



Wasserstoff — Antrieb für die Zukunft?

Kaum ein Energieträger wird derzeit so intensiv diskutiert wie Wasserstoff. Manche sehen in ihm den Schlüssel zur Dekarbonisierung und Ingenieure arbeiten an der Serienreife neuer Fahrzeuge. Doch wie funktioniert ein Wasserstoffantrieb technisch, wie wird klimafreundlicher, also „grüner“ oder „erneuerbarer“ Wasserstoff gewonnen — und welche Rolle spielt die Technik bereits heute in der Praxis?

Wie funktioniert ein Wasserstoffantrieb?

Grundsätzlich werden zwei Antriebskonzepte unterschieden: die direkte Verbrennung von Wasserstoff im Motor und der Betrieb einer Brennstoffzelle. Während die Wasserstoff-Verbrennung eine technologische Kontinuität zu konventionellen Antrieben aufweist, gilt die Brennstoffzelle als eigentliche Zukunftstechnologie.

Eine Brennstoffzelle wandelt **chemische Energie** direkt in elektrische Energie um. Herzstück ist die sogenannte Protonen-Austausch-Membran (PEM). Der Prozess beginnt, wenn Wasserstoff (H_2) an der Anode in Protonen (H^+) und Elektronen (e^-) zerlegt wird. Die Protonen diffundieren durch die Membran, während die Elektronen einen äußeren Stromkreis durchlaufen und dabei elektrische Energie erzeugen. An der Kathode treffen Protonen und Elektronen wieder aufeinander und reagieren mit Sauerstoff (O_2) aus der Umgebungsluft zu Wasser (H_2O).

Das Ergebnis: elektrische Energie für den Antrieb von **Elektromotoren**. Abwärme, die sich technisch nutzen lässt. Und — als Emission — reines Wasser. Der Wirkungsgrad moderner Brennstoffzellen liegt bei etwa 50 bis 60 %,

in Kombination mit Rekuperation und elektrischen Speichersystemen sogar höher. Damit ist die Technologie effizienter als klassische Verbrennungsmotoren.

Wie wird grüner Wasserstoff hergestellt?

Die Treibhausgasbilanz der Antriebe hängt entscheidend davon ab, wie der Wasserstoff erzeugt wird. Noch stammt ein Großteil weltweit aus fossilen Quellen: Bei der Dampfreformierung von Erdgas entsteht sogenannter „grauer“ Wasserstoff. Wird das entstehende Kohlendioxid abgeschieden und gespeichert, spricht man von „blauem“ Wasserstoff. Klimaneutral ist jedoch nur der „grüne“ beziehungsweise „erneuerbare“ Wasserstoff, der per Elektrolyse erzeugt wird.

Entscheidend für die Klimabilanz hingegen ist dann die Herkunft des eingesetzten Stroms. Wird die Elektrolyse mit Kohlestrom betrieben, ist der gewonnene Wasserstoff alles andere als umweltfreundlich. Kommt der Strom jedoch aus **erneuerbaren Quellen** wie Windparks oder Photovoltaikanlagen, spricht man von „grünem Wasserstoff“. In diesem Fall ist der Energieträger nahezu klimaneutral und ermöglicht eine Abkehr von fossilen Ressourcen.

Ein weiterer Vorteil: Die Elektrolyse wirkt wie ein **Puffer für das Energiesystem**. Wind- und Solaranlagen produzieren häufig mehr Strom, als das Netz gerade aufnehmen kann. Statt diese Überschüsse ungenutzt abregeln zu müssen, können sie in Wasserstoff umgewandelt und gespeichert werden. Auf diese Weise kann Wasserstoff als eine Art **chemische Batterie** fungieren: Energie wird in Form von Molekülen konserviert und kann später wieder genutzt werden.

Damit schlägt die Elektrolyse zwei Fliegen mit einer Klappe: Sie schafft einerseits einen klimaneutralen Treibstoff für Verkehr und Industrie, andererseits stabilisiert sie das Stromnetz und trägt dazu bei, die schwankende Einspeisung erneuerbarer Energien auszugleichen.

Einsatzfelder von Wasserstoffantrieben

Im Verkehrssektor zeigt Wasserstoff seine Stärken vor allem dort, wo batterieelektrische Lösungen an

Grenzen stoßen: im Schwerlastverkehr sowie bei hohen Reichweiten und Nutzlastanforderungen. Auch dort, wo keine ausreichende Netzkapazität für den Aufbau großer Ladedepots vorhanden ist, kann Wasserstoff schon heute eine praktikable Alternative darstellen, da er unabhängig von bestehenden Stromnetzen transportiert und vor Ort genutzt werden kann.

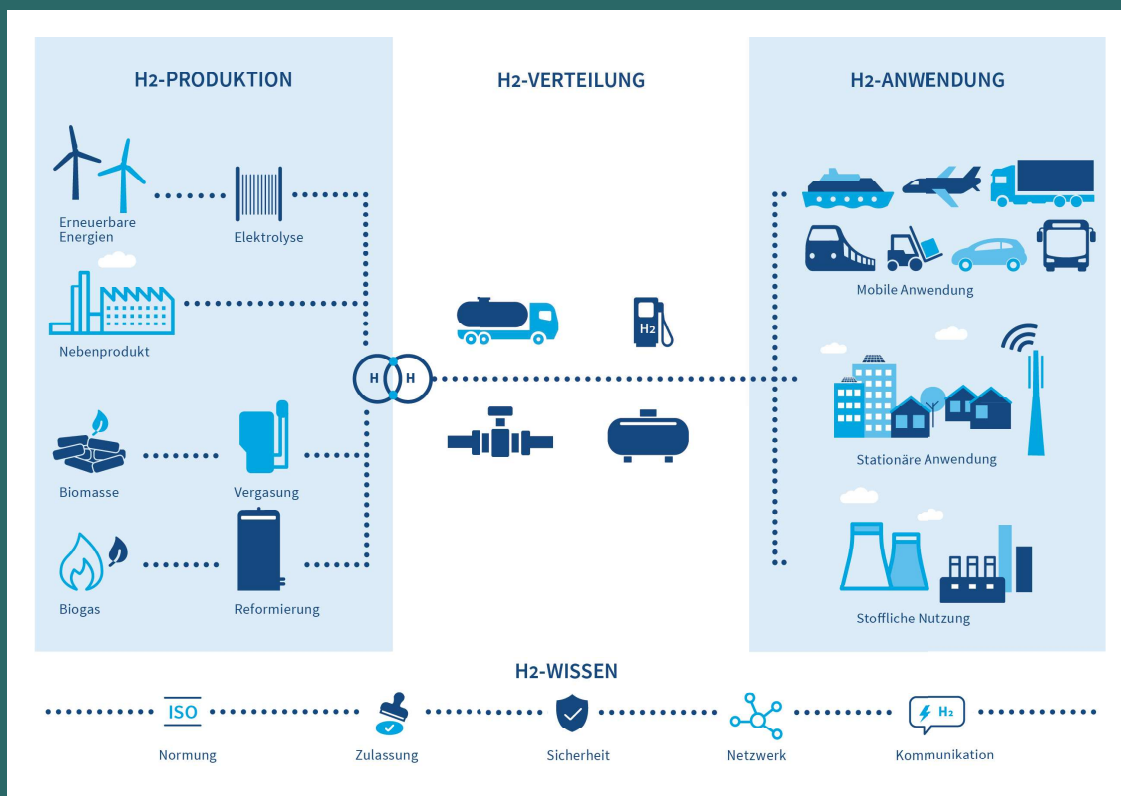
Fazit: Ein Energieträger mit Potenzial

Der Wasserstoffantrieb ist technisch anspruchsvoll und wirtschaftlich noch nicht in der Breite konkurrenzfähig. Doch gerade im **Verkehrssektor** bietet er Antworten auf zentrale Herausforderungen der Energiewende: die Dekarbonisierung von Schwerlasttransporten, dem Fernverkehr von Bussen und Lkw sowie Anwendungen im Schiffs- und Bahnverkehr. Damit sich diese Technologie durchsetzen kann, braucht es nicht nur technologische Weiterentwicklungen, sondern vor allem massive Investitionen in Tankstelleninfrastruktur, zuverlässige

Wasserstoff: Technologie auf einen Blick

Im Mittelpunkt einer Brennstoffzelle steht die sogenannte Protonen-Austausch-Membran. Sie sorgt dafür, dass Wasserstoff und Sauerstoff gezielt miteinander reagieren. Der Vorgang läuft in mehreren Schritten ab: Der Wasserstoff wird aufgespalten. Ein Teil wandert durch die Membran, der andere Teil liefert über einen äußeren Stromkreis elektrische Energie — und genau dieser Strom treibt den Motor an.

Am Ende treffen Wasserstoff und Sauerstoff wieder aufeinander. Sie verbinden sich und es entsteht als einziges „Abgas“ Wasser, das in Form von Dampf austritt. Der gesamte Prozess läuft leise, sauber und zuverlässig ab.



Quelle: www.emcel.com CC-BY-SA



Versorgungsketten für grünen Wasserstoff und klare politische Leitplanken. Klar ist: Ohne Wasserstoff werden die ambitionierten Klimaziele im Verkehr kaum zu erreichen sein — insbesondere dort, wo Batterielösungen an Reichweiten-, Ladeinfrastruktur- oder Gewichtslimits stoßen.

Lena Maier

Lena Maier ist Ingenieurin und Teamleiterin bei der EMCEL GmbH und beschäftigt sich mit der Dekarbonisierung des Verkehrssektors. Seit 2019 begleitet Sie das Projekt HyWheels als Expertin für Energietechnik und Wasserstoffmobilität im Schwerlastverkehr.

Kontakt:
Am Wassermann 28a
50829 Köln
+49 (0) 221 29 26 95-222
lena.maier@emcel.com
<https://emcel.com/de/>



EMCEL