

Facetten der Wasserstoffwirtschaft

Farbenfroher Wasserstoff und Ammoniak als Zwischenspeicher

Bild: j-mel -
stock.adobe.com

Wasserstoff gilt als „Wundermittel“ im Kampf gegen den Klimawandel und soll als ein wichtiger Energieträger dazu beitragen, dass Deutschland seine Klimaziele erreicht. Speziell „grüner“ Wasserstoff, der aus erneuerbaren Energien wie Solar oder Wind gewonnen wird, soll energieintensive Anwendungen klimaneutral machen. Doch Wasserstoff hat noch viel mehr Farben zu bieten, die alle eine besondere Bedeutung haben. Sie stehen für die jeweilige Umwelt- und Klimaverträglichkeit anhand der Herstellungsweise.

Wasserstoff ist chemisch betrachtet eigentlich ein farbloses Gas. Bei der Wasserstoffherstellung wird aber vor allem zwischen Grün, Blau, Grau und Türkis unterschieden. Daneben gibt es noch weitere Farben wie Gelb, Orange, Braun, Weiß, Rot oder Schwarz. Alle Farben beschreiben Herstellungsverfahren, mit denen der Wasserstoff gewonnen wird, die verwendeten Energieträger und Energiequellen sowie die jeweilige Klima- und Umweltverträglichkeit.

Kommt der Strom für die Elektrolyse (die Zerlegung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff) aus erneuerbaren, grünen Energien wie Wind oder Sonne, darf der entstandene Wasserstoff als „grün“ und klimaneutral bezeichnet werden, denn es entstehen keine schädlichen Treibhausgase wie Kohlendioxid. Aktuell macht **grüner Wasserstoff** aber nur einen Bruchteil der gesamten Wasserstoffproduktion aus.

Grauer Wasserstoff kommt vor allem in der Chemieindustrie zum Einsatz, ist aber nicht CO₂-neutral. Denn bei seiner Herstellung aus fossilen Brennstoffen wie Erdgas wird das Kohlendioxid in die Atmosphäre abgegeben, wo es den Treibhausgaseffekt verstärkt. Im

Gegensatz zu grünem ist grauer Wasserstoff klimaschädlich. Für jede Tonne grauen Wasserstoff entstehen rund zehn Tonnen Kohlendioxid.

Wasserstoff kann auch blau sein. Beim Herstellungsprozess, dem Dampfreforming, wird Erdgas (Methan) in Wasserstoff und Kohlendioxid gespalten. Das entstehende CO₂ wird abgefangen und in unterirdischen Hohlräumen von verbrauchten Gas- und Öllagerstätten unter hohem Druck geleitet und gelagert. **Blauer Wasserstoff** gilt somit als CO₂-neutral, da kein CO₂ in die Atmosphäre entweicht. Unklar ist aber noch Langzeitwirkung der unterirdischen Speichermethode.

Türkiser Wasserstoff wird durch thermische Spaltung von Methan hergestellt. Anstelle von CO₂ entsteht dabei neben Wasserstoff fester Kohlenstoff. Bei der Herstellung von türkischem Wasserstoff muss deshalb kein gasförmiges Kohlendioxid unterirdisch gespeichert werden. Sofern der Kohlenstoff dauerhaft gebunden bleibt und nicht bei der Weiterverarbeitung verbrannt wird, gilt auch dieses Verfahren zumindest CO₂-neutral. Voraussetzung hierfür ist, dass die zur Spaltung des Methans verwendeten Hochöfen mit erneuerbaren Energien betrieben werden.

Roter Wasserstoff (alternativ violetter) dürfte zumindest in Deutschland nicht mehr direkt produziert werden können, da die Energie für seine Herstellung durch Elektrolyse Strom aus Atomkraftwerken benötigt. Atomstrom ist zwar eine fossile Energiequelle, wurde aber letztes Jahr vom EU-Parlament als nachhaltig eingestuft. Roter Wasserstoff gilt als klimafreundlich, da bei seiner Herstellung kein Kohlenstoffdioxid in die Umwelt gelangt.

Zur Herstellung von **orangem Wasserstoff** wiederum werden Energie aus Biomasse sowie Strom aus Müllheiz-

kraftwerken verwendet, er ist somit nicht klimaneutral und belastet die Umwelt.

Gelber Wasserstoff wird ebenfalls durch die Elektrolyse von Wasser gewonnen. Als Energiequelle wird hierbei ein Strommix aus erneuerbaren und fossilen Quellen genutzt, zum Beispiel eine Mischung aus Windenergie mit Strom aus Kohlekraftwerken. Dieser Wasserstoff ist daher ebenfalls nicht klimaneutral.

Natürlicher, farbloser Wasserstoff wird auch **weißer Wasserstoff** genannt. Diese Form findet sich in Lagerstätten unter der Erde in tief liegenden Gesteinsschichten. Durch das umstrittene Fracking-Verfahren können diese natürlichen Wasserstoffvorkommen gewonnen werden.

Die beiden „schmutzigsten“ und somit klimaschädlichsten Farben neben dem grauen Wasserstoff sind Schwarz und Braun. Der Strom, der bei der Herstellung von **schwarzem Wasserstoff** verwendet wird, stammt nämlich aus Steinkohle. Bei der Herstellung von **braunem Wasserstoff** wird Energie aus Braunkohle genutzt. Braun und Schwarz gehören in der Wasserstoff-Farbenlehre aber bald der Vergangenheit an, da der Kohleausstieg in Deutschland beschlossene Sache ist.

Ammoniak als Wasserstoffspeicher

Durch welche Verfahren auch immer Wasserstoff entsteht – am Ende bleibt die Frage, wohin mit dem Wasserstoff? Wie kann man ihn sinnvoll zwischenspeichern? An Lösungen, wie der Speicherung in Metallhydriden und flüssigen organischen Wasserstoffträgern wird bereits geforscht. Diese ermöglichen die Speicherung und den Transport von Wasserstoff in fester oder flüssiger Form. Eine vielversprechende Verbindung ist Ammoniak (NH₃) als klimaneutraler Energieträger für

grünen Wasserstoff. Der Vorteil: Es hat eine 1,5-fach höhere Energiedichte verglichen mit Wasserstoff, ohne dessen Probleme der Verflüssigung, der Speicherung und des Transports. Ammoniak wird zu über 80 Prozent zur Herstellung von Dünger genutzt und wird durch das Haber-Bosch-Verfahren gewonnen, bei dem Wasserstoff katalytisch mit Luftstickstoff reagiert. Hat man grün produzierten Wasserstoff über Ammoniak „zwischengelagert“, kommt unausweichlich die nächste Frage: Wie bekommt man den Wasserstoff aus dem Trägermaterial wieder sauber und klimafreundlich heraus? Dafür haben Experten vom Technologiekonzern Heraeus in Hanau eine Lösung entwickelt, die sie vor Kurzem im Fachmagazin „CHEManager“ näher

beschrieben haben. Ein auf dem Edelmetall Ruthenium basierendes Katalysatorsystem ermöglicht es, den Prozess der Wasserstofffreisetzung durch Ammoniakspaltung effizient und nachhaltig zu gestalten.¹ Die Ammoniakspaltung ist ein chemischer Prozess, bei dem Ammoniak unter Wärmezufuhr und mit Hilfe eines Katalysators in seine Bestandteile Wasserstoff und Stickstoff zerlegt wird. Ruthenium-Katalysatoren haben im Gegensatz zu nichtedelmetallhaltigen Katalysatoren den Vorteil, dass sie bereits bei niedrigeren Temperaturen eine hohe katalytische Aktivität aufweisen. Und das Beste: Am Ende der Katalysatorlebensdauer kann das Ruthenium durch Recycling wieder zurückgewonnen und dem Stoffkreislauf zugeführt werden. Das

Edelmetall Ruthenium könnte somit eine Schlüsselrolle in der Wasserstoffwirtschaft und der Ammoniakspaltung einnehmen.

In Zukunft könnte somit Ammoniak aus grünem Wasserstoff erzeugt und auf dem See- oder Landweg zu den Industriezentren in Europa, USA und Asien transportiert werden. Vor Ort kann der Wasserstoffträger in großen Terminals gespeichert, wieder in Wasserstoff zerlegt und über Wasserstoffpipelines verteilt werden.

Dr. Jörg Wetterau

Labor für Kommunikation
Technologie – Innovation –
Wissenschaft, Gelnhausen

¹ www.chemanager-online.com/news/schluesel-fuer-den-wasserstofftransport-ammoniak

Allianz 

GESUND^x

**x = extra
lohnend**

Eine betriebliche Krankenversicherung (bKV) der Allianz für Ihr Unternehmen: der Benefit, der für Mitarbeitende sofort wirkt – und sich für Sie sofort auszahlt.



Mehr erfahren auf allianz.de/die-bkv