

WASSERSTOFF ODER ENERGIEWENDE

FASZINIERENDE TECHNIK MIT MISERABLER ENERGIEBILANZ

Die von Wasserstoffbefürwortern verbreitete Begeisterung hat nun auch die Politik erreicht. Nicht nur in Berlin werden Programme zur Realisierung einer Wasserstoffwirtschaft ohne ausreichende Berücksichtigung von physikalischen Zusammenhängen und technischen Grenzen formuliert. Zu faszinierend ist die Idee, Wasserstoff (H₂) zum universellen Energieträger zu machen, mit dem man alles antreibt, was sich bewegen soll, Gebäude heizt, chemische Produkte herstellt und Strom bedarfsgerecht vor Ort erzeugt. In der Nationalen Wasserstoffstrategie der Bundesregierung werden Ziele genannt und Programme definiert. Man will zum Weltmarktführer der Wasserstofftechnologie werden. Bei näherer Betrachtung der physikalischen Zusammenhänge reift jedoch eine vernichtende Erkenntnis. Basierend auf H₂ kann die Energiewende nicht gelingen.

Zweistufiger Denkprozess

Der Mensch denkt zuerst in Bildern, so auch bei der Energieversorgung. Da wird zum Beispiel die im offenen Tagebau gewonnene Kohle zum naheliegenden Kraftwerk befördert, in dem man Strom erzeugt, der dann über Hochspannungsleitungen zu Transformatoren geleitet und von dort an Wohnhäuser verteilt wird. Oder Förderpumpen saugen Rohöl aus der Tiefe, das über Leitungen zur Küste gepumpt, wo es auf Tankschiffe verladen wird, die den Energieträger zu entfernten Raffinerien bringen, um es zu Benzin zu verarbeiten, das man an Tankstellen in sein Auto füllt. Auch für grünen H₂ wird eine solche Bilderreihe geprägt. Sonne oder Wind liefern Strom, den man zu Elektrolysestationen leitet, in denen Wasser in seine Bestandteile zerlegt wird. H₂ gelangt per Tankwagen oder Rohrleitungen zu Tankstellen und wird dort in Brennstoffzellen-Fahrzeuge gefüllt. Alles richtig und glaubhaft dargestellt. Aber bei dieser bildlichen Darstellung fehlt eine wichtige Dimension.

Nur wenige Menschen befassen sich allzu intensiv mit den physikalischen Zusammenhängen im Energiebereich, dass sie auch die energetischen Aspekte der

bildlich dargestellten Wandlungsstationen erkennen und mit dem Energieaufwand für den notwendigen Energietransport vertraut sind. Bei den Befürwortern der Wasserstoffwirtschaft steht die Machbarkeit im Vordergrund. Jedoch für Sinn und Unsinn vorgeschlagener Lösungswege.

Wasserstoffwirtschaft

Bereits 1874 hat Jule Verne in seinem Roman „Die geheimnisvolle Insel“ Wasserstoff als Kohle der Zukunft bezeichnet und damit das leichteste Gas als Energieträger identifiziert. Mit dieser fantasiereichen Darstellung wurde die Idee einer auf H₂-basierenden „Wasserstoffwirtschaft“ geboren, die seither etwa alle 20 Jahre nachwachsende Generationen begeistert.

H₂ ist bekanntlich keine Energiequelle, sondern ein künstlich mit Hilfe von Strom aus Wasser hergestellter Energieträger. H₂ hat mit Beginn der Raumfahrt sicherlich an Bedeutung gewonnen und mit ihm die Brennstoffzelle. Diese wurde lange Zeit als Stromquelle für elektrische Fahrzeuge propagiert. Nun aber erleben wir den Siegeszug der Batterie. Im Vergleich zu Erdgas bietet H₂ klimafreundliche Optionen für fast alle Sektoren der Energienutzung.

Es folgt jedoch die Ernüchterung. Denn dank der energetischen Aspekte einer Wasserstoffwirtschaft lässt sich die Energiezukunft nicht mit H₂ gestalten. H₂ ist keine „unendliche“ Energiequelle, sondern lediglich das häufigste Element, das auf der Erde nur in chemisch gebundener Form vorkommt und künstlich zu einem Energieträger gemacht werden muss. Mit der Umwandlung von grünem Strom in das Transportmittel H₂ kann die Energieversorgung ebenso wenig gesichert werden wie die Verfügbarkeit von Wasser in der Sahelzone mit der Verteilung von Eimern.

Aufbauend auf der bildlichen Darstellung der Wasserstoffkette werden Initiativen gestartet und Förderprogramme formuliert. Bei fast allen Ankündigungen vermisst man jedoch einen Hinweis auf die miserable Energiebilanz der Wasserstoffwirtschaft. Energiewende bedeu-

tet Abkehr von fossilen und nuklearen Energieträgern hin zur direkten und effizienten Nutzung der von Sonne, Wind & Co als Wärme und Strom geernteten sauberen elektrischen Energie. Mit der Nutzung von Primärstrom zur Herstellung von H₂, den man mit hohen Verlusten verteilt, um ihn wieder in Strom zu verwandeln, kann die Energiewende nicht gelingen. Wir haben ein Energieproblem zur lösen, aber kein Transportproblem für grünen Strom. Obwohl alle wesentlichen Bausteine einer Wasserstoffwirtschaft seit Jahren bekannt und kommerziell verfügbar sind, haben sich diese nie durchsetzen können, weil der direkt elektrische Weg immer die besseren Lösungen bietet. Grünstrom kann direkt verteilt und genutzt werden. Weshalb dann der verlustreiche Umweg über H₂?

Energiebilanz einer Wasserstoffwirtschaft

Der grüne Strom, den man über bestehende Netze direkt zum Verbraucher leiten könnte, wird zuerst zur elektrolytischen Wasserspaltung verwendet. Der künstlich erzeugte H₂ wird über eine neu zu schaffende Infrastruktur verteilt und dann entweder wieder in Strom verwandelt oder als Brenngas bzw. chemisch genutzt. Bei der Elektrolyse gehen bereits 40 % der zugeführten elektrischen Energie verloren. Für Kompression auf 250 bar oder 900 bar werden 9 % oder 20 % seiner Energie benötigt. Bei der Verflüssigung sind es sogar 45 %. Auch für den Rohr- und Strassentransport, sowie das Umfüllen in Tanks werden erhebliche Energiemengen benötigt. Nur ein Viertel der ursprünglichen Energie ist nutzbar. Ein von Klaus Maier für die Hessische Landesregierung erarbeitetes Gutachten¹⁾ kommt zu noch schlechteren Ergebnissen.

Um den Energiebedarf im Endbereich mit H₂ zu decken benötigt man also viermal mehr Primärstrom, also viermal mehr Photovoltaikanlagen und Windräder als bei einer direkten Nutzung des geernteten Grünstroms. Der mit H₂ und Brennstoffzelle erzeugte Sekundärstrom wird deshalb immer wesentlich teurer sein als

der direkt gelieferte grüne Primärstrom. Ende der Wasserstoffwirtschaft sollte man meinen, aber Geld wird mit Produkten verdient, nicht mit Energiebilanzen.

Die Energiebilanz „von der Wiege bis zur Bahre“ ist für fast alle diskutierten Anwendungen von H₂ vernichtend. Beispielsweise kann man vier Elektromobile mit dem Strom betreiben, der für die Wasserstoffversorgung eines baugleichen Brennstoffzellenautos benötigt wird. Ganzelektrisch fährt man viermal weiter als mit H₂. Für eine Fahrstrecke von für 100 km werden lediglich 18 kWh Primärstrom benötigt. Für H₂ sind es viermal mehr. Mit dem geplanten Import von H₂ aus sonnenreichen Weltregionen verschlechtern sich die Verhältnisse weiter. Australischer H₂ belastet die 100 km Wegstrecke mit etwa 100 kWh Primärenergie, weil für den langen Schifftransport der verflüssigte H₂ auf unter minus 230 °C kalt gehalten werden muss.

Auch für die Wohnraumbeheizung kann H₂ nicht dienen. Mit dem Strom, der für die Beheizung eines Gaskessels mit H₂ benötigt wird, könnte man drei gleiche Gebäude direkt elektrisch oder neun mit elektrischen Wärmepumpen beheizen.

H₂ kann als Energieträger nie mit direkt verteiltem Grünstrom konkurrieren. Sinnvoll ist lediglich sein Einsatz als Ersatz für kohlenstoffhaltige Energieträger in chemischen Prozessen. Aber auch da sollte H₂ nicht als Heizmittel missbraucht werden. Die richtige Strategie ist heizen mit Strom und nach Erreichen der notwendigen Temperatur reduzieren mit H₂. Für fast alle der heute postulierten Anwendungen für H₂ erweist sich die direkte Nutzung von Grünstrom als die bessere

Lösung. Der Markt wird sich deshalb in Richtung direkter Stromnutzung entwickelt. Mit politischen Vorgaben kann diese physikalisch bedingte Entwicklung nur verzögert, nicht aber verwirklicht werden.

Schwachpunkte einer Wasserstoffwirtschaft

In der auf technische und wirtschaftliche Machbarkeit gerichteten Diskussion wird H₂ in fahrlässiger Vereinfachung als Ersatz für Gas betrachtet. Man spricht von einer Nutzung des bestehenden Gasnetzes und vergisst, dass für H₂ nicht nur Elektrolysestationen, sondern auch Kompressoren, Verflüssigungsanlagen, Pipelines, Speicherbehälter, Ventile, Mess- und Regeltechnik, sowie andere Gasbrenner benötigt werden. Die bestehenden Erdgasnetze und die installierte Technik müssen grundlegend überarbeitet werden. Das kostet nicht nur viel Geld, sondern vor allem auch viel Zeit, die wir angesichts der drohenden Klimakatastrophe nicht mehr haben. Der riesige und fragwürdige Aufwand belastet kommende Generationen.

Auch soll H₂ mit dem Grünstrom produziert werden, der nicht ins Netz eingespeist werden kann. Das betrifft lediglich 3 % des produzierten Windstroms. Für jedes Windrad müssten Anlagen gleicher Leistung für Wasserbeschaffung, Elektrolyse und Kompression sowie Tanks, Transporteinrichtungen und Gebäude errichtet werden, die aber nur gelegentlich bei Starkwind benutzt werden. Die Investitionen zur Gewinnung von H₂ mit überschüssigem Strom übersteigen die Kosten der Windkraftanlage. Bei den wenigen jährlichen Betriebsstunden würden sich die Investitionen überhaupt nicht

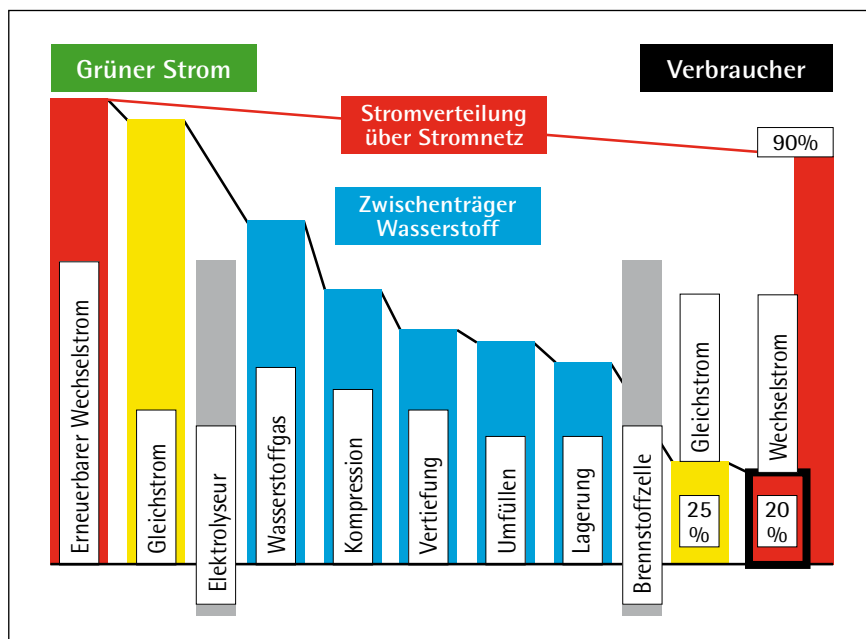
lohnen. Der erzeugte H₂ wäre unbezahlbar teuer. Wie alle anderen Anlagen zur Stromerzeugung müssen auch Wind- und Solarkraftwerke aberegelt werden, wenn der Strom nicht eingespeist werden kann. Auch können Stromverbrauch und -speicherung dem Angebot angepasst werden.

Eine für auf Grünstrom basierende „Elektronenwirtschaft“ ist wesentlich schneller zu schaffen als der Aufbau einer „Wasserstoffwirtschaft“. Für die Verteilung des in Deutschland geernteten Grünstroms existiert ein funktionierendes Netz.

Während die Umstellung auf H₂ ein Generationenprojekt ist, kann der elektrische Weg in wenigen Jahren auch ohne staatliche Förderprogramme abgeschlossen werden, also noch rechtzeitig zur Verhinderung der drohenden Klimakatastrophe. Die vorschnell beschlossenen Wasserstoffprogramme behindern jedoch den raschen Wandel!

Wir haben das Energie- und Umweltproblem sofort zu lösen und sollten uns gezielt auf erfolgversprechende Maßnahmen beschränken. Die Schwächen einer Wasserstoffwirtschaft sind physikalisch bedingt und können nicht durch aufwändige Forschungsbemühungen beseitigt werden.

Zugegeben, auch der elektrische Weg fordert Innovationen, von denen einige allerdings die Organisation des Marktes betreffen und nicht die Technik. Der Wettstreit zwischen H₂ und Energiewende läuft wie der Wettlauf zwischen Hase und Igel ab. Immer wenn H₂ ein Marktsegment erobert zu haben glaubt wird Grünstrom jubelnd verkündet: Ich bin aber schon da. Weshalb so kompliziert, wenn es auch einfach geht?



Energiekaskade für Wasserstoff im Vergleich zur direkten Stromlieferung

Fußnote

1) <https://magentacloud.de/s/mz8ogDtxLPzX7Gb>

ZUM AUTOR:

▶ Ulf Bossel
PhD. (UC Berkeley), Dipl. Masch. Ing. (ETH Zürich) Oberrohrdorf / Schweiz
ubossel@bluewin.ch