

# In (fast) allen Farben des Regenbogens

Die Bundesregierung hat im Juni ihre „Wasserstoffstrategie“ verabschiedet, viele Bundesländer verfolgen ihre eigene. Wasserstoff ist ein Energieträger mit unbestreitbar großem Potenzial und vielen Vorteilen. Doch wie ökologisch ist Wasserstoff? Wie wird er erzeugt? Und was ist wirklich sinnvoll damit anzufangen?

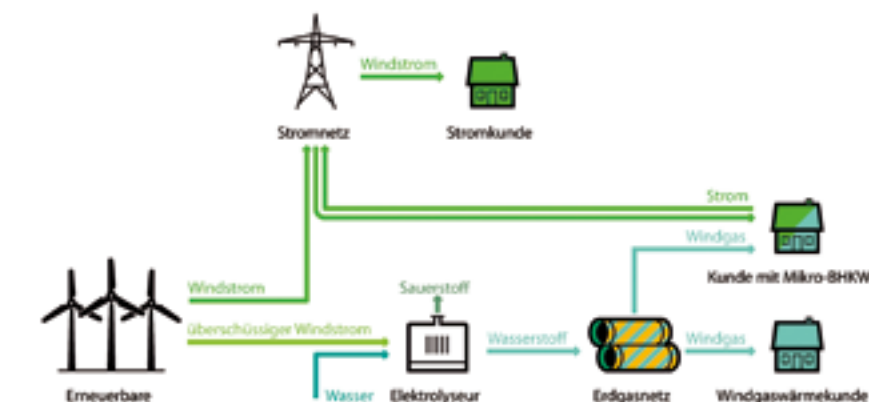
von Stefan Vockrodt

**W**asserstoff – das ist der Treibstoff der Zukunft. So hört und liest man nicht erst seit gestern, sondern schon seit langen Jahren. Vor rund zehn Jahren warb die deutsche Industrie für das Projekt Desertec. Gigantische Solarkraftwerke waren in Nordafrika geplant, um dort Wasserstoff für den heimischen Markt zu produzieren.

Tatsächlich hat Wasserstoff (chemisch:  $H_2$ ) viele Vorteile. Der wichtigste ist wohl, dass er nahezu unbegrenzt vorhanden ist, leider nicht in der Form, um die es hier geht. Ein weiterer Vorteil ist sein Verbrennungsprodukt: Es ist Wasser, reines Wasser. Nun ist Wasserdampf durchaus auch ein Treibhausgas und ein recht wirkungsvolles, aber die Natur pumpt jedes Jahr mehrere Billionen Tonnen Wasserdampf durch den natürlichen Kreislauf. Da spielen die anthropogenen Wasserdampfwolken global keine große Rolle – lokal jedoch schon, besonders die, die aus den Kühltürmen von Braunkohlekraftwerken aufsteigen ...

Ein weiterer Vorteil ist, dass sich Wasserstoff derzeit dem Erdgas beimischen lässt (bis zu 5 Vol.-%) und man für Wasserstoff die vorhandene Gasversorgungsinfrastruktur grundsätzlich weiter nutzen könnte.

Als Brenngas und Treibgas ist Wasserstoff fast universell einsetzbar. Man betreibt heute Brennstoffzellen damit (für Stromerzeugung, Autos, Züge, Schiffe, U-Boote), nutzt Wasserstoff zunehmend in der Stahlerzeugung (s. S. 28 ff) und kann auch direkt damit heizen. Als chemischer Energieträger zeigt Wasserstoff noch einen Vorteil: Er ist sehr



Wasserstoff lässt sich bis zu etwa 5 % dem Erdgas beimischen. Das so generierte „Windgas“ ist eine der bisher einfachsten Nutzungsmöglichkeiten von grünem Wasserstoff.

QUELLE: ARCHIV UZ

leicht und daher lässt sich in 1 kg Wasserstoff so viel Energie speichern wie in etwa 2,5 kg Diesel oder Erdgas. Und er ist relativ ungefährlich, farb- und geruchlos, ungiftig und da er auch hochflüchtig ist, ist die Gefahr einer Explosion nach einem Leck in einem Wasserstofftank relativ gering. Man braucht schon eine richtige Zündquelle dafür (das mussten die Engländer im ersten Weltkrieg lernen, als es erst mit spezieller Brandmunition gelang, die deutschen Zepeline abzuschießen).

Also nichts wie ran an den Stoff, aus dem die Zukunft ist? – Am 10. Juni präsentierten gleich vier Minister\*innen die „Nationale Wasserstoffstrategie“ und schwelgten in den Träumen der „grünen“ Zukunft. Doch sieht man etwas genauer hin, so lässt sich schon der eine oder andere dunkle Fleck auf dem grünen Banner erkennen. Denn um Wasserstoff in den angepeilten Mengen zu erzeugen, bedürfte es einer enorm ausgedehnten Stromerzeugung. Das kollidiert mit dem Strombedarf für Elektro-SUVs und Klimaanlagen und vielem mehr. Andererseits lässt sich überschüssiger Strom aus erneuerbaren Quellen sehr gut auch als Wasserstoff speichern. Der Rückgewinnungswirkungsgrad ist niedriger als in Batterie- oder Pumpspeichern, die ökologischen Auswirkungen fallen jedoch geringer aus.

## In grün, blau, grau oder türkis

Wasserstoff ist heute ein vielfältig genutzter Rohstoff, vor allem in der Chemie. Bisher gewinnt man ihn großtechnisch aus fossilen

Rohstoffen, vor allem aus Erdgas und Erdöl. Dabei entsteht viel  $CO_2$ . Um Wasserstoff aus erneuerbaren Energien zu gewinnen, muss man auf ein anderes Verfahren zurückgreifen: die Elektrolyse.

Dabei wird Wasser elektrisch in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt. Fast jede\*r kennt das noch aus dem Chemieunterricht in der Schule, auch die Faszination, wenn dann das so entstandene Knallgasgemisch gezündet wurde.

Im Einzelnen unterscheidet man heute Wasserstoff nach fast allen Farben des Regenbogens:

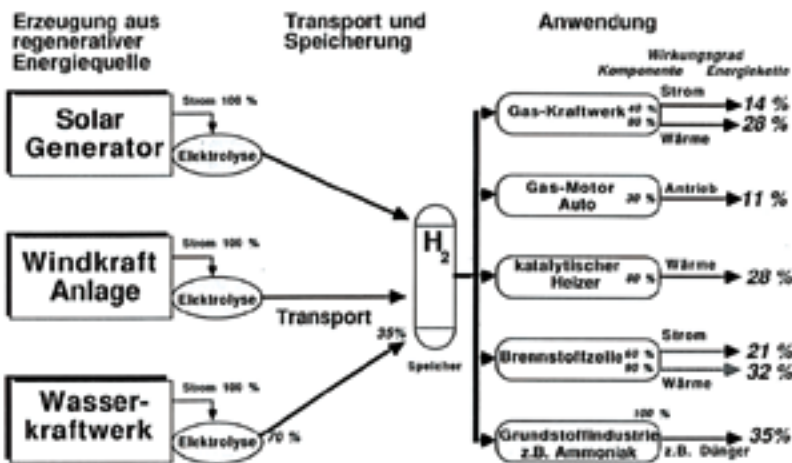
- **Grüner Wasserstoff:** Durch Elektrolyse aus Wasserspaltung gewonnener Wasserstoff. Der benötigte Strom wird aus erneuerbaren Quellen (Solar-, Wind- oder Wasserkraft) gewonnen, der Wirkungsgrad kann heute 70 % erreichen, u. a. 70 % des erneuerbaren Stroms können als Wasserstoff wiedergewonnen werden. Mit geeigneten Katalysatoren lässt sich das weiter steigern.
- **Grauer Wasserstoff:** Traditionelle Art der Herstellung aus Erdgas bei hohen Temperaturen. Neben Wasserstoff entsteht  $CO_2$  als Hauptprodukt, das in die Atmosphäre abgegeben wird.
- **Blauer Wasserstoff:** Dieser wird wie der „graue“ aus Erdgas gewonnen, aber das entstehende  $CO_2$  wird aufgefangen und nicht in die Atmosphäre abgegeben.
- **Türkiser Wasserstoff:** Hier wird ebenfalls Erdgas thermisch aufgespalten, allerdings gewinnt man anstelle des  $CO_2$

festen Kohlenstoff. Dieses sogenannte Kværner-Verfahren hat einen sehr hohen Wirkungsgrad, wenn die Abwärme vollständig genutzt wird.

### Die Nationale Wasserstoffstrategie

Heute wird Wasserstoff mit einem Energieinhalt von rund 55 TWh in Deutschland jährlich verbraucht. Eingesetzt wird er zum Beispiel für die Ammoniak- und Methanolerzeugung. Das Gros des produzierten Wasserstoffes ist derzeit „grauer“ Wasserstoff (ca. 90 %), rund 7 % werden über Elektrolyseverfahren (Chlor-Alkali) gewonnen. Ein Teil der Wasserstoffherzeugung ist dabei ein Abfallprodukt der Chemie-Industrie; diese lässt sich also vorerst nicht durch „grünen“ Wasserstoff ersetzen. Von dieser Ist-Beschreibung ausgehend, will die Bundesregierung mit ihrer nationalen Wasserstoffstrategie folgende „Zukunftsmärkte“ vorrangig fördern:

- Entwicklung eines „Heimatmarktes“ für die Wasserstoffproduktion unter massivem Ausbau erneuerbarer Stromquellen (Photovoltaik und Offshore-Wind).
- Einsatz von Wasserstoff als Ersatz für fossile Energieträger in Teilen der Chemie, in Raffinerien und in der Stahlproduktion, wobei hier „grüner“ den „grauen“ Wasserstoff ersetzen soll.



Wasserstoff ist vielseitig verwendbar, allerdings mit großen Verlusten bei Erzeugung und Transport.

QUELLE: ARCHIV UZ

- Einsatz als Ersatztreibstoff im Verkehr (Züge, LKW, Busse, Schiffe, auch Flugzeuge).
  - Einsatz im Wärmemarkt als Treibstoff für Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerke oder andere Anlagen in Kraft-Wärme-Kopplung.
- Weiterhin sieht die Bundesregierung große Potenziale in den „Power-to-X-Technologien“ (PtX; X steht für Gas, Treibstoff etc.). Eine heute schon praktisch erprobte Möglichkeit hierbei ist das sog. „Windgas“. Mithilfe erneuerbaren Stroms und daraus gewonnenen Wasserstoffs wird synthetisches Erdgas (Methan) erzeugt, bei dem aus der Luft gefiltertes CO<sub>2</sub> „recycelt“ wird. Der gesamtenergetische Wirkungsgrad bleibt dabei allerdings äußerst gering.

Damit die Strategie auch umgesetzt werden kann, plant die Bundesregierung einen

„Ausschuss der Staatssekretäre für Wasserstoff“ sowie einen „nationalen Wasserstoffrat“, die die entsprechenden Maßnahmen und Projekte vorbereiten, ausschreiben, begleiten und evaluieren sollen. Das Ganze soll natürlich in Zusammenarbeit mit den Ländern geschehen, die aber – wie auch Niedersachsen – bereits eigene Konzepte verfolgen. Insgesamt scheint die nationale Wasserstoffstrategie zunächst einmal für viel neue Bürokratie zu sorgen.

### Viele Maßnahmen, Erfolg noch offen

Konkret angedacht sind Maßnahmen in der Erzeugung, im Einsatz von Wasserstoff in der Industrie und im Verkehr, in der europäischen Netzinfrastruktur oder im Wärmemarkt. Der Katalog ist lang und viele Ideen und Projekte tauchen darin mehrfach auf. Immerhin versucht die Bundesregierung, die bisher vielfach vereinzelt und isoliert voneinander laufenden Projekte zu bündeln und in eine – allerdings noch weiter auszuförmulierende – Gesamtstrategie einzubinden.

Eine der wesentlichen Fragen wird in der Strategie jedoch nicht gestellt: Wo ist es wirklich sinnvoll, Wasserstoff einzusetzen – oder verwendet man besser den Strom direkt? Neben Wirkungsgraderwägungen müssen hier auch ökologisch-ökonomische Faktoren wie Platzbedarf für Speicher, notwendige Verteilungsnetze, Rohstoffbedarf und vieles mehr beachtet und bewertet werden.

Nur ein einziges Beispiel: Ist es sinnvoller, LKW künftig mit Brennstoffzellen (Treibstoff: H<sub>2</sub>) zu betreiben oder aus einer elektrischen Oberleitung (Kupferbedarf, Leitungsverluste, Landschaftsverhandlung)?

Ein weites Feld für einen Stoff, dessen Vielseitigkeit fasziniert. Der aber ebenso viele Probleme aufwerfen kann, alte wie neue. ◀

