

Wasserstoff | H₂

Die ökonomischen, ökologischen, sozialen und gesundheitlichen Folgen von Klimawandel und Umweltbelastung durch Schadstoffe stellen eine ernsthafte Bedrohung unserer Lebensqualität dar. Eine nachhaltige Lösung bieten Energiewende und Wasserstoffwirtschaft mit der kompletten Dekarbonisierung unseres Energiesystems durch den vollständigen Ersatz der derzeit vorherrschenden fossilen Energieträger durch grünen Strom und grünen Wasserstoff. Die Energiewende zur nachhaltigen Stromerzeugung und zur Wasserstoffwirtschaft stellt die nächste große industrielle Revolution dar, die nicht nur die Aussicht auf eine gesunde und lebenswerte Umwelt für spätere Generationen bietet, sondern auch die wirtschaftliche Chance auf innovatives Know-how und Technologieführerschaft.

Wasserstoff ist vielseitig einsetzbar. Neben den bereits etablierten und unten näher beschriebenen Anwendungsfeldern in der Industrie und in der Energiewirtschaft, kann Wasserstoff auch als Treibstoff für stationäre Brennstoffzellen für Stromerzeugung oder für mobile Systeme in Fahrzeugen verwendet werden. Der Gesamtwirkungsgrad von der Energiegewinnung bis zur Traktion auf der Straße ist in etwa doppelt so groß wie bei Benzinfahrzeugen. Die Stärke der Brennstoffzellentechnologie liegt in hohen Reichweiten, schnelle Betankungszeiten von drei bis fünf Minuten, lokale Emissionsfreiheit und der Entkopplung von Stromproduktion und Bedarf. Für den öffentlichen Verkehr, Schwerverkehr, Schifffahrt und Züge ist die Brennstoffzelle die Technologie der Zukunft. Bei den PKWs werden sich batterieelektrische Fahrzeuge und elektrische Fahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb zukünftig ergänzen.

Wasserstoff kann in Verbrennungskraftmaschinen weitgehend schadstofffrei verbrannt werden, es entstehen weder Kohlenmonoxid, Kohlendioxid noch Kohlenwasserstoffe, die Emission von Stickoxiden kann geringgehalten werden. Nutzt man Wasserstoff in einer Brennstoffzelle, liefert er in einer „kalten Verbrennung“ elektrische Energie ohne die Abgabe von Schadstoffen oder Lärm. Um Wasserstoff als Energieträger zur Stromerzeugung in Brennstoffzellen oder als Fahrzeugantrieb in Brennstoffzellen oder in Verbrennungskraftmaschinen industriell nutzbar zu machen, sind jedoch noch eine Reihe wirtschaftlicher und technischer Fragen zu lösen.

Eigenschaften

Wasserstoff ist ein farbloses, geruchloses und untoxisches Gas. Es ist das Element mit der geringsten Dichte, daher diffundiert Wasserstoff leicht durch poröse Trennwände, aber auch durch Metalle wie Platin. In der Regel kommt Wasserstoff in einer zweiatomigen Molekülform vor (H₂). Wasserstoffatome kommen in gebundener Form in zahlreichen Verbindungen vor, z.B. in Wasser oder in organischen Verbindungen wie Kohlenwasserstoffen (Methan, Ethan, Benzol), Alkoholen (Methanol, Ethanol), Aldehyden, Säuren, Fetten, Kohlenhydraten und Eiweißen. Wasserstoffatome sind im menschlichen Körper sehr häufig vertreten und an vielen wichtigen Stoffwechselprozessen wie der Verdauung beteiligt.

Wie bei jedem anderen entzündbaren Gas kann Wasserstoff zur Gefahr werden, wenn es mit einem Oxidationsmittel in einem bestimmten Mischungsverhältnis vorliegt und mit einer Zündquelle am selben Ort zusammentrifft. Werden diese drei Faktoren voneinander getrennt besteht keine Gefahr.

HyCentA Research GmbH

Innfeldgasse 15 • A-8010 Graz • www.hycenta.at • E-Mail office@hycenta.at • Phone +43.316.873 9500
LG f. ZRS Graz FN 261250 t • UID-Nr.: ATU 61609646 • IBAN AT53 5800 0215 9176 9011 • BIC HYPVAT2B

Damit ist Wasserstoff aus technischer Sicht vergleichbar sicher in der Anwendung wie Benzin, Diesel oder elektrische Energie in Batterien. Wasserstoff wird seit Jahrzehnten großtechnisch eingesetzt. Der Umgang mit Wasserstoff und dem damit zusammenhängenden Sicherheitsrisiko ist bestens erprobt. Solange der Stand der Technik eingesetzt und bekannte Sicherheitsmaßnahmen eingehalten werden, kann das Restrisiko auf ein Minimum reduziert werden.

Herstellung und Nutzung

Zur Herstellung von Wasserstoff sind eine Reihe von Verfahren im Einsatz. Da Wasserstoff in der Natur nur in gebundener Form vorkommt, ist zu seiner Gewinnung der Einsatz von Primärenergie erforderlich. Weltweit werden derzeit etwa 600 Mrd. Nm³ (Normkubikmeter) Wasserstoff pro Jahr erzeugt und verbraucht. Dies entspricht ungefähr 1 Prozent des globalen Gesamtenergieverbrauchs oder 6 Exajoule. Knapp 40 Prozent davon fallen als Nebenprodukt bei Industrieprozessen, wie beispielsweise der Chlor-Alkali-Elektrolyse, an. Die restlichen 60 Prozent werden eigens erzeugt, wobei hiervon 95 Prozent aus Kohlenwasserstoff und die restlichen 5 Prozent aus Strom erfolgt.

Der weitaus größte Teil des erzeugten Wasserstoffs stammt aus fossilen Energiequellen, aus der katalytischen Dampfspaltung von Methan (Erdgasreformierung), der partiellen Oxidation von Schweröl (Diesel) oder der Vergasung von Kohle. Bei diesen auf kohlenstoffhaltigen Ausgangskomponenten basierenden Herstellungsverfahren entsteht CO₂. Die Herstellung von Wasserstoff durch Elektrolyse von Wasser, das mit Natronlauge oder Schwefelsäure elektrisch leitfähig gemacht wurde, erlaubt bei Nutzung von Wind-, Wasser- oder Sonnenenergie eine regenerierbare emissionsfreie Energiekette. Ebenso emissionsfrei aber teuer lässt sich Wasserstoff aus einer Reihe chemischer Reaktionen mit Wasser gewinnen, etwa aus der Reaktion von Alkalimetallen und Wasser. Weitere Herstellungsverfahren befinden sich im Forschungs- und Entwicklungsstadium, wie die autotherme Reformierung, das Kværner-Verfahren, die Vergasung von Biomasse oder organischen Abfällen sowie die Hochdruckelektrolyse. Ebenfalls erforscht werden Verfahren zur Wasserstoffgewinnung durch biologische Prozesse.

Die Hälfte des erzeugten Wasserstoffs wird im Haber-Bosch-Verfahren zur Herstellung von Ammoniak verwendet, welcher als Ausgangsstoff für Stickstoffdünger gebraucht wird. Wiederum die Hälfte des verbleibenden Wasserstoffs wird in Raffinerieprozessen zur Verarbeitung von Erdöl eingesetzt, wie beispielsweise für Hydrorefining und Hydrocracking. Der verbleibende Wasserstoff findet Anwendung in der Halbleiterindustrie, der analytischen und Lebensmittelchemie, der Wasseraufbereitung und in der Metallurgie. Die Verwendung von Wasserstoff in der Energiewirtschaft und Verkehrstechnik machen bisher nur einen geringen Teil der weltweiten Nutzung aus.

Speicherung

Wasserstoff ist ein chemischer Energiespeicher. Vor allem bei erneuerbaren Energiequellen kann die erzeugte Energie oft nicht direkt genutzt werden. Deshalb muss bei der vermehrten Nutzung von umweltfreundlichen erneuerbaren Energieträgern die Energie zwischengespeichert werden. Wasserstoff ermöglicht die Speicherung von ansonsten ungenutzter Energie und kann bei vermehrtem Strombedarf wieder rückverstromt oder als Energiequelle für Fahrzeuge verwendet werden. Wird der

Wasserstoff mit Elektrolyse hergestellt, müssen die Emissionen aus der Stromerzeugung berücksichtigt werden. Wasserstoff aus erneuerbaren Energiequellen ist vollständig emissionsfrei.

Aufgrund der geringen Dichte des Wasserstoffs stellt die Speicherung bei ausreichender Energiedichte technische und wirtschaftliche Herausforderungen dar. Üblich sind Verfahren wie die Speicherung von verdichtetem gasförmigen Wasserstoff, tiefkalt flüssigem Wasserstoff und die Speicherung von Wasserstoff in chemischen oder physikalischen Verbindungen. Gasförmiger Wasserstoff wird auf Drücke von 200 bar bis 900 bar hoch verdichtet und als CGH₂ (compressed gaseous hydrogen) in Druckbehältern gespeichert. Es gibt vier Arten von Druckbehältern, die von einfachen Stahlflaschen bis hin zu Vollverbundflaschen reichen. Zusätzlich kann Wasserstoff auch ins Erdgasnetz eingespeichert werden und damit auch in großen Mengen gespeichert und über Pipelines transportiert werden. In Österreich können schon heute bis zu 4 Vol-Prozent Wasserstoff im Erdgasnetz eingespeist werden.

Um höhere Energiedichten zu erreichen, wird Wasserstoff verflüssigt und als LH₂ (liquid hydrogen) tiefkalt gelagert. Da die Kondensation von Wasserstoff bei Umgebungsdruck erst bei -252,85 Grad Celsius eintritt, ist der Aufwand für die Verflüssigung hoch und muss energetisch optimiert werden.

Weiterführende Informationen zum Element Wasserstoff finden sich auch unter www.hycenta.at/wasserstoff.