plenum

energie & mobilität

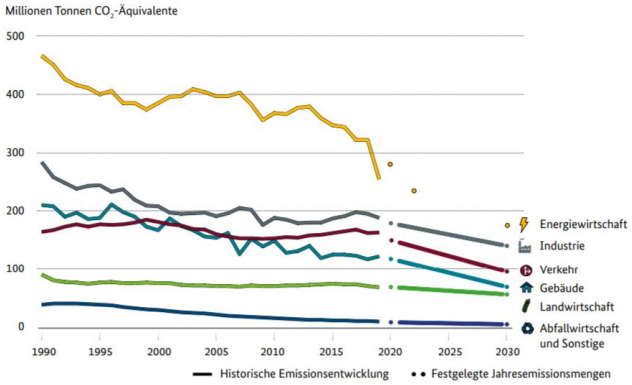
dekarbonisierung durch wasserstofftechnologie

wege, anwendungsbereiche und szenarien

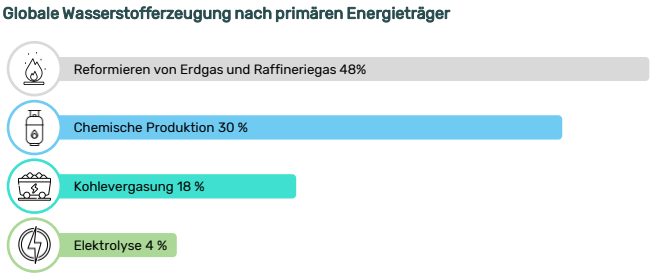
ziele für nachhaltige entwicklung mit fokus energie

Anfang 2016 traten die 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung durch die vereinten Nationen (UN) in Kraft. Insbesondere die Ziele 7 („Affordable and clean energy“) und 13 („Climate action“) fokussieren das allgemeine Thema Energie und Dekarbonisierung. Die G7-Staaten vereinbarten darüber hinaus die weltweiten Treibhausgasemissionen bis 2050 um bis zu 70% und bis 2100 vollständig zu eliminieren. Zwar sind die Treibhausgasemissionen in Deutschland zwischen den Jahren 1990-2019 bereits um knapp 36% gesenkt worden, jedoch besteht nach wie vor ein erheblicher Handlungsdruck. Insbesondere der Sektor Energiewirtschaft besitzt nach wie vor den größten Emissions-Anteil, gefolgt vom Industrie- und Verkehrssektor.

Im Verkehrssektor spielt beispielsweise die Elektrifizierung von Fahrzeugen eine zentrale Rolle. Im Gebäudesektor trägt der Ausbau elektrischer Wärmepumpen zum Ziel der Dekarbonisierung bei, wobei der parallele Ausbau von Lastflexibilisierung mit einhergehen sollte. Für die Energiewirtschaft wird dem Einsatz von Wasserstoff großes Potenzial zugesprochen. Mitte des Jahres 2020 beschloss die deutsche Bundesregierung, Wasserstoff als Schlüsselelement zur Energiewende und der damit verbundenen Dekarbonisierung auf die nationale Agenda zu setzen.



Quelle: BMU, Klimaschutz in Zahlen, 2020



Quelle: E4tech 2014, eigene Darstellung

wasserstoff als strategischer punkt der bundesregierung

Die Nationale Wasserstoffstrategie verzahnt Klima-, Energie-, Industrie- und Innovationspolitik. Zentrale Ziele der deutschen Wasserstoffstrategie gliedern sich wie folgt:

- Klimafreundliche produzierter Wasserstoff und Folgeprodukte etablieren
- Regulatorische Voraussetzungen schaffen
- Kostensenkung um Globalisierung stärken
- Wettbewerbsfähigkeit durch Investitionen stärken
- Handels- und Kooperationsstrukturen etablieren

wasserstoff was ist das?

Bekanntlich gibt es unterschiedliche Quellen aus welchen Wasserstoff hergestellt werden kann. Es wird zwischen grauem Wasserstoff (Gewinnung durch Dampfreformierung fossiler Quellen), blauem Wasserstoff (grauer Wasserstoff mit Einlagerung des CO2), türkisem Wasserstoff (Nutzung von Erdgas mit Speicherung von festem Kohlenstoff) sowie grünem Wasserstoff (Gewinnung durch Elektrolyse von grünem Strom bzw. Dampfreformierung von Biogas) unterschieden.

In Zukunft wird erwartet, dass der Anteil grünem Wasserstoffs weiter wachsen wird. Dabei werden vor allem den Offshore-Windkraftanlagen ein großes Nutzungspotenzial zugeschrieben. Nichtsdestotrotz, wird sich erst mittelfristig zeigen, welche der technologischen Pfade der kohlenstofffreien Erzeugung sich in Zukunft global durchsetzen wird. Die Erzeugungskosten sind dabei ein ausschlaggebender Faktor.

Künftige Anwendungsbereiche fokussieren insbesondere die Sektoren der Energie, Mobilität sowie der Industrie. Dabei spielt die Sektorenkopplung eine zentrale Rolle.

transport von wasserstoff

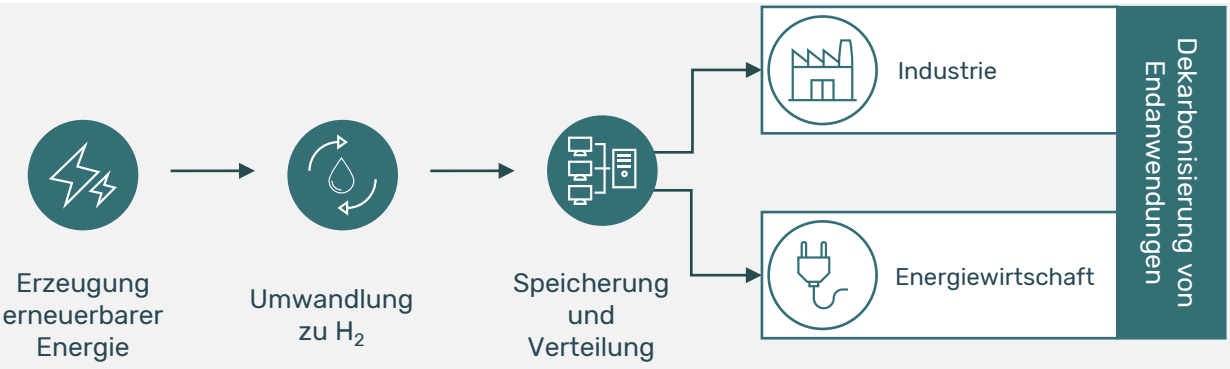
Ausschlaggebend für den Erfolg von Wasserstoff ist nicht nur die Erzeugung, sondern auch der Transport und die Speicherung. Prinzipiell sollte diskutiert werden, ob Strom bis zum Ort des tatsächlichen Verbrauchs transportiert, oder direkt am Ort der Stromerzeugung umgewandelt werden sollte.

Gerade durch den schleppenden Ausbau der deutschen Stromnetze sowie dem steigenden Widerstand dagegen, sollte der Transport von Wasserstoff durch die Nutzung bestehender sowie neuer Gasleitungen betrachtet werden. Ein weiterer Vorteil der Nutzung von Gas-Pipelines besteht in der Nutzung des Netzes als Energiespeicher.

Sollte die deutsche Nachfrage nach Wasserstoff weiter anwachsen, wird das inländische Angebot trotz starkem Ausbau von Erzeugungs- und Transportkapazitäten nicht mehr ausreichen. Deutschland wird zum Netto-Importeur. Daher sollte verstärkt in den Ausbau der Infrastruktur (u.a. Gasnetze, Hafen-Terminals) investiert werden. Partnerländer wie die Niederlande oder Portugal werden in Zukunft eine große Rolle spielen.

anwendungsbereiche

Bisher wird die Wasserstoffnachfrage überwiegend durch die Nutzung von grauem Wasserstoff gedeckt. Zur Erreichung des Klimaschutzziels ist aus heutiger Sicht nicht nur der Einsatz von Wasserstoff an sich unabdingbar, sondern es muss zusätzlich auf Produktionsverfahren zurückgegriffen werden, die die Herstellung von grünem Wasserstoff ermöglichen. Unter der Annahme, das erneuerbarer Wasserstoff in Zukunft signifikant an Bedeutung gewinnen wird, ist der Aufbau eine Wasserstoff-Infrastruktur und die Anpassung von Anwendungstechnologien unumgänglich [6].



Quelle: Hydrogen Council, 2017, Roland Berger (Darstellung plenum)

energiewirtschaft

Der größte Anteil der gesamtdeutschen CO_2-Emissionen wird durch die Stromerzeugung verursacht. Der Ausbau von erneuerbaren Energien soll sowohl die Stromerzeugung klimaverträglicher machen sowie die Nutzung von fossilen Heiz- und Kraftstoffen reduzieren [8]. Zusätzlich erfordert die Strombereitstellung aufgrund der physischen Eigenschaften einen konstanten Ausgleich von Angebot und Nachfrage. Durch diese Fluktuationen in der Stromerzeugung und Nachfrage gewinnen große Energiespeicher und Technologien, die Engpässe und Überschüsse in der Stromerzeugung abfangen können, zunehmend an Bedeutung. In diesem Zusammenhang wird Wasserstoff als Speichermedium bzw. die weitere Umwandlung in Wasserstoff (Power-to-X-Technologien) eine wichtige Rolle eingeräumt [7]. Wasserstoff wird dabei nicht nur als flexibler und langfristiger Energiespeicher erachtet, sondern ermöglicht es auch erneuerbar erzeugte Energie einfach transportierbar zu machen. Um solche Szenarien zu verwirklichen, werden in Zukunft höhere Investitionen in den Auf- und Umbau von Infrastrukturen nötig sein. Ein weiterer wichtiger Aspekt um die Erzeugung und Nutzung von grünem Wasserstoff weiter voranzutreiben, ist die Senkung von Kosten. Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit von Wasserstoff sind hierbei zum einen sinkende Kosten für erneuerbare Energie aus Wind- und Solaranlagen. Zum anderen müssen auch die Kosten für Elektrolyse-Technologien deutlich fallen. Experten sind sich einig, dass diese sinkenden Kostenfaktoren in Kombination mit politischer Unterstützung grünen Wasserstoff schon zeitnah wettbewerbsfähig machen werden [9].

industrie

2018 lag in Deutschland die Industrie auf Platz zwei der Sektoren mit dem höchsten CO_2-Ausstoß. Besonders hohe Potenziale zur CO_2-Minderung werden in der Chemie- und Stahlindustrie gesehen. Der Großteil des heutzutage produzierten Wasserstoffs ist ein Nebenprodukt der Chemieindustrie und wird dort auch wieder verbraucht. Dieser in der chemischen Industrie erzeugter und genutzter Wasserstoff wird durch Dampfreformierung hergestellt, ein Verfahren, dass auch CO_2 freisetzt. Weltweit werden von diesem grauen Wasserstoff ca. 570 Mrd. Nm3 (Norm-Kubikmeter) erzeugt, während im Vergleich dazu nur 15 Mrd. Nm3 durch Elektrolyse entstehen [11]. Die Umstellung der Wasserstoffherstellung auf Elektrolyse bei zunehmend erneuerbaren Energiequellen birgt erhebliches Potenzial für die Reduzierung von Emissionen in der Chemieindustrie. Eine weitere Möglichkeit ist die Herstellung und Nutzung von blauem Wasserstoff, durch Dampfreformierung mit anschließender CO_2 –Speicherung [8]. Die Stahlindustrie ist ebenfalls eine der CO_2-intensivsten Industrien in Deutschland. Hauptursache für die hohen CO_2-Emissionen sind die großen Mengen Koks, welche für die Herstellung von Roheisen benötigt werden. Durch den Einsatz von Wasserstoff anstelle von Koks können CO_2-Emissionen direkt vermieden werden. Auch im Bereich der Stahlweiterverarbeitung ist es möglich nötige Prozesswärme, statt durch kohlenstoffhaltige Energieträger durch elektrische Energie zur Verfügung zu stellen. Schlussendlich wird davon ausgegangen, dass sich durch den Einsatz von Wasserstoff die CO_2-Emissionen der Stahlherstellung zum größten Teil direkt vermeiden lassen. Die größten Herausforderungen bei der Umsetzung werden zurzeit bei der Bereitstellung von grünem Wasserstoff und der noch fehlenden Transportinfrastruktur gesehen.

herausforderungen für die marktentwicklung

Ein mögliches Zielmodell für die regulatorischen Rahmenbedingungen muss zu einem ökonomisch effizienten Gesamtsystem als auch zu einer weitgehenden Internalisierung von Umweltkosten führen und ist grundsätzlich technologieoffen zu gestalten. Aufgrund des hohen Infrastrukturbedarfs ergeben sich hohe Markteintrittsbarrieren für grünen Wasserstoff, wodurch sich die Verbreitung selbst bei gegebenen Kostenvorteilen verzögern kann. Im internationalen Kontext müssen harmonisierte Standards für wasserstoffbasierte Energieträger entwickelt sowie Energiepartnerschaften mit Ländern mit hohem Ausbaupotenzial Erneuerbarer Energien intensiviert werden, um eine langfristige attraktive Investitionsumgebung sicherzustellen. [6]

Um die Herausforderungen der Entwicklung eines Wasserstoff-Marktes zu meistern bedarf es vor allem einer nachhaltigen und konsequenten Umsetzung heute bereits identifizierter Lösungsansätze durch Politik, Industrie und Unternehmen um mittel- bis langfristiges signifikantes Marktwachstum zu gewährleisten. [8]

politische herausforderungen

- Erhöhung der Planungssicherheit und Verringerung des Investitionsrisikos
- Anreizsetzende Besteuerung oder Subventionierung zur Beschleunigung der Expansion neuer Technologien
- Koordination zwischen Förderprogrammen und vereinfachte Verfahren zur Bewilligung

ökonomische herausforderungen

- Mangelnde Wirtschaftlichkeit des Geschäftsmodells
- Kostensenkungspotenziale entlang der Wertschöpfungskette
- Quasi-Monopole einzelner Anbieter
- Preisliche Wettbewerbsfähigkeit als Treibstoff für mobile Anwendungen
- Skalierung von Pilotprojekten

technische herausforderungen

- Technische Reife: Viele Endanwendungen bereits technologisch ausgereift, getestet und im Einsatz
- Wasserstoff für mobile Anwendungen braucht unterschiedliche Drücke je nach Abnehmer
- Schaffung technischer Konzepte für Einsatz von flüssigem Wasserstoff im Fernlastverkehr
- Weiterentwicklung der Produktionsanlagen bei Übergang zur Serienproduktion

gesellschaftliche herausforderungen

- Mangelnde Akzeptanz der Endkunden durch fehlende mediale Berichterstattung und fehlendes Wissen über die Technologie und deren sichere und langfristig erprobte Anwendung
- Aufklärungsarbeit von Seiten der Politik und Industrie ist nötig
- Know-How Transfer bis auf Ebene der Anwender ist notwendig

handlungsempfehlungen

Für die Realisierung der vorhandenen Potenziale sind zielgerichtete Maßnahmen aller relevanten Stakeholder notwendig wobei die Entwicklung eines funktionierenden Marktes und deren Kommerzialisierung im Vordergrund stehen: [8]

nationale wasserstoff roadmap

Festlegung eines klaren Fahrplans für den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft in Deutschland, durch die Politik, bietet Planungssicherheit für Stakeholder, stärkt das Commitment und erhöht die Sichtbarkeit der Technologie. Die Roadmap muss zwingend konkrete zeitliche und inhaltliche Zielsetzungen sowie die Festlegung von Maßnahmen inklusive Finanzierung umfassen.

stärkung wettbewerbsfähigkeit

Ergreifung von Maßnahmen, um die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit der heimischen Wasserstoff-industrie zu stärken, führt zu bestmöglicher Realisierung globaler Marktpotenziale, Erschließung internationaler Märkte und Abbau von Abhängigkeiten gegenüber lokalen Zulieferern. Fokus auf Ausbau vorhandener Stärken und Ausgleich von Schwächen durch zielgerichtete Kooperationen.

förderung lokaler projekte

Förderung der Umsetzung konkreter Implementierungsprojekte. Ermöglichung des Dauerbetriebs bereits heute marktreifer Wasserstoff-technologien in größeren Volumina wie bspw. in Zügen, PKWs oder Anlagen zur stationären Energieerzeugung. Erforderlich sind Finanzierungsmittel sowie Unterstützung der Marktaktivierung und Kommerzialisierung.

Eigeninitiative aller Stakeholder ist essentiell für den Erfolg

- Politik und Unternehmen
- Städte und Kommunen
- ÖPNV Betreiber
- Projektentwickler
- Privatkunden
- Forschung

plenum AG
Management Consulting

k26 I Neue Mainzer Str. 28 I 60311 Frankfurt am Main
Telefon: +49 (0)69 6435-7225 I Fax: +49 (0)69 6435-7227 I plenum.de