

Die Wasserstofffarbpalette

Grüner Wasserstoff als Schlüssel für eine erfolgreiche Energiewende

Er ist das kleinste und leichteste chemische Element, aber einer der größten Hoffnungsträger auf dem Weg in Richtung Klimaneutralität: Wasserstoff (H_2). Welche Hindernisse stehen einer Wasserstoffwirtschaft im Wege? Und was bedeuten die vielen Farben – von grün über blau bis türkis?

Wasserstoff hat eine Menge Vorzüge: Er kann sowohl als Energieträger als auch als Grundstoff verwendet werden. Er ist geruchslos und ungiftig, besitzt – auf die Masse bezogen – eine hohe Energiedichte, lässt sich gut transportieren und speichern – und bei seiner Verbrennung entsteht statt CO_2 nur Wasserdampf. All das macht ihn zum Hoffnungsträger für die klimaneutrale Transformation. Doch diesen vielen Vorteilen steht ein großer Nachteil entgegen: H_2 in Reinform kommt in der Natur kaum vor. Das bedeutet, er muss unter Energieeinsatz aus chemischen Verbindungen gewonnen werden. Die Verfahren, mit denen diese Gewinnung erfolgt, werden durch Farben gekennzeichnet.

Grün, blau, türkis, gelb, grau, violett – die Wasserstofffarbpalette und ihre Bedeutung

Grüner Wasserstoff

Über eines sind sich Wissenschaftler und -innen, Unternehmen, Politikerinnen und Politiker einig: In absehbarer Zukunft darf es im H_2 -Farbkasten nur noch eine Farbe geben: Grün. Denn grüner Wasserstoff wird mithilfe erneuerbarer Energien – und damit CO_2 -neutral – hergestellt. Künftig sollen große Elektrolyseanlagen mithilfe von erneuerbarem Strom Wasser (H_2O) in seine Bestandteile Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) aufspalten. Der Wasserstoff wird dann über Pipelines weitergeleitet, um Industrieanlagen oder den Mobilitätssektor (ÖPNV, Güterverkehr, Schiffs- oder Flugverkehr) mit Energie zu versorgen oder um stofflich genutzt zu werden.

Insbesondere für die Industrie birgt Wasserstoff große Potenziale. Industrieunternehmen stehen dabei aktuell vor der Herausforderung, ihre Anlagen für die Verwendung von Wasserstoff als Rohstoff oder Energieträger umzurüsten. Doch „grüner“ erneuerbarer Strom zur Erzeugung von Wasserstoff steht noch nicht in ausreichender Menge zur Verfügung. Außerdem müssen in großem Rahmen Elektrolyseanlagen gebaut werden.

Derzeit wird neben der etablierten alkalischen Elektrolyse mehr und mehr auch die PEM-Elektrolyse in den großskaligen Einsatz gebracht. Sie eignet sich besonders gut für den Betrieb mit Strom aus erneuerbaren Energie-

quellen. Im Juli 2021 ging auf dem Gelände der Shell Rheinland Raffinerie im nordrhein-westfälischen Wesseling bei Köln Europas größte PEM-Wasserstoff-Elektrolyseanlage in Betrieb. Doch von einer flächendeckenden Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff ist Deutschland noch weit entfernt. Da die Unternehmen nicht mit der Umrüstung ihrer Anlagen auf Wasserstoffeinsatz warten können, ist derzeit davon auszugehen, dass für eine gewisse Zeit Übergangstechnologien zur H_2 -Erzeugung genutzt werden müssen.

Grauer Wasserstoff

Aktuell wird ein Großteil des benötigten Wasserstoffs durch die sog. Dampfreformierung von Erdgas gewonnen. Dabei entsteht jedoch als Nebenprodukt das klimaschädliche Kohlenstoffdioxid (CO_2). Daher ist diese „graue“ Technologie im Sinne der Klimaneutralität keine zukunfts-trächtige Option.

Blauer Wasserstoff

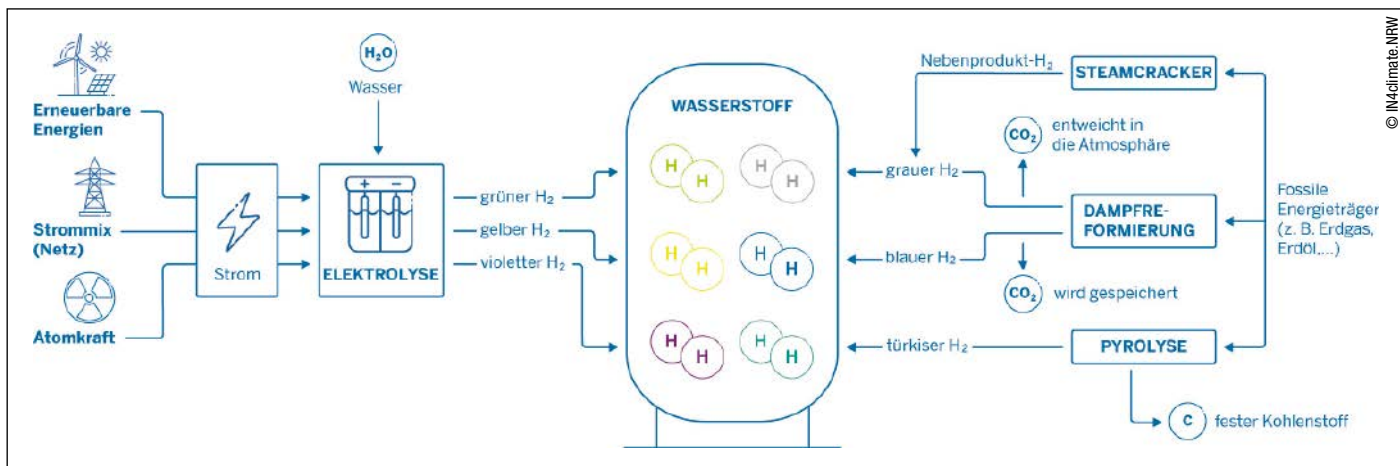
Ebenfalls auf Dampfreformierung von Erdgas beruht die Erzeugung von blauem Wasserstoff. Dabei wird jedoch das CO_2 abgeschieden und langfristig gespeichert. Dieses Verfahren nennt man „Carbon Capture and Storage“ (CCS). Alternativ dazu kann das CO_2 auch in anderen Industriezweigen als Grundstoff dienen („Carbon Capture and Utilization“ – CCU).

Türkiser Wasserstoff

Erdgas ist auch die Basis für türkisen Wasserstoff. Allerdings kommt statt der Dampfreformierung die Pyrolyse zur Anwendung. Bei diesem Verfahren wird, vereinfacht gesagt, das im Erdgas enthaltene Methan unter Abwesenheit von Sauerstoff erhitzt. Dabei entsteht statt CO_2 fester Kohlenstoff, der problemlos gespeichert oder vielfältig genutzt werden kann. Allerdings kann diese Technologie (noch) nicht großskalig umgesetzt werden.

Violetter und gelber Wasserstoff

Wie beim grünen Wasserstoff wird auch bei diesen beiden Varianten H_2 durch Wasserelektrolyse mithilfe von Strom hergestellt. Beim gelben Was-



Die Quellen und Farben des Wasserstoffs.

serstoff geschieht dieses durch einen Strommix, beim violetten^[1] ausschließlich durch Atomstrom. Da Deutschland bis Ende 2022 vollständig aus der Atomverstromung aussteigt, hat dieses Verfahren für die inländische H_2 -Erzeugung keine Relevanz.

Weitere Wasserstofffarben

Neben den sechs genannten kommen aktuell immer noch neue Wasserstofffarben in die Diskussion – wie brauner aus der Vergasung von Kohle oder weißer als Nebenprodukt aus Chemieanlagen. Hierzulande hat möglicherweise oranger Wasserstoff Zukunftspotenzial. Er wird aus Biomasse oder übergangsweise mit Strom aus Müllheizkraftwerken gewonnen. Die immer weiterwachsende Anzahl von Wasserstofffarben, führt jedoch auch zu einer geringeren Trennschärfe zwischen den einzelnen Bezeichnungen. Für die Beurteilung im Sinne des Klimaschutzes sollte daher immer genau betrachtet werden, ob der entsprechende Erzeugungspfad auf fossile oder erneuerbare Energien setzt, ob Treibhausgase entstehen und wie mit diesen umgegangen wird.

Speicherung und Transport von Wasserstoff

Einmal hergestellt, muss der Wasserstoff bis zu seiner Verwendung gespeichert werden. Dazu gibt es mehrere Möglichkeiten: Entweder wird er in seiner Reinform unter Druck als Gas gelagert. Alternativ dazu kann er durch Kühlung auf mindestens $-253\text{ }^\circ\text{C}$ verflüssigt werden. Dann hat er eine höhere Dichte und benötigt weniger Speicherraum, wodurch der höhere Energieaufwand für die Kühlung zum Teil relativiert wird. Als Speicherräume eignen sich Kavernen – natürliche oder künstlich geschaffene unterirdische Hohlräume – oder Röhrenspeicher, die jedoch deutlich kleinere Mengen fassen. Soll Wasserstoff zum breit eingesetzten Energieträger werden, müssen in absehbarer Zeit Speicherstätten mit hohen Kapazitäten geschaffen werden.

Gleiches gilt für die Transportnetze. Neben neuen H_2 -Pipelines kann auch das bestehende Gasnetz, das im Zuge der verringerten Erdgasnutzung nicht mehr gebraucht wird, genutzt werden. Zusätzlich ist auch der Transport auf Schienen, Straßen oder Schiffahrtswegen möglich – unter Hochdruck, in flüssiger oder chemisch gebundener Form.

All diese Herausforderungen bei der Herstellung, der Speicherung und dem Transport zeigen, wie komplex und aufwändig die Verwendung von Wasserstoff als Energieträger ist. Daher soll Wasserstoff ausschließlich dort eingesetzt werden, wo elektrische Anwendungen an ihre Grenzen stoßen. Das bedeutet: vorrangig in industriellen Prozessen. Weiterhin kommt der Einsatz im Flug- und Schiffsverkehr sowie bei Schwerlasttransporten an Land in Frage. In der energieintensiven Grundstoffindustrie wird Klimaneutralität z.B. nicht ohne die direkte und indirekte Nutzung von Wasserstoff möglich sein.

Der Autor

Dr. Stefan Herrig, Projektmanager Industrie und Produktion, NRW.Energy4Climate

^[1] Violett ist die gebräuchlichste Farbkennzeichnung für Wasserstoff, der mit Atomstrom hergestellt wird. In manchen Quellen wird dieser auch als gelber oder roter Wasserstoff bezeichnet.

Kontakt

NRW.Energy4Climate,
Zweigniederlassung Gelsenkirchen
Sandra Norton · Tel.: +49 209 408599 - 24
sandra.norton@energy4climate.nrw
www.energy4climate.nrw

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:

<https://dx.doi.org/10.1002/citp.202201028>

DICHTUNGSTECHNIK
PREMIUM-QUALITÄT SEIT 1867



COG SETZT ZEICHEN:
Brillante Ringe für alle Herausforderungen.



Präzisions-O-Ringe für unterschiedlichste Industriebereiche und höchste Ansprüche.

Zu einem brillanten Jubiläum gratulieren wir dem ganzen Team der CIT Plus!

www.COG.de