

Wasserstoff als Treibstoff

von Steffen Langenberg

Wie jetzt verlautete, will Niedersachsen die Wasserstofftechnologie forcieren.

Ist das sinnvoll?

Wasserstoff scheint ein idealer Energieträger zu sein: hohe Energiedichte, gut speicherbar, vielseitig einsetzbar, kein Kohlendioxid beim Einsatz.

Der große Nachteil: Wasserstoff muss mit elektrischem Strom hergestellt werden. Solange der Strom nicht ausschließlich aus erneuerbaren Energiequellen stammt, hat Wasserstoff keine ökologisch weiße Weste.

Außerdem ist der Umgang mit Wasserstoff nicht unproblematisch (nach Wikipedia):

Die Mobilität des Wasserstoffs in einer festen Matrix ist, bedingt durch den geringen Molekülquerschnitt, ebenfalls sehr hoch. So diffundiert Wasserstoff durch Materialien wie Polyethylen und glühendes Quarzglas. Das heißt, Gas kann langsam durch ungeeignete Materialien (z. B. Plaste) austreten.

Ein sehr wichtiges Phänomen ist die außerordentlich hohe Diffusionsgeschwindigkeit in Eisen, Platin und einigen anderen Übergangsmetallen, da es dort dann zur Wasserstoffversprödung kommt. In Kombination mit einer hohen Löslichkeit treten bei einigen Werkstoffen extrem hohe Permeationsraten auf. Hieraus ergeben sich technische Nutzungen zur Wasserstoffanreicherung, aber auch technische Probleme beim Transportieren, Lagern und Verarbeiten von Wasserstoff und Wasserstoffgemischen, da nur Wasserstoff diese räumlichen Begrenzungen durchwandert. Die für Gastanks und Leitungen verwendeten Materialien und -stärken berücksichtigen das, sodass keine größeren Risiken bestehen als z. B. mit Benzin. Wasserstofffahrzeuge mit Drucktanks können problemlos in Parkhäusern und Tiefgaragen geparkt werden. Es existiert keine gesetzliche Bestimmung, die das einschränkt.

Gemische aus Luft und 4 bis 76 Vol.-% Wasserstoff sind brennbar. Ab einer Konzentration von 18 % in Luft ist das Gemisch explosiv (Knallgas). Die Zündtemperatur in Luft beträgt 560 °C. Bei der Handhabung ist der Wasserstoff von Zündquellen, einschließlich elektrostatischen Entladungen, fernzuhalten. Die Lagerung der Behälter sollte fern von oxidierenden Gasen (Sauerstoff, Chlor) und anderen brandfördernden Stoffen erfolgen.

Wasserstoffgas enthält mehr Energie pro Gewichtseinheit als jeder andere chemische Brennstoff: 141,8 MJ/kg \approx 39,39 kWh/kg Brennwert entspricht dem von 4,4 Litern oder 3,3 kg Benzin. Umgekehrt ist der **Energiegehalt von Wasserstoff pro Volumen relativ gering und erreicht selbst komprimiert in flüssigem Zustand nur 10 MJ/L \approx 2,79 kWh/L, was gerade 31 % der Energie je Liter Benzin** ausmacht, so dass Wasserstoff entsprechend große Tanks erfordert.

Die technischen Probleme bei der Speicherung von Wasserstoff gelten heute als gelöst. Verfahren wie Druck- und Flüssigwasserstoffspeicherung und die Speicherung in Metallhydriden befinden sich im kommerziellen Einsatz. Daneben existieren weitere Verfahren, die sich noch im Stadium der Entwicklung oder in der Grundlagenforschung befinden.

Die verschiedenen Speichermethoden werden nach ihren Eigenschaften und den spezifischen Anforderungen der Fahrzeuge (z. B. PKW, Bus, Bahn, Schiff, Flugzeug) eingesetzt:

Speicherung von tiefkaltem, flüssigem Wasserstoff in vakuumisolierten Behältern (14,12 L/kg bei 20 K \approx -253 °C) bietet höchstmögliche Speicherdichte, erfordert ohne fortgesetzte Kühlung jedoch einen zügigen Verbrauch des ständig verdampfenden Vorrats innerhalb einiger Stunden oder weniger Tage, was mit leicht gebauten Tanks für Flugzeuge ideal funktioniert.

Speicherung von gasförmigem Wasserstoff in Hochdruck-Behältern (55 L/kg bei 200 bar bis 25 L/kg bei 700 bar, 15 °C) funktioniert hingegen ohne zeitliche Begrenzung, soweit trotz extrem hohem Druck die Diffusions-Verluste minimiert werden können.

Einlagerung von Wasserstoff bei geringerem Druck gebunden in Metallhydriden, Kohlenstoffnanoröhren oder flüssigen organischen Wasserstoff-Trägern (LOHC) kann bei optimaler Sicherheit die Handhabung sehr vereinfachen.

Dafür haben bisherige Systeme bei hohem Leergewicht meist nur recht beschränkte Kapazität, so dass ein 200 kg schwerer Tank nur etwa 2 kg Wasserstoff speichern kann (entsprechend ca. 9 Litern Benzin). Auch muss der Wasserstoff meist erst durch Wärmezufuhr wieder aktiv aus der Bindung gelöst werden, um die volle Kapazität nutzen zu können.

Neue Hochdruck-Tanks für FCHV aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff für bis zu 800 bar fassen in 125 Litern Volumen bei 700 bar Nenndruck gerade 5 kg Wasserstoff (Brennwert entsprechend 22 Litern Benzin) und wiegen ungefähr 125 kg, um allen Sicherheitsanforderungen der Fahrzeughersteller zu entsprechen und TÜV Abnahmen zu bestehen.

Verändert und gekürzt nach Wikipedia)

Zurzeit liegt der Wirkungsgrad bei der Wasserstoffherstellung, -speicherung und anschließender Rückverstromung je nach Betrachtung und Autor teilweise nur bei 20%. Batteriebetriebene Fahrzeuge haben einen besseren Wirkungsgrad.

Auch gibt es höchstens eine rudimentäre Tankstelleninfrastruktur.

Außerdem kann Wasserstoff sehr gut für chemische Reaktionen eingesetzt werden, z. B. für die Herstellung von synthetischen Kraftstoffen, weswegen es einen Wasserstoffmangel gibt.

Daher erscheint Wasserstoff mindestens für die nächsten zehn Jahre nicht als Kraftstoff verfügbar bzw. einsetzbar zu sein.

Die heute verfügbare Technologie mit einer zumindest teilweise vorhandenen Tankstelleninfrastruktur ist die Elektromobilität.

Es stellt sich außerdem die Frage, ob es eine sinnvolle Politik ist, eine Technologie gegen die Industrie, die heute ganz auf Elektromobilität setzt, in großem Stiel zu fördern? D. h. nicht, dass die Forschung und Entwicklung der Wasserstofftechnologie im Wissenschaftsmaßstab nicht erfolgen sollte.

Fazit: Wasserstoff ist ein zurzeit sehr knapper Stoff. Der Einsatz als Treibstoff jetzt und in naher Zukunft nur mit gewaltigen Investitionen und Anstrengungen möglich. Außerdem erscheint der Einsatz zur Herstellung von z. B. synthetischen Kraftstoffen sinnvoller. Trotzdem sollte weiter geforscht und entwickelt werden.