

Wasserstoff als Speicher für Überschuss-Strom aus Wind und Sonne - Machbar und sinnvoll oder Hirngespinnst? - Mittellange Fassung LFA10 - Dezember 2023

Ein stabiles Stromnetz ist eine elementare Grundvoraussetzung für eine funktionierende und effiziente Wirtschaft, für Verkehr, Finanzwesen, Kommunikation und letztendlich innere Sicherheit.

Nur eine Stromerzeugung, die dem Bedarf genau folgt, kann ein stabiles Netz aufrechterhalten. Elektrische Energie aus Wind oder Sonne lässt sich nicht planen und dem Bedarf folgend erzeugen. Speicherung ist deshalb die größte Herausforderung, um der durch Wind und Sonne erzeugten elektrischen Energie eine Qualität zu verleihen, die der des konventionell erzeugten Stroms vergleichbar wäre.

Neben Batteriespeichern wird die Nutzung von Wasserstoff als chemischer Speicher für Elektrizität propagiert und auch zur direkten und ständigen Nutzung vorgesehen. Er soll fossile Treibstoffe (wie Benzin und Diesel) ersetzen und Fahrzeuge antreiben sowie Wohnungen heizen.

Kurzzusammenfassung

Wasserstoff aus Wind- oder Solarenergie wird zurzeit als der Königsweg zu sauberer, sicherer und CO₂ neutraler Energieversorgung präsentiert.

Gewaltige Umwandlungsverluste, die sich aus physikalischen Gründen nicht vermeiden lassen, verhindern jedoch jede Wirtschaftlichkeit auch in der Zukunft. So benötigt man z.B. für die Verwendung von Wasserstoff als Speicher die 5 bis 7-fache Fläche an Solarmodulen im Vergleich zur Verwendung von Batteriespeichern, um die zusätzlich erforderliche elektrische Energie zu erzeugen.

Andere bekannte und mit überschaubarem Aufwand entwickelbare Technologien bieten deutlich mehr Potential. (z.B. neue Kernreakortypen)

Eine weitere Subventionierung der Entwicklung einer Wasserstoffenergiewirtschaft wird großen wirtschaftlichen Schaden anrichten, da sie Gelder in eine absehbar aussichtslose Technik steckt, die dann zur Entwicklung realistischer Alternativen fehlen.

Hintergrund

Um solar erzeugte elektrische Energie über das Speichermedium Wasserstoff zum Verbraucher zu bringen, sind folgende Übertragungs- und Umwandlungsschritte erforderlich:

Solarzelle → Stromnetz → Umwandlung in Gleichstrom → Wasserstoffherzeugung → H₂-Speicherung und Verteilung → Rückumwandlung in Gleichstrom → Umwandlung in Wechselstrom → Netz → Verbraucher.

Diese Umwandlungen, die Speicherung und Übertragung sind mit Verlusten behaftet, die dazu führen, dass pro Kilowattstunde (kWh), die beim Verbraucher ankommt, etwa 6 bis 10 kWh von der Solarzelle erzeugt werden müssen.

Die reinen Kosten (ohne Rücklagen, ohne Gewinne, ohne Steuern) einer so erzeugten Kilowattstunde liegen bei etwa 0,60 €/kWh. Der Endverbraucherpreis läge deutlich höher.

Die Installationskosten der genannten Einrichtungen betragen über 20.000 € pro Kilowatt installierter Leistung. Für einen typischen Haushaltsanschluss mit ca. 15 kW wären Investitionen in Höhe von 300.000 € nötig.

Voraussetzung ist großtechnische Erzeugung von Wasserstoff durch Elektrolyse nach heutigem Stand der Technik in zentralen Anlagen, die gleichmäßig mit Vollast laufen. Da „grüner“ Strom durch Wind und Sonne nur mit großen Schwankungen erzeugt werden kann, müssten diese Elektrolyse-Anlagen häufig ab- und wieder anfahren. Nachts scheint keine Sonne, eine Produktion wäre nur durch Wind möglich. Das würde die Produktionskosten weiter dramatisch erhöhen.

Wenn Solarstrom so gleichmäßig zur Verfügung stünde, wie es für Elektrolyseanlagen benötigt wird, dann wäre dieser Strom direkt zur Netzeinspeisung geeignet, Umwandlung in Wasserstoff wäre überflüssig.

Verschiedene Arten der Stromerzeugung im Vergleich (Berücksichtigung von Umwandlungen und Kosten analog zu der Betrachtung für Wasserstoff):

	kWh erzeugt/ kWh beim Verbraucher	Kosten pro kWh	Investition / 15 kW Hausanschluss
Strom aus „grünem“ Wasserstoff	6 -10 kWh	0,60 €/kWh	300.000 €
Solarstrom mit Batteriespeicher	1,4 kWh	0,30 €/kWh	112.500 €
Kohlekraftwerk	1,2 kWh	0,12 €/kWh	45.000 €
Kernkraftwerk	1,2 kWh	0,08 €/kWh	75.000 €
Gaskraftwerk	1,1 kWh	0,25 €/kWh	22,500 €

Um bei der Wasserstoffvariante die Anzahl der benötigten Kilowattstunden pro Kilowattstunde für den Verbraucher auf unter zwei zu reduzieren, müssten sowohl Elektrolyse, Verdichtung und Speicherung als auch die Rückverstromung mit Wirkungsgraden von über 90% stattfinden.

Heutige Wirkungsgrade betragen ungefähr:

Elektrolyse: 50 – 60 % (nur bei konstantem Betrieb der Anlage mit hohen Leistungen),
 Verdichtung, Speicherung und Transport: 60 %,
 Rückverstromung: 40 – 60%.

Beispiel:

Jährliches Energiebudget eines vier-Personen-Haushalts:

Jahresbudgets (grobe Schätzungen)	Konventionell		Wasserstoffbasiert
Heizung	Erdgas	1200 €	7500 €

Elektrische Energie	Kohle/KK/Gas	1200 €	6000 €
Transport (PKW, 20Tkm)	Diesel	2000 €	5000 €
Energiekosten in Gütern (Lebensmittel, Kleidung, Möbel etc.)		8000 €	30.000 €
		12.400 €	48.500 €

Das durchschnittliche Nettoeinkommen beträgt etwa 45.000 €. Es wird deutlich, dass selbst ein vollständiger Verzicht auf Mobilität und Heizung, zu keiner annähernd akzeptablen finanziellen Situation führt. Bei unterdurchschnittlichen Einkommen muss davon ausgegangen werden, dass es zu schweren Notlagen kommt, bis hin zu Obdachlosigkeit und sogar Hunger.

Hohe Investitionskosten sind dann vertretbar, wenn dadurch die Betriebskosten einer technischen Anlage gering sind, und man insgesamt ein wirtschaftlich sinnvolles Ergebnis erzielt, in diesem Fall günstige Stromkosten. Bei der Wasserstoff-Variante ist das Gegenteil der Fall, da die Investitionskosten so exorbitant hoch sind, dass selbst bei kostenloser Primärenergie kein annähernd wettbewerbsfähiger Strompreis erreichbar ist.

Weitere technisch/ physikalische Gegebenheiten, die der Verwirklichung einer für die Energieversorgung relevanten wasserstoffbasierten Energiewirtschaft entgegenstehen, sind die Lagerung, der Transport, der Wasserverbrauch und die Sicherheit.

Wasserstoff wird unter atmosphärischen Bedingungen bei minus 253 Grad Celsius flüssig und bei minus 259 Grad Celsius fest (absoluter Temperaturnullpunkt, praktisch nicht erreichbar: -273 °C). Er ist das leichteste Element mit dem kleinsten Moleküldurchmesser. Hier der Energiegehalt von Wasserstoff im Vergleich zu Diesel und Erdgas:

Unterer Heizwert, Hi	kWh/kg	kWh/m ³ atmosphärisch	kWh/l (flüssig)	kWh/l (bei 700 bar)
Wasserstoff	33,3	3	2,36 (-253°C)	0,53
Erdgas	11	10	6 (-162°C)	2,58
Diesel/Heizöl	11,8	10.600	10,6	10,6

Wegen der im flüssigen Zustand größtmöglichen Dichte wäre Verflüssigung von Wasserstoff zur Lagerung im Prinzip eine gute Möglichkeit, um das Lagervolumen (Größe der Tanks) so gering wie möglich zu gestalten. In den Einzelheiten stellt sich diese Möglichkeit wie folgt dar:

Der Energieaufwand:

- für die Verflüssigung beträgt 30...50 % je nach Menge und Methode,
- 6 % für den Transport zwischen Verflüssigungsstation und Verbraucher (Heizöl 0,2 %),
- 3 % je Tag durch Verdampfungsverluste durch Erwärmung während der Lagerung,
- Verdampfungsverluste beim Umfüllen.

In der Praxis kommen deshalb in der Regel Drucktanks zum Einsatz. Bei Verdichtung auf 700bar werden etwa 12 % des Energiegehalts des Gases verbraucht.

Transport:

Wegen der geringen Molekülgröße diffundiert Wasserstoff durch die meisten Materialien hindurch. Transport von Wasserstoff erfolgt deshalb in Spezialtankern, für einen leitungsgebundenen Transport wären spezielle Leitungen erforderlich, ähnlich beschichtet wie Tanks. Die für den Pipeline Transport erforderliche Kompressor-Arbeit ist bei mittleren Übertragungsentfernungen (einige hundert Kilometer) etwa doppelt so hoch wie für Erdgas.

Ein 40 t Benzin-Tankwagen transportiert ebenso viel Energie wie 12 Wasserstoff Druckgas-Tankwagen, ebenfalls mit 40 Tonnen Gesamtgewicht, jedoch nur 700 kg Nutzlast.

Wasserverbrauch:

Zur Herstellung von 1 kg Wasserstoff (33 kWh, entsprechend etwa 3 Liter Diesel) werden 9 kg Reinstwasser benötigt, für dessen Herstellung etwa 25 bis 30 Liter Rohwasser (je nach Rohwasserqualität) benötigt.

Sicherheit:

Wasserstoff ist extrem leicht entzündbar. Ab einem Volumenanteil von 18 % in Luft ist das Gemisch explosiv. Durch Leckagen ins Freie austretender Wasserstoff verflüchtigt sich schnell, so dass es nur unter ungünstigen Umständen zu gefährlichen Konzentrationen kommt. Wasserstoffbrände sind allerdings sehr heiß und die Flamme nahezu unsichtbar.

Fazit

Dass eine auf Wasserstoff basierende Energiewirtschaft nicht annähernd wirtschaftlich und energetisch unsinnig ist, folgt unmittelbar aus den physikalischen Eigenschaften des Wasserstoffs. Es ist deshalb selbst mit zuversichtlichsten Prognosen über den zu erwartenden technischen Fortschritt keine grundsätzliche Besserung zu erwarten. Eine staatliche Förderung sollte deshalb eingestellt werden.

Investition in die Entwicklung neuer Kernreakortypen ist deutlich zielführender. Es gibt eine Reihe von Reaktorkonzepten, die noch deutlich sicherer sind als Druckwasserreaktoren der neuesten Generation und die deutlich weniger und nur relativ kurzlebige radioaktive Reststoffe hinterlassen. Eine Technologie zur sauberen und effizienten Kohleverstromung gibt es seit mehreren Jahrzehnten.

Eine sichere Stromversorgung ist elementare Voraussetzung für jede moderne Zivilisation. Sie darf nicht auf's Spiel gesetzt werden durch massivste Ressourcen-Verschwendung in eine Technik, die schon aus physikalischen Gründen keine Zukunft haben kann.

Durch die Begünstigung von Wasserstoff als „der Lösung“ für alle Energieprobleme und der angeblichen Erderwärmungsproblematik wird eine gewaltige Täuschung auf den Weg gebracht. Die Umsetzung wird eine dramatische Ressourcenvernichtung zur Folge haben. Mit massiver Förderung aus Steuergeldern wird eine Technik etabliert, die zu mit Abstand höchstmöglichen Strompreisen führt.

Die Bürger müssen aktiv darüber aufgeklärt werden, damit sie an der Wahlurne eine Entscheidung über ihre persönliche Zukunft und die ihrer Kinder treffen können, die auf Information beruht.