

Wasserstoffkreislauf

Das Deutsche Erdgasnetz ist flächendeckend vorhanden und für die Aufnahme von Wasserstoff geeignet, da vor der Umstellung auf Erdgas die deutschen Gasnetze mit „Stadtgas“ betrieben wurden, das bereits zu 51 % aus Wasserstoff bestand. Stadtgas in den öffentlichen Gasnetzen wurde in Europa erst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts aus ökonomischen Gründen durch Erdgas ersetzt. Laut Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) benötigt Deutschland im Jahr 2050 zum Ausgleich saisonaler Schwankungen bei Wind und Sonne Speicherkapazitäten von 30 Terawattstunden (TWh). Demgegenüber wurde die Speicherkapazität von Wasserstoff in den Erdgasspeichern im deutschen Erdgasnetz im April 2010 vom Fraunhofer-IWES mit über 200 TWh angegeben, was einem Verbrauch von mehreren Monaten entspricht. Demnach wäre die Kapazität des vorhandenen Erdgasnetzes ausreichend dimensioniert für eine sichere Vollversorgung mit Wasserstoff.

Die Problematik der alternativen Energiequellen ist deren Abhängigkeit von Umwelteinflüssen wie Wind oder Sonne, die Speicherung von überschüssig erzeugter Energie und das Abfangen von Verbrauchspeaks durch die Endverbraucher.



Überschüsse bei der Stromproduktion von alternativen Energiequellen können zur Produktion von Wasserstoff mittels Elektrolyse von Wasser verwendet werden (Power to Gas Technologie), der dann in das vorhandene Erdgasnetz eingespeist werden kann, das gleichzeitig zum Transport für den mit dem THP-Verfahren erzeugten Wasserstoff dient. Damit wäre die Problematik der Speicherung überschüssiger alternativ erzeugter Energie sofort und flächendeckend gelöst und eine gesicherte Grundversorgung gewährleistet.

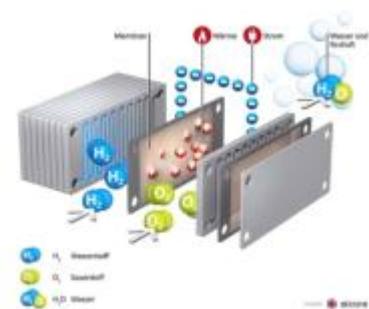
Brennstoffzellen haben bereits ihren Weg in den serienmäßigen Antrieb von PKW's, LKW's und Bussen gefunden. Der Toyota Mirai z.B. ist ein Elektrofahrzeug. Zum Laden der Fahrzeugbatterien wird eine Wasserstoff Brennstoffzelle eingesetzt, wodurch eine Reichweite dieses Mittelklassefahrzeugs von mehr als 500 km erreicht wird. Das Betanken dauert im Gegensatz zu einem reinen Elektrofahrzeug nur wenige Minuten. Die



Fahrzeughersteller Toyota, Nissan, Mercedes-Benz und Honda haben nach eigenen Angaben die Produktionskosten für wasserstoffgetriebene Fahrzeuge inzwischen drastisch reduziert. Der Toyota Mirai beispielsweise ist in Deutschland für knapp 80.000 € Listenpreis zu erwerben. Toyota produziert H₂ Autos in Kleinserie und setzt im großen Stil auf die Brennstoffzelle. Auch in Bussen wird die Wasserstofftechnik mit Verbrennungsmotoren erprobt. Wasserstoffbusse aus dem Jahr 2009 erreichten mit 35 kg Wasserstoff eine Reichweite von rund 250 km.

Die dezentrale Energieversorgung

Die effizienteste Verstromung von Wasserstoff findet in einer Wasserstoff-Brennstoffzelle statt. Die chemische Reaktion von Sauerstoff mit dem Wasserstoff zu Wasser liefert dabei Strom und Wärme. Beide Reaktionspartner werden über die Elektroden kontinuierlich zugeführt, so dass auch kontinuierlich Strom und Wärme produziert werden. Die Brennstoffzelle erzeugt also elektrische Energie direkt aus der Energie der zugeführten Gase und kann daher hohe Wirkungsgrade erreichen. Bei Brennstoffzellenheizungen liegt der Wirkungsgrad bezogen auf die erhaltene elektrische Energie bei 60 %. Durch die gleichzeitige Nutzung der Wärmeenergie wird der Gesamtwirkungsgrad einer Brennstoffzelle auf 95 % gesteigert.



Die dezentrale Erzeugung von Strom und Wärme in Privathaushalten mit Wasserstoff mittels Brennstoffzellen könnte die elektrische Grundversorgung und Wärmeproduktion flächendeckend übernehmen. Brennstoffzellenheizungen sind derzeit in der Anschaffung deutlich teuer als herkömmliche Heizanlagen. Ihr Einbau wird aber in Deutschland und in Japan staatlich subventioniert und in der EU gefördert. Die Betriebskosten sind aufgrund der guten Energieeffizienz und der möglichen Erlöse beim Einspeisen ins Netz vergleichsweise gering. Brennstoffzellenheizungen werden vor allem in Japan verwendet. Dort wurden aufgrund der langjährigen Subventionen bis zum April 2019 etwa 305.000

solcher Systeme installiert. Gemessen an der Zahl der eingesetzten Systeme ist die Brennstoffzellenheizung daher seit einigen Jahren die bedeutendste Anwendung von Brennstoffzellen. Diese ökonomische Betrachtung wird durch die Einführung der CO₂-Steuer deutlich verbessert, wenn nicht sogar umgekehrt.

H₂ der Energieträger der Zukunft

1. Wasserstoff kann in beliebiger Menge produziert werden. Die dazu notwendige Technik ist seit mehr als 100 Jahren bekannt und bestens getestet.
2. Bei der Verstromung von Wasserstoff entsteht nur Wasser als Abgasprodukt. Die Emission von CO₂, NO_x und Feinstaub wird komplett vermieden. Insbesondere die Umweltbelastung in Ballungszentren würde dadurch extrem reduziert.
3. Durch den Einsatz einer TCA-Anlage wird bei der Wasserstoffproduktion kein CO₂ mehr in die Atmosphäre abgegeben.
4. Die Produktion von Wasserstoff mit autothermen Reformern ist
 - klimaneutral, wenn fossile Brennstoffe benutzt werden oder
 - klimapositiv, wenn Biomasse als Brennstoff benutzt werden (CO₂ wird aus der Atmosphäre entzogen, der Treibhauseffekt wird umgekehrt).
5. Das abgeschiedene CO₂ kann als Ersatz für Erdölprodukte verwendet werden oder aber in geeigneten Speichern (aufgebrauchte Erdgasvorkommen etc.) gelagert werden. Der Schwerpunkt von Fördermaßnahmen auf die Verwertung von CO₂ als Rohstoff für neue Produkte gelegt werden.
6. Die flächendeckende Versorgung mit Wasserstoff ist durch das bestehende Erdgasnetz gewährleistet und muss nicht neu aufgebaut werden. Wasserstoff kann aufgrund der Speicherkapazität des Netzes kontinuierlich erzeugt und eingespeist werden und steht so auch bei schwankendem Verbrauch kontinuierlich zur Verfügung. Insbesondere können so energetische Schwankungen der alternativen Energiequellen durch Umwelteinflüsse kompensiert werden.

7. Alternative Energiequellen können in Zeiten von Überkapazitäten Wasserstoff mittels Elektrolyse herstellen und in das vorhandene Erdgasnetz einspeichern. Damit wäre das Speicherproblem der alternativen Energiequellen gelöst.
8. Durch die dezentrale Energie und Wärmeproduktion in Haushalten und Betrieben mittels Brennstoffzellen wird eine flächendeckende elektrische Grundversorgung erreicht ohne einen Neuausbau des elektrischen Verteilernetzes.
9. Elektrische Verbrauchsschwankungen und -spitzen werden durch zentrale Brennstoffzellen-Kraftwerke abgefangen, die Wasserstoff als Brennstoff benutzen.
10. Durch den Einsatz von Brennstoffzellen zum direkten Betrieb im Fahrzeug oder zum Nachladen von Batterien von Elektroautos entsteht weder CO₂, noch NO_x oder Feinstaub. Insbesondere die Umweltbelastung in Ballungszentren würde dadurch extrem reduziert.