

# Die Bedeutung von Wasserstoff für die Energiewende

Stand: Oktober 2020

Basierend auf dem Vortrag von:

Prof. Dr. Richard Hanke-Rauschenbach

Leibnizuniversität Hannover und Niedersächsisches Energieforschungszentrum

1. Die Umwandlung von erneuerbarem Strom in Wasserstoff ist ein Baustein zur Lösung für die Defossilisierung: in der Grundstoff- und Schwerindustrie sowie in geringem Ausmaß im Verkehr und bei der Wärme

## A) Im Verkehrssektor

Im Verkehrssektor kann Wasserstoff für Brennstoffzellenantriebe sowie synthetische Kraftstoffe genutzt werden. Das gesamte Einsparpotenzial im Verkehrssektor liegt dabei bei 185 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>, das sind ca. 25% der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Allerdings wird nur ein Bruchteil dieses Einsparpotenzials über Wasserstoff erfolgen können. Eine große Rolle spielen Elektroantriebe (Batterien) und in geringerem Ausmaß biogene Treibstoffe.

Wasserstoffmobilität ist insbesondere dann sinnvoll, wenn Wasserstoff importiert wird. Dann soll er direkt genutzt werden und nicht mit Umwandlungsverlusten verstromt und in die Batterie gespeist werden. Dies wird aber erst zukünftig ein relevanter Anwendungsfall sein. Schwerpunkt wird dafür die Luftfahrt, die Schifffahrt und anteilig der Schwertransport sein.

## B) Grundstoff- und Schwerindustrie

Das CO<sub>2</sub>-Substitutionspotenzial liegt hier insgesamt bei 60 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>, das entspricht 8% der CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Dabei ist einerseits die Wertschöpfungskette zu betrachten, die auf Wasserstoff, Synthesegas und funktionale Kohlenstoff-Bausteine angewiesen ist. Diese werden bislang auf fossiler Basis bereitgestellt und können ersetzt werden.

Eine weitere Einsatzmöglichkeit besteht in der Änderung bestehender Prozessrouten, beispielsweise in der Stahlindustrie die Umstellung von Kohle auf Wasserstoff im Hochofen. Um fossil befeuerte Prozesse erneuerbar zu gestalten, müssen einige Herstellungsprozesse vollständig verändert werden.

## C) Im Wärmesektor

Der Wärmesektor ist momentan für 24% der CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich, das entspricht 178 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>.

Eine mögliche Nutzung besteht in der Methanisierung von Wasserstoff, das dann in die Erdgasinfrastruktur eingespeist werden kann. Während der Vorteil darin besteht, dass die bestehende Infrastruktur weiter genutzt werden kann, sind die extrem schlechten

Wirkungsgrade ein deutlicher Nachteil. Alternativ kann Wasserstoff bis zu einem bestimmten Prozentsatz in das Erdgasnetz direkt eingespeist werden, hier gibt es allerdings technische Grenzen.

Insgesamt ist diese Art der Nutzung von Wasserstoff nicht wirtschaftlich. Im Wärmekontext wird Wasserstoff in gewissem Maße im Winter und in Engpasssituationen in der KWK eingesetzt werden. Der Weiterbetrieb gebäudeindividueller Erdgasheizungen an einem grünen Wasserstoffnetz ist unrealistisch.

Wirtschaftlich und sinnvoll ist lediglich die Nutzung der Abwärme von Elektrolyseuren. Das Temperaturniveau liegt bei 80 °, für einige Anwendungen muss dann möglicherweise nachgeheizt werden. Da der Wasserstoffgestehungspreis sehr hoch ist, ist eine umfassende Nutzung sinnvoll, nicht nur der Abwärme, sondern auch des Sauerstoffs beispielsweise in Kläranlagen.

Problematisch für die Abwärmenutzung ist allerdings, dass die Anlagen vermutlich in Gebieten mit viel erneuerbaren Energien und in der Nähe von „Netzengpässen“ stehen und damit voraussichtlich nicht in den Ballungsgebieten, in denen die Wärme benötigt wird.

2. Wasserstoff ist ein Hilfsmittel zum Ausgleich von zeitlichen und örtlichen Differenzen zwischen Energienachfrage und -angebot

#### A) Zeitlich

Wasserstoff bietet eine gute Möglichkeit zur Langzeitspeicherung von erneuerbaren Energien. Wasserstoff kann im Untergrund gespeichert werden und steht dann für die Rückverstromung und andere Nutzungen zur Verfügung. Das ist wichtig zur Erreichung hoher Erneuerbarer-Deckungsgrade in sogenannten Dunkelflauten (Zeiträume ohne Wind und Sonne). Zum Einsatz kommen diese Untergrundspeicher sinnvoller Weise aber erst ab einem Deckungsgrad von 70-80% Erneuerbare.

Bei Dunkelflauten braucht man große Speicher, die über viel Volumen, aber eine moderate Leistung verfügen. Dann sind Wasserstoff-Untergrundspeicher die einzig ökonomische Lösung (wollte man das mit Batterien oder Pumpspeichern machen, wäre das deutlich teurer: Batterie ca. 100 Euro/kWh (zukünftig fallend) im Vergleich zu 5 Euro/kWh für Wasserstoff, bezogen auf die Investitionskosten). Hinzu kommt, dass die Pumpspeicherkapazitäten insgesamt begrenzt sind. In Deutschland ist maximal noch eine Verdopplung möglich, was für die Dunkelflauten nicht ausreichend ist. Momentan dienen sie nicht für Langzeitspeicherung, sondern für den Tag-Nacht-Ausgleich, für den sie, wie auch Batterien, deutlich geeigneter sind.

Die Untergrundspeicherung von Wasserstoff ist dabei im Hinblick auf die Umweltauswirkungen unproblematisch. So gibt es durch die bestehenden Gaskavernen langjährige Erfahrungen mit gut etablierter Technik.

#### B) Örtliche Verteilung

Eine örtliche Verschiebung ist dann möglich, wenn nicht integrierbarer erneuerbarer Strom umgewandelt und in das Gasnetz eingespeist wird. Ein großer Vorteil besteht darin, dass ein Teil des Stromnetzausbaus durch das Gasnetz kompensiert werden kann – allerdings unter hohen Verlusten an Energie durch die Umwandlung. Die konventionelle Auslastung des Gasnetzes nimmt ab, so dass hier Kapazitäten bestehen. Volkswirtschaftlich bedeutet das, dass Wasserstoff damit rein theoretisch in allen Sektoren genutzt werden kann, obwohl er nur bei sehr hohen Preisen verfügbar sein wird. Diese Infrastruktur kann zudem auch für den Import von Wasserstoff genutzt werden, da die deutschen erneuerbaren Kapazitäten nicht zur Deckung des Wasserstoffbedarfs ausreichen werden.

### 3. Modellierung des Einsatzes von Wasserstoff

#### A) Energetisch wirkungsvolle CO<sub>2</sub>-Reduktionsansätze

Betrachtet man die verschiedenen Power-to-X-Optionen rein nach ihrer energetischen Wirkung bei der Reduktion von CO<sub>2</sub> fällt auf, dass Wasserstoff für die meisten Anwendungen nicht die erste Wahl ist.

Die allergrößte CO<sub>2</sub>-Minderung findet sich bei der Nutzung von erneuerbarem Strom für „Power-to-Chemicals“, spezifisch bei der Herstellung von Ameisensäure. Während dieses Anwendungsgebiet begrenzt ist, erfolgt der Einsatz von erneuerbarem Strom in Wärmepumpen an zweiter Stelle, dicht gefolgt von der batterieelektrischen Mobilität mit Strom. Wasserstoff aus erneuerbarem Strom kommt von der CO<sub>2</sub>-Minderung relativ weit hinten, die beste Anwendung ist dabei der Verkehr – insbesondere natürlich in dem Bereich, wo hohe Lasten und hohe Distanzen überwunden werden müssen. Wasserstoff ist also zum jetzigen Zeitpunkt kein zentraler Treiber der Energiewende, die Förderung des Ausbaus der Infrastruktur und der Forschung zur Anwendung (grünen) Wasserstoffs ist also in erster Linie ein industriepolitisches und sehr langfristiges Ziel.

#### B) Konkrete Einsatzgebiete im Modell (Bsp. Niedersachsen, Ziel: Klimaneutralität 2050)

Betrachtet man eine Modellierung in einer Energiesystemanalyse am Beispiel Niedersachsen, lässt sich folgendes festhalten:

- Wasserstoff wird zunächst vermutlich fossil erzeugt sein, später erneuerbar. Erneuerbar lässt sich nur etwa die Hälfte des erwarteten Bedarfs in Deutschland erzeugen
- Anwendungsgebiete: Großteil in die Industrie, Prozesswärme und KWK-Rückverstromung, , Schiffs- und Flugzeugantriebe
- Heizen mit Wasserstoff wurde im Modell als möglich aufgenommen, kommt aber nicht zur Anwendung, da technisch und ökonomisch nicht sinnvoll. Der Betrieb von KWK-Anlagen mit Wasserstoff wird nur im Einzelfall und zu Ende der Energiewende nötig sein: zur Rückverstromung bei Dunkelflauten.
- Der Primärenergiebedarf für Wasserstoff würde 2050 bei 100 Terrawattstunden liegen

### 4. Deckung des Wasserstoffbedarfs

Möglich ist sowohl ein Import von blauem (also fossilem) und grünem (erneuerbarem) Wasserstoff. Bisher sind die Kosten jedoch bei fossilem Wasserstoff geringer. Langfristig wird sich dieses Kostenverhältnis aber u.U. verschieben. Mögliche Herkunftsländer sind Marokko und Saudi-Arabien, die gerade konkret über die Erschließung dieser Geschäftsfelder nachdenken. Zentral ist dabei, dass Export und Produktion umwelt- und sozialverträglich sein müssen und darauf ist auch bei den Importen zu achten. Dabei gilt der Schutz nicht nur der Energieressourcen, sondern natürlich auch des verfügbaren Wassers.

Für die wirtschaftliche Produktion von Wasserstoff in Deutschland müssen Elektrolyseure mit einer hohen Anzahl an Volllaststunden laufen, im besten Fall durchgängig. Die Verwendung von Überschussstrom ist deshalb nicht wirtschaftlich. Notwendig ist vielmehr eine erneuerbare Grundlast oder ein Mix aus Windenergie und PV, der allein zum Betrieb der Elektrolyseure zur Verfügung steht und im Hinblick auf die installierte Leistung überdimensioniert sein muss.

Die Skalierung von Produktionsanlagen für die Herstellung von grünem Wasserstoff ist gerade kein Hindernis mehr, die alkalische Elektrolyse ist bereits im Megawatt-Bereich, bei der PEM-Elektrolyse ist man gerade im Bereich mehrere 100 Kilowatt. Ein Roll-Out wäre technisch möglich.

5. Wasserstoff steht in Konkurrenz zu anderen Technologien, die sind meistens weniger flexibel, haben aber einen höheren Wirkungsgrad

Wasserstoff hilft, zu defossilisieren und zeitlich und örtliche Verschiebungen auszugleichen, steht aber in Konkurrenz zu Alternativen, die für die einzelnen spezifischen Anwendungen meist effizienter und kostengünstiger sind.

Kurzfristig ist ein Nutzen von Wasserstoff allerdings nicht sinnvoll. Wenn CO<sub>2</sub> reduziert werden soll, stehen an erster Stelle Wärmepumpen für Gebäudewärme und Batterien im Verkehrssektor. Möglich ist allerdings auch schon jetzt ein Umbau der Stahlindustrie, da hier der nötige Transformationspfad klar ist.