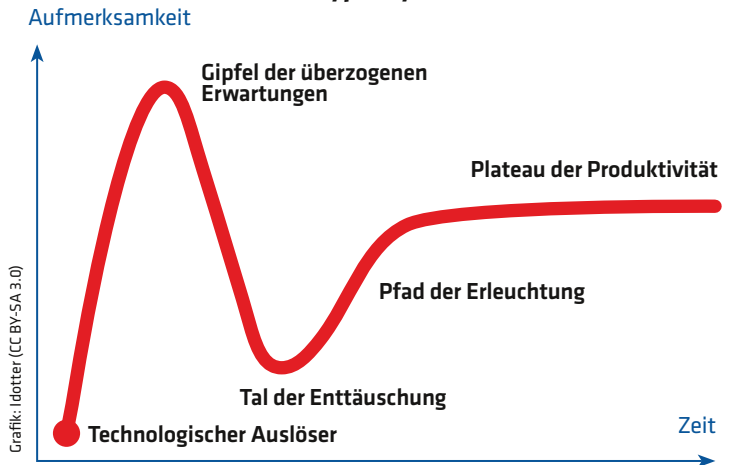
Die Bundesregierung will mit diesem gigantischen Förderprogramm einen „Markthochlauf von Wasserstofftechnologien in Deutschland“ anstoßen. Koordiniert wird die Milliardenförderung mit der Gießkanne durch einen mit den StaatssekretärInnen von fünf Bundesministerien besetzten „Staatssekretärsausschuss“, der wiederum von einem „Nationalen Wasserstoffrat“ aus WissenschaftlerInnen, BeamtInnen und VertreterInnen der Bundesländer beraten wird. Daneben soll eine „Leitstelle Wasserstoff“ eingerichtet werden, die jährlich einen Monitoringbericht über die Mittelverwendung erstellen soll.

Interessant ist neben dem ausgeklügelten Bürokratieapparat auch ein Blick auf die 38 konkreten Vorhaben der Wasserstoffstrategie. Direkt der zweite Punkt ist die Schaffung von „Möglichkeiten für neue Geschäfts- und Kooperationsmodelle von Betreibern von Elektrolyseuren mit Strom- und Gasnetzbetreibern“, wobei „der Änderungsbedarf des regulatorischen Rahmens zur Schaffung der dafür notwendigen Voraussetzungen entsprechend geprüft wird.“ An dieser Stelle wird klar, was hinter der Wasserstoffstrategie der Bundesregierung steht: Die Sicherung zukünftiger Renditen von Strom- und Gasnetzbetreibern. Aber damit nicht genug: Durch den Abbau von „regulatorischen Hemmnissen“ soll insbesondere „die Industrie unterstützt“ werden, um „Wasserstofftechnologien zu einem zentralen Geschäftsfeld der deutschen Exportwirtschaft [zu] entwickeln.“

Kritische Stimmen

Dass die geringe Energie- und Kosteneffizienz der Wasserstofftechnik ein nicht zu überwindendes Hemmnis für die wohlklingenden Pläne sein könnte, findet in dem Strategiepapier keine Erwähnung. Macht man sich jedoch mit dem Gedanken vertraut, dass die Wasserstoffstrategie überhaupt nicht der Energiewende dienen soll, sondern der Rettung von in Schieflage geratenen Industrie- und Energiekonzernen verpackt in ein vorgebliches Energiewendeprojekt, ergibt plötzlich alles einen Sinn.

Der Hype-Zyklus



Der „Hype-Zyklus“ beschreibt die Aufnahme neuer Technologien durch die öffentliche Wahrnehmung. Die Wasserstoffenergiewirtschaft dürfte derzeit auf dem Weg zum „Gipfel der überzogenen Erwartungen“ sein.

Aber damit nicht genug. Dr. Hartmut Euler, Ministerialdirigent im Ruhestand und ehemaliger Leiter der Energieabteilung im Wirtschaftsministerium von Schleswig-Holstein, hat sich bereits überlegt, was die Folge der aktuellen Wasserstoffstrategie sein wird: „Wasserstoff aus Strom per Elektrolyseur zu erzeugen ist Energieverschwendung und führt uns letztendlich zurück zu Atom- sowie Kohlekraft und behindert alle Bemühungen zum Klimaschutz.“ Denn sind die Anlagen auf Kosten des Steuerzahlers gebaut, werden die wirtschaftlich denkenden Betreiber zusehen, dass ihre teuren Anlagen auch ausgelastet werden – im Zweifel mit günstigem Atom- und Kohlestrom aus dem europäischen Verbundnetz. Den dafür nötigen Netzausbau zahlen bereits die Energieverbraucher (siehe Seite 24).

Erkenntnisse der Autoindustrie

Wie der Traum vom Allheilmittel Wasserstoff an den Gesetzen der Physik scheitern kann, lässt sich am Beispiel der deutschen Autoindustrie betrachten. Sie investierte in den 1990er-Jahren massiv in eine Wasserstoffzukunft, konstruierte Prototyp um Prototyp und präsentierte diese auf den Fahrzeugmessen. Bis heute ist kein Brennstoffzellenfahrzeug aus deutscher Produktion käuflich zu erwerben. Erhältlich



Sinnvolle Wasserstoffanwendung: Der Coradia iLint von Alstom ist der erste Zug mit Brennstoffzellen-Antrieb zum Einsatz auf Strecken mit fehlender Oberleitung.

sind zwei japanische Fahrzeuge, beide kosten über 75.000 Euro. Fahrzeuge wie der Mercedes „GLC FCell“ sind nur als Langzeit-Mietwagen oder im Rahmen von Erprobungsvereinbarungen bei Firmenkunden unterwegs. Nach der Statistik des Kraftfahrt-Bundesamtes wurden im Jahr 2019 nur rund 220 Brennstoffzellenfahrzeuge neu zugelassen – gegenüber gut 108.000 Elektro- und Plugin-Pkws.

Selbst der damalige Volkswagen-Entwicklungschef Frank Welsch konstatierte, dass es aus Effizienzgründen auf absehbare Zeit keine Brennstoffzellenfahrzeuge aus seinem Hause geben werde. Hierzu rechnete der Ingenieur trocken vor: Mit 100 kWh Strom komme ein batterieelektrisches Fahrzeug 500 Kilometer weit. Einem Brennstoffzellenfahrzeug gehe die gleiche Menge Energie nach nur 200 Kilometer aus. „Wenn wir die Mobilitätswende und die Umweltziele ernst nehmen, müssen wir uns daher auf den batterieelektrischen Antrieb konzentrieren“, so Welsch. Im wirtschaftlich und effizient denkenden Automobilbereich hat sich der Wasserstoffhype bereits verflüchtigt.

„Hype-Zyklus“

Die Gartner-Finanzanalystin Jackie Fenn hat mit dem sogenannten „Hype-Zyklus“ beschrieben, wie Wirtschaft und Gesellschaft typischerweise auf neue technologische Möglichkeiten reagieren: Auf den innovativen „technologischen Auslöser“ folgt ein rasanter Anstieg des öffentlichen Interesses, der steigt und steigt und schließlich in einem „Gipfel der überzogenen Erwartungen“ mündet. Es folgt ein „Tal der Enttäuschung“ und erst nach dieser geplatzten Hype-Blase folgt ein „Pfad der Erleuchtung“, der in einem realistischen „Plateau der Produktivität“ mündet.

Ein Beispiel ist der Bitcoin-Hype. Die dahinterstehende Blockchain-Technologie hat im Bereich von Kryptowährungen und Smart-Contracts sinnvolle Anwendungsmöglichkeiten erschlossen. Aber sie eignet sich nicht, wie am Gipfel der überzogenen Erwartungen postuliert, für Stromabrechnungen, Zählerstandsübermittlungen oder das Bezahlen kleiner Summen im Alltag.

Im Mobilitätssektor hat die Wasserstofftechnik den „Gipfel der überzogenen Erwartungen“ längst überschritten und das „Plateau der Produktivität“ erreicht. Heute wird Wasserstoff dort als veritable Nischentechnologie angesehen, die nur in geeigneten Sonderfällen eingesetzt werden kann. Wasserstoff-Lkws zur Belieferung auf längeren Routen in der Schweiz oder Wasserstoffzüge auf nicht elektrifizierten Bahnstrecken im windreichen Niedersachsen sind gute Beispiele.

Im Energiesektor scheint der „Gipfel der überzogenen Erwartungen“ für Wasserstoff noch längst nicht in Sicht zu sein. Angesichts der bekannten Effizienzprobleme der Wasserstoff-Energiewirtschaft dürften die mit der Gießkanne großzügig zu verteilenden 9 Milliarden Euro Steuergeld sinnlos in den Kassen angeschlagener Energie- und Industriekonzerne versickern.

Nebelkerze gegen die Energiewende

In Erwartung des Allheilmittels „grüner Wasserstoff“ wird nun abermals massiv in fossile Strukturen investiert. Sobald die Wasserstoffblase in einigen Jahren platzt, wird der Sturz ins „Tal der Enttäuschung“ mit Insolvenzen und vernichteten Arbeitsplätzen umso härter ausfallen. Dabei gäbe es mit Solarenergie, Windkraft, Wasserkraft, Biomasse, Pumpspeichern, Druckluftspeichern und der Batterietechnologie solide, erprobte sowie zuverlässige und nachhaltige Technologien mit Zukunft, denen öffentliches Geld sicher nicht schaden würde.

Doch den Regenerativen wurde und wird hierzulande gerne von der Politik der Stecker gezogen. 2012 beschloss die damalige CDU/CSU/FDP-Koalition ohne Vorwarnung von heute auf morgen eine radikale Kürzung der PV-Vergütungssätze. Der PV-Zubau brach schlagartig um 70 Prozent ein, die deutsche Solarindustrie ging zu Grunde, Zehntausende wurden arbeitslos, alle großen deutschen Solarfabriken und viele Installationsunternehmen im Handwerk mussten schließen. Unsere PV-Module kommen seither nahezu ausschließlich aus Fernost.

Bei der Windkraft vollzieht sich aktuell das gleiche Drama: Der Zubau ist von rund 6.500 MW im Jahr 2017 auf nur noch knapp 2.000 MW im Jahr 2019 eingebrochen. Vorläufige Schätzungen für den Windzubau im vergangenen Jahr 2020 sehen mit rund 1.600 MW noch düsterer aus. Grund sind die vom Gesetzgeber immer wieder verschlechterten Rahmenbedingungen. Nach über 80.000 verlorenen Arbeitsplätzen in der Solarindustrie steht uns jetzt ein Exodus der Windkraftbranche bevor, der nach Schätzungen der Gewerkschaften bis zu 140.000 Beschäftigten den Job kosten könnte.

Milliardeninvestitionen in eine künstliche Wasserstoffblase und der medial gern verbreitete Traum vom magischen Allheilmittel können zwar von diesen eklatanten Fehlentwicklungen und den Hemmnissen beim Ausbau erneuerbarer Erzeugungsanlagen ablenken, nur die Energiewende werden sie gewiss nicht voranbringen.

Louis-F. Stahl

- ▶ w.wiki/aRD
- ▶ tinyurl.com/h2-bmbf
- ▶ wasserstoff-aus-strom-gleich-atom.de

Wasserstoff im Heizungskeller

Das Berliner Startup HPS Home Power Solutions hat mit dem 60.000 bis 90.000 Euro teuren Energiesystem „picea“ die Wasserstoffwirtschaft für den Heizungskeller miniaturisiert. Es beweist, dass eine autarke Stromversorgung von Wohngebäuden mit Solarenergie mittels Wasserstoffspeicherung möglich ist. Das System wird mit PV-Strom gespeist, besitzt einen Elektrolyseur, einen großen Wasserstoff-Saisonspeicher, eine Brennstoffzelle, die Strom und etwas Wärme erzeugt, sowie eine Batterie zur Abfederung von kurzzeitigen Lastspitzen. Für die Heizwärmebereitstellung im Winter ist das System auf ein zusätzliches konventionelles Heizsystem angewiesen. Angesichts des Preises und der Notwendigkeit einer zusätzlichen Heizung stellt sich jedoch zwangsläufig die Frage der Wirtschaftlichkeit und des Gesamtnutzens. Die Stromspeichereffizienz beziffert der Hersteller mit rund 40 Prozent. Da die Abwärme aus allen Wandlungsprozessen genutzt wird, soll der Gesamtnutzungsgrad mehr als 85 Prozent betragen.



HPS Home Power Solutions