

## Anwendungsfelder von Wasserstoff

Das Bundesumweltamt gibt für das Jahr 2019<sup>1</sup> die Treibhausgasemissionen für den Verkehrssektor mit 163 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten<sup>2</sup> an. Die Industrie belastet mit 188 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten und die Energiewirtschaft mit 254 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten das Klima.

Laut einer Studie von PricewaterhouseCoopers wird Wasserstoff perspektivisch zu 30% im Transportwesen, zu 20% im Flugverkehr, zu 15% in der Stahl- und Chemieindustrie und zu 15% in der Energieerzeugung genutzt werden. Die restlichen 20% verteilen sich auf verschiedene Sektoren, unter anderem auf den Gebäudesektor.<sup>3</sup> Im Mobilitäts-/Logistiksektor kann grüner Wasserstoff in Brennstoffzellen oder zur Erzeugung synthetischer Kraftstoffe eingesetzt werden. In der Industrie ersetzt grüner Wasserstoff den grauen und in der Energiewirtschaft dient er zum Abfangen von Engpässen und Überschüssen sowie als Baustein für synthetisches Erdgas.

Ausgehend von diesen Werten, ist es sinnvoll, sich bei potenziellen Wasserstoffanwendungen zunächst auf die Sektoren Mobilität/Logistik und Industrie zu fokussieren. Bei der Sektorenkopplung wäre ggf. ein ganzheitlicher Ansatz gut, der den Wärmesektor und die Rückverstromung abdeckt.

## Anwendungen in Unternehmen und der Industrie

### Anwendungsbereiche und Einsparpotenziale

Die Industrie nutzt Wasserstoff sowohl als Energieträger, als auch als Rohstoff oder Prozessgas in Reinform, der bisher allerdings primär auf Basis fossiler Energien erzeugt wird (sogenannter grauer Wasserstoff).

Laut Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 1990/2018 (Stand Oktober 2019) sind im Industriesektor rund 36% bzw. 262 TWh des Energieverbrauchs gasbasiert und verteilen sich auf Stromerzeugung und Hochtemperaturwärmeprozesse. Im Jahr 2015 wurden bspw. rund 65% der industriellen Energie als Prozesswärme verbraucht. Dabei wurde primär Erdgas eingesetzt, welches perspektivisch durch Wasserstoff ersetzt werden könnte.<sup>4</sup>

Grundsätzlich kommt **Wasserstoff als Energieträger** unter anderem in Betracht für

- **Energieerzeuger und Gasnetzbetreiber** zur Stromerzeugung,

<sup>1</sup> Klimaschutz in Zahlen“, Umweltbundesamt (Mai 2020)

<sup>2</sup> CO<sub>2</sub>- Äquivalente sind eine Maßeinheit zur Vereinheitlichung der Klimawirkung der unterschiedlichen Treibhausgase, da nicht alle Klimagase dieselbe Klimawirkung und Verweildauer in der Atmosphäre haben. CO<sub>2</sub>- Äquivalente drücken die Erwärmungswirkung einer bestimmten Menge eines Treibhausgases über einen festgelegten Zeitraum (meist 100 Jahre) im Vergleich zu derjenigen von CO<sub>2</sub> aus.

<sup>3</sup> Bericht Handelsblatt „Riesiger Bedarf an Wasserstoff“ vom 22.04.2021

<sup>4</sup> <https://www.bundestag.de/resource/blob/800132/6ddf5daf7fc253845a1e7113e0a35977/sv-baumguertel-data.pdf>, abgerufen am 07.05.2021

- den **Mobilitäts-/Logistiksektor** durch den Einsatz von Brennstoffzellen und alternativer Kraftstoffe,
- in folgenden Industrien zur **Bereitstellung von Hochtemperaturprozesswärme** (bspw. in Hochöfen)<sup>5</sup>:
  - **Chemieindustrie** mit einem perspektivischen Bedarf in 2050 von 68 TWh Wasserstoff,
  - **Eisen- und Stahlindustrie** mit einem perspektivischen Bedarf in 2050 von 91 TWh Wasserstoff,
  - **Klinker-, Zement-, Glas- und Keramikherstellung** mit einem perspektivischen Bedarf in 2050 von 66 TWh Wasserstoff,
  - **Metallindustrie** mit einem perspektivischen Bedarf in 2050 von 25 TWh Wasserstoff,
  - **Papierindustrie** mit einem perspektivischen Bedarf in 2050 von 6 TWh Wasserstoff.

Diese Industrien sind entweder auf eine exakte Wärmezufuhr (bspw. Porzellan) oder auf enorme Hitze (bspw. Glas- und Automobilindustrie) angewiesen und nutzen derzeit überwiegend Erdgas<sup>6</sup> bzw. Kokskohle in der Stahlindustrie. Denn Erdgas bietet mit seinen physikalischen Eigenschaften optimale Möglichkeiten für industrielle Wärme-, Kühl- und Trocknungsprozesse. Ausschlaggebend für den Einsatz fossiler Energien ist sektorenübergreifend der niedrige Preis und die daraus resultierende Unwirtschaftlichkeit klimafreundlicher Alternativen.

Laut der Potenzialstudie „Wasserstoffbasierte Industrie in Deutschland und Europa“<sup>7</sup> der Stiftung Arbeit und Umwelt der Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie entfällt mit 225 TWh der Großteil des energetischen Bedarfs in der Industrie auf die Bereiche **Chemie sowie Eisen und Stahl**. Diese Industriezweige sind deshalb primär zu fokussieren, um die Treibhausgasemissionen langfristig zu senken.

Aber auch in der **Zement-, Glas- und Keramikindustrie** kann grüner Wasserstoff perspektivisch den Einsatz von Erdgas substituieren. Allerdings gilt das Anwendungspotenzial von Wasserstoff - vor allem bei der Herstellung von Glas und Keramik - derzeit noch als relativ gering, da dessen Nutzung ein unstabiles Flammenbild und damit einhergehend schwankende Temperaturen erzeugt. Eine mögliche Lösung bieten Kraft- und Brennstoffe, die auf Basis von erneuerbaren Energien aus Wasserstoff hergestellt werden (sog. eFuels). Bei der **Papierherstellung** wird Erdgas zur Erzeugung von Dampf und zur Trocknung der Papierbahnen verwendet. Prinzipiell können diese Prozesse perspektivisch jedoch

<sup>5</sup> <https://www.arbeit-umwelt.de/wasserstoffbasierte-industrie-in-deutschland-und-europa/>, abgerufen am 07.05.2021

<sup>6</sup> <https://www.gas.info/klimaschutz-mit-gas/gas-fuer-prozessenergie/industrie>, abgerufen am 07.05.2021

<sup>7</sup> <https://www.arbeit-umwelt.de/wasserstoffbasierte-industrie-in-deutschland-und-europa/>, abgerufen am 07.05.2021

auch strom- oder biomassebasiert umgesetzt werden, wodurch für den Einsatz von Wasserstoff nur geringes Potential besteht.<sup>8</sup>

Wasserstoff wird in der Lebensmittelindustrie derzeit nur vereinzelt als Zusatzstoff zur Herstellung von Zuckeralkoholen, zur Härtung von Fetten sowie als Hilfs- und Tracergas bei der Lebensmittelverpackung eingesetzt. Auch für die in der **Lebensmittelindustrie** eingesetzten **Backöfen wird** gegenwärtig Erdgas zum Betrieb genutzt. Statt das bisher eingesetzte Erdgas durch Wasserstoff zu substituieren, können perspektivisch vermutlich jedoch elektrische Öfen effizienter als Brennstoffzellen-Backöfen eingesetzt werden. Zukunftsorientierte Backtechnologien mit Wasserstoff sind jedoch in der Erforschung und können als Startschuss für weitere innovative Anwendungen von Wasserstoff als klimaneutraler Energieträger in der Lebensmittelindustrie gelten.<sup>9</sup>

Die Industrie nutzt Wasserstoff allerdings nicht nur als Energieträger, sondern auch als Rohstoff oder Prozessgas in Reinform, der bisher primär auf Basis fossiler Energien erzeugt wird (sogenannter grauer Wasserstoff). Vor allem die Stahlindustrie und Chemieindustrie sind deshalb auf alternative Roh- bzw. Grundstoffe angewiesen, um ihre Emissionen zu senken. Wasserstoff kann dabei als klimafreundliches Reduktionsmittel bei der Stahlerzeugung oder als nicht fossiler Grundstoff in der chemischen Industrie eingesetzt werden.<sup>10</sup>

Wasserstoff wird aber auch bspw. als chemischer Grundstoff zur Erzeugung und Weiterverarbeitung oder Veredelung von Zwischen- und/oder Endprodukten eingesetzt.<sup>11</sup> So werden rund 55% des global produzierten Wasserstoffs für die Ammoniaksynthese, rund 25% in Raffinerien und 10% in der Methanolproduktion genutzt.<sup>12</sup> Weitere 10% entfallen auf weitere stoffliche bzw. industrielle Anwendungen. Der Einsatz von Wasserstoff in der deutschen Industrie liegt hauptsächlich in den Bereichen Raffinerie und chemische Industrie. Diese sind mit der Nutzung von ca. 85% des jährlich erzeugten Wasserstoffs in Deutschland die größten Verbraucher. Dieser Anteil setzt sich wie folgt zusammen: Ammoniakherstellung 25%, Methanolproduktion 20%, Raffinierprozesse 40%.“

Grundsätzlich kommt **Wasserstoff als Rohstoff und Prozessgas** vor allem in Betracht für:<sup>13</sup>

- die **Chemische Industrie** mit einem perspektivischen Bedarf in 2050 von 125 TWh Wasserstoff zur Synthese von Ammoniak unter anderem als Basis für Dünger oder Methan bspw. als Basis für Kunststoffe,

<sup>8</sup> <https://www.arbeit-umwelt.de/wasserstoffbasierte-industrie-in-deutschland-und-europa/>, abgerufen am 07.05.2021

<sup>9</sup> <https://wind-wasserstoff-bremerhaven.de/anwendungen/>, abgerufen am 02.09.2021

<sup>10</sup> AK Klimawandel: Ansatzpunkte und Inhalte einer Wasserstoffstrategie für das Land Bremen

<sup>11</sup> DIHK Faktenpapier Wasserstoff

<sup>12</sup> ENCON.Europe GmbH, „Potentialatlas für Wasserstoff,“ März 2018

<sup>13</sup> <https://www.arbeit-umwelt.de/wasserstoffbasierte-industrie-in-deutschland-und-europa/>, abgerufen am 07.05.2021

- **Raffinerien** mit einem perspektivischen Bedarf in 2050 von 109 TWh Wasserstoff zur Herstellung synthetischer Kraftstoffe auf Wasserstoffbasis und für Entschwefelungsprozesse sowie
- für die **Stahlerzeugung** mit einem perspektivischen Bedarf in 2050 von 258 TWh Wasserstoff. Durch den Einsatz von grünem Wasserstoff am Hochofen können schädliche Treibhausgasemissionen reduziert werden. Dies geschieht dadurch, dass ein Teil des im Hochofen als Reduktionsmittel eingesetzten Kohlenstaubes durch das Einblasen von Wasserstoff (in einem ersten Schritt rund 25.000 m<sup>3</sup> pro Stunde) ersetzt wird. Bisher verursacht allein das Stahlwerk in Bremen ca. die Hälfte der Treibhausgasemissionen des Bundeslandes.<sup>14</sup> Ein großes Potential für den Einsatz regenerativ erzeugten Wasserstoffs mittels Elektrolyse zur Stahlherstellung hat das Direktreduktionsverfahren, bei dem Wasserstoff zur Reduktion von Eisenerz zu Eisenschwamm eingesetzt werden kann. Im anschließenden Elektrolichtbogenofen wird der Eisenschwamm mit Schrottanteilen zu Rohstahl weiterverarbeitet.<sup>15</sup> In Deutschland lassen sich ungefähr 5% der ausgestoßenen Menge an CO<sub>2</sub> auf die Stahlindustrie zurückführen.

Außerdem findet Wasserstoff Anwendung...

- in der **Lebensmittelindustrie** als Pack- und Treibgas,
- in der **Automobilindustrie** zur Wärmebehandlung und zum schnellen Abkühlen von Werkstücken,
- in der **Metallverarbeitung** unter anderem als Schutzgas beim Schweißen,
- in **Kraftwerken** als Kühlmittel und perspektivisch zum Antrieb von Generatoren und Turbinen, aber auch
- in der **Elektronikindustrie** bspw. als Trägergas.

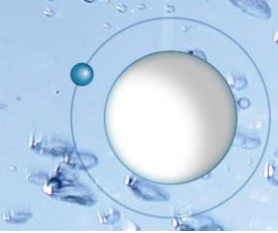
Mit den Nebenprodukten Sauerstoff und Wärme, die bei der Elektrolyse anfallen, können zudem **Aquakulturen, Klärwerke und Müllheizkraftwerk** etc. versorgt werden.

Neben den skizzierten industriellen Bedarfen an Wasserstoff zur Substituierung fossiler Brennstoffe, müssen darüber hinaus alle Industrien bzw. alle Sektoren ihren kompletten Energiebedarf langfristig über Ökostrom decken, um die nationalen Klimaziele zu erreichen. Aber bereits jetzt ist absehbar, dass die deutschen Ausbauziele für die erneuerbaren Energien nicht ausreichen, um allein die anvisierten 65% Ökostrom an der Versorgung bis 2030 einhalten zu können. Der Ausbau erneuerbarer Energien ist hier erforderlich. Um eine sichere, bezahlbare und

<sup>14</sup> Aber nicht alle Stahlwerke bedienen sich einem Hochofen und den Ausgangsstoffen Erz und Koks: Das Stahlwerk in Georgsmarienhütte nutzt Schrott als Ausgangsstoff und erzeugt aus diesem mit einem Elektrolichtbogen (strombasiert) neuen Stahl.

<sup>15</sup> Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), Factsheet 9 Stahlproduktion, 08/2018





umweltverträgliche Energieversorgung gewährleisten zu können, ist ein Aus- und Umbau der Stromnetze von großer Bedeutung. Leistungsfähige Netze müssen gewährleisten, dass die regenerativ erzeugte Energie an die Orte gelangt, wo sie benötigt wird. Es könnte bedeuten, dass grüner Wasserstoff perspektivisch auch in großen Mengen zur Rückverstromung in Ökostrom importiert werden müsste. Schon alleine deshalb sollte sich der Einsatz von grünem Wasserstoff zunächst auf jene Bereiche und Sektoren konzentrieren, die aktuell oder in absehbarer Zeit nicht für eine Elektrifizierung infrage kommen. Als Übergangslösung bietet sich hier auch die Nutzung von blauem Wasserstoff über CCS- und CCU-Verfahren an.

Beispielhafte Projekte Anwendung von Wasserstoff in der Industrie finden Sie auf [www.wasserstoff-region.de/h2-projekte](http://www.wasserstoff-region.de/h2-projekte).