

## Wasserstoff als Energiespeicher

Wasserstoff ist ein Gas, das aus zweiatomigen Molekülen ( $H_2$ ) besteht. Wasserstoff-Moleküle sind im Vergleich zu den meisten Wasserstoffverbindungen - besonders im Vergleich zu Wasser ( $H_2O$ ) - energiereich. Verbindet sich Wasserstoff mit anderen Elementen, wird (meistens) Energie frei. Diese Energiedifferenz macht es möglich, Wasserstoff zur Speicherung von Energie einzusetzen. Am Beispiel von Wasser lässt sich dies so veranschaulichen:



Die Freisetzung von Energie bei der Bildung von Wasserstoffverbindungen ist auch die Ursache dafür, dass molekularer Wasserstoff (also  $H$  statt  $H_2$ ) in der Natur nur in minimalen Konzentrationen vorkommt. Er ist deshalb kein Primärenergieträger wie Kohle, Erdgas oder Erdöl, sondern - wie elektrischer Strom - ein Sekundärenergieträger, der in Umwandlungsprozessen aus wasserstoffhaltigen Verbindungen gewonnen werden muss.

Wasserstoff ist insbesondere in der chemischen Industrie Ausgangsstoff für vielerlei Produkte. In Zukunft soll Wasserstoff vermehrt Kohle (genauer Koks) ersetzen, z.B. bei der Stahlerzeugung. Aus Kostengründen wird Wasserstoff heutzutage durch thermische Abspaltung aus Erdgas (Methan  $CH_4$ ) hergestellt. Dabei wird  $CO_2$  frei. Um diese Umweltproblematik zu entschärfen, müsste dieses freigesetzte  $CO_2$  endgelagert werden (Stichwort: CCS). Vorteilhafter in Bezug auf den  $CO_2$ -Ausstoß (Stichwort: Treibhauseffekt) ist die Wasserstoffgewinnung durch den Einsatz von elektrischem Strom aus erneuerbaren Energiequellen.

Das Standardverfahren zur Wasserstofferzeugung durch Strom ist die Wasser-Elektrolyse. Wasser wird in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt und so die elektrische Energie in chemische Energie umgewandelt. Allerdings entstehen bei diesem Prozess unvermeidlich Verluste von etwa 35 % in Form von Wärme, sofern diese nicht zu anderen Zwecken genutzt werden kann.



Die im Wasserstoff gebundene Energie kann durch Verbrennung in Motoren oder Turbinen oder durch Rückwandlung in Brennstoffzellen wieder nutzbar gemacht werden.

Beim Einsatz in Brennstoffzellen wird unmittelbar elektrischer Strom erzeugt (Umkehrung der Elektrolyse). Als weitere Produkte entstehen Wasser und wiederum Wärme - in der Regel als Wasserdampf - jedoch keine Schadstoffe.



Trotz der Umwandlungsverluste - in der Summe beider Wandlungsschritte etwa 50% - kann diese Form der Energiespeicherung in vielen Fällen sinnvoll sein: Die Entkopplung von Erzeugung und Nutzung schafft für erneuerbare Energiequellen wie Sonne und Wind bessere Möglichkeiten zur Integration in die bestehenden Energieversorgungsstrukturen.

Bei der stationären Nutzung von Wasserstoff kann ein großer Teil der (Ab-) Wärme in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen genutzt werden. Auch bei der Elektrolyse ist eine Nutzung der Abwärme im Prinzip möglich, technisch jedoch noch nicht erprobt.

Wasserstoff besitzt eine hohe massebezogene Energiedichte:

- 1 kg enthält fast soviel Energie wie 3 kg Benzin (33,33 kWh/kg Wasserstoff).

Jedoch ist Wasserstoff ein leichtes Gas. Daher ist seine volumenbezogene Energiedichte sehr gering:

- Rund 12 Kubikmeter unverdichteter Wasserstoff enthalten gerade die gleiche Menge nutzbarer Energie wie 1 Liter Benzin.

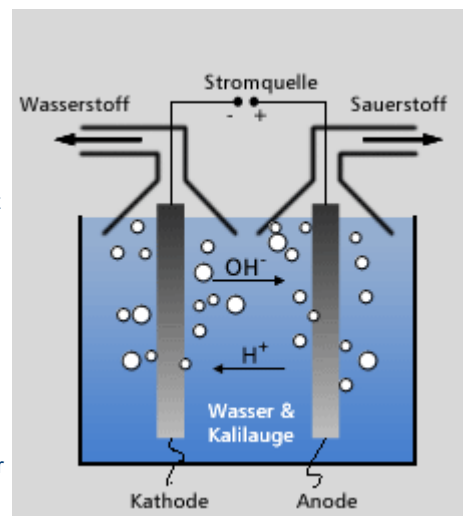
Durch Kompression oder Verflüssigung von Wasserstoff oder in Form von Metallhydriden können Energiedichten in der Größenordnung von Benzin erreicht werden:

- 1 Liter flüssiger Wasserstoff entspricht rund 0,27 Liter Benzin

Jedoch sind Speicherbehälter für Wasserstoff weitaus schwerer als Tank für Benzin oder Diesel.

Wasserstoff besitzt gegenüber herkömmlichen Formen der Speicherung von elektrischem Strom (z.B. in Batterien oder Pumpspeichern) klare Vorteile:

- Speichervolumina in Größenordnungen von Gramm bis mehrere tausend Tonnen sind möglich;
- verschiedene Möglichkeiten zur (verlustfreien) Speicherung (Druckwasserstoff, flüssiger Wasserstoff, Bindung in



Metallhydriden) auch über lange Zeiträume können bedarfsgerecht gewählt werden;

Auch bei Verteilung des Wasserstoffs gibt es Optionen: Der Transport per Pipeline und mit LKW findet schon heute täglich statt, in Zukunft können auch Schiffe eingesetzt werden.

Wasserstoff ist multifunktional und dient nicht nur als stationärer Stromspeicher, sondern unter anderem auch als Kraftstoff für Pkw und Busse.

Quelle: planet-energie.de

#### Aufgaben:

1. Beschreibe die CCS-Technologie. Geh auch auf Vor- und Nachteile ein. (handschriftlicher Aufsatz etwa eine DIN A4-Seite).
2. Weshalb wird Wasserstoff meist als unter hohem Druck stehendes Gas gespeichert und nicht flüssig?
3. Elektrolyseure in großtechnischem Maßstab befinden sich in der Entwicklung. Informiere Dich über den aktuellen Stand (handschriftlicher Aufsatz über eine halbe Seite).
4. Gib in Stichworten Vor- und Nachteile der geplanten Wasserstoffwirtschaft an. (Nutze auch weitere Informationsquellen.)