Hans Böckler Stiftung

Mitbestimmung · Forschung · Stipendien

Technologie, Wirtschaft & Perspektiven

WASSERSTOFFWIRTSCHAFT

Simon Beesch, VDI Technologiezentrum GmbH

Dezember 2022

Wasserstoff gilt als eine Schlüsseltechnologie für das Gelingen der Energiewende. Wo liegen ihre Chancen und welche Herausforderungen gibt es auf dem Weg zu einer wettbewerbsfähigen Wasserstoffwirtschaft? Was bedeutet dies für Beschäftigung und Qualifizierung?

MITBESTIMMUNGS-
PORTAL

www.mitbestimmung.de

Inhalt

1 Worum geht es? 3

2 Welche Arten von Wasserstoff werden unterschieden? 4

3 Welche Perspektiven hat der Einsatz von Wasserstoff im Mobilitätssektor? 5

4 Welche Perspektiven hat der Einsatz von Wasserstoff in der Stahl- und Chemieindustrie? 6

5 Wo steht Deutschland im internationalen Vergleich? 7

6 Welche Beschäftigungs- und Qualifizierungstrends sind zu erwarten? 9

7 Welche Einflussfaktoren fördern den Einsatz von Wasserstoff? 10

8 Welche Einflussfaktoren hemmen den Einsatz von Wasserstoff? 11

9 Einfluss der Mitbestimmungsakteure 12

10 Weiterführende Informationen 13

Ansprechpartner in der Hans-Böckler-Stiftung 14

Über den Autor 15

1 Worum geht es?

Wasserstoff (H_2) ist das im Universum am häufigsten vorkommende chemische Element. Als ein Teil des Grundstoffs Wasser ist er den meisten Menschen geläufig. Das farb- und geruchlose Gas kann besonders gut Wärme leiten und spielt durch vielfältige Anwendungsmöglichkeiten in der Chemie und Biologie eine zentrale Rolle. Zudem besteht die Möglichkeit, es schadstofflos zu verbrennen. Allerdings weist Wasserstoff eine vergleichsweise geringe Energiedichte auf und benötigt in der Erzeugung und Speicherung viel Energie. Die letzten Jahre haben jedoch gezeigt, dass Erforschung und Entwicklung von Anwendungsfeldern schnell Fahrt aufnehmen; selbiges gilt für die Diskussion um regulatorische Rahmenbedingungen und die zu spielende Rolle innerhalb der Energiewende. Wasserstoff gilt damit als einer der künftig wichtigsten Energieträger.

Eine potenziell aufzubauende Wasserstoffwirtschaft weist aufgrund der breiten Palette an Anwendungsmöglichkeiten komplexe Strukturen auf. Zurzeit wird in unterschiedlichen Richtungen geforscht und es werden verschiedene Einsatzbereiche ausgeleuchtet. Einsetzen lässt sich Wasserstoff beispielsweise in der Stahlherstellung, als Energielieferant- und Speichermedium, im Mobilitätssektor sowie in der chemischen Industrie. Studien, z. B. vom Wuppertal Institut oder gefördert von der Hans-Böckler-Stiftung, zu Beschäftigungseffekten in der ökologischen Transformation zeigen: Eine konsequente Etablierung einer Wasserstoffwirtschaft kann zu einer Vielzahl neuer Arbeitsplätze und in den kommenden drei Jahrzehnten zu einem hohen Umsatzvolumen führen.

Um Deutschland als wettbewerbsfähigen Akteur in einem globalen System aus Wasserstofferzeugung und -handel zu positionieren, sind mehrere Voraussetzungen zu schaffen. Zum einen muss der Einsatz entsprechender Technologien in die Breite getragen werden, sowohl in der Herstellung bzw. Gewinnung des Wasserstoffs als auch in Speicherung und Transport sowie der Anwendung in diversen Industrien. Um den Markttransfer zu unterstützen, sind zum anderen Maßnahmen wie FuE-Förderungen und regulatorische Rahmenbedingungen geeignet. Angestoßen werden soll der Aufbau dieser Bedingungen u. a. durch die Europäische Wasserstoffstrategie (veröffentlicht im Juli 2020) und die Nationale Wasserstoffstrategie der Bundesregierung (veröffentlicht im Juni 2020). Letztere beschreibt mittels 38 konkreter Maßnahmen einen Markthochlauf bis 2023. Ab 2024 sollen dann die Festigung des Heimatmarkts und die stärkere Vernetzung in Forschung und Handel mit dem europäischen Markt bzw. weitere internationale Regulierungsinitiativen folgen. Der aktuelle Umsetzungsstand der Nationalen Wasserstoffstrategie kann in dem Fortschrittsbericht (Veröffentlichung Mai 2022) begutachtet werden.

Zusammengefasst beinhalten die Themenkarten folgende Aspekte:

- Eine Übersicht, was das Konzept der Wasserstofftechnologien umfasst und welche Herstellungsformen unterschieden werden
- Eine Diskussion der hauptsächlichen Einsatzbereiche
- Gegenwärtige Chancen und Risiken von Wasserstofftechnologien und ihrer wirtschaftlichen Anwendungsbereiche
- Einen Überblick über diskutierte Beschäftigungstrends und Möglichkeiten für Mitbestimmungsakteure, Transformationsprozesse mitzugestalten

2 Welche Arten von Wasserstoff werden unterschieden?

Um die Herstellungsart des Wasserstoffs und die damit zusammenhängenden Treibhausgasemissionen voneinander unterscheiden zu können, werden für die ➔I Bezeichnungen verschiedene Farben herangezogen. Die Farben geben lediglich Auskunft über die Art der Wasserstofferzeugung bzw. -gewinnung; die chemischen Eigenschaften bleiben davon unberührt.

- Von **„grauem“ Wasserstoff** wird gesprochen, wenn das Gas aus fossilen Brennstoffen (in der Regel Erdgas) mittels Dampfreformierung gewonnen wird und die Erzeugung damit zum Treibhauseffekt beiträgt. Das im Prozess entstehende CO_2 gelangt bei diesem Verfahren in die Atmosphäre und trägt somit zur Klimaerwärmung bei.
- **„Blauer“ Wasserstoff** wird ebenfalls aus fossilen Brennstoffen erzeugt, jedoch entweicht hier das bei der Herstellung freigesetzte CO_2 nicht, sondern wird gespeichert (Carbon Capture and Storage, CSS). In diesem Verfahren wird abgeschiedenes CO_2 großer Treibhausgasquellen (wie z. B. Kohlekraftwerke) mit verschiedenen Methoden „eingefangen“, unterirdisch isoliert und auf längere Zeit gelagert. So wurden etwa am ➔I Pilotstandort Ketzin in Brandenburg in einem Forschungsprojekt vom Helmholtz-Zentrum Potsdam zwischen 2008 und 2013 67.000 Tonnen CO_2 639–650 Meter unter der Erde eingeschlossen. Das Konzept CSS ist jedoch nicht unumstritten. Zudem fallen bereits bei Erdgasgewinnung und -transport größere Mengen CO_2 an, die anschließend nicht unter der Erde gespeichert werden können.
- Mittels Methanpyrolyse, also der Aufspaltung des Gases Methan aus Erdgas, kann auf klimafreundlichere Art Wasserstoff gewonnen werden (**„türkiser“ Wasserstoff**). Die „türkise“ Variante produziert als Nebenerzeugnis statt zusätzlichem CO_2 festen Kohlenstoff, der zu vielfältigen industriellen Zwecken weiterverarbeitet bzw. genutzt werden könnte; zurzeit wird dazu bspw. in Anwendungsfeldern der Aluminium- und Stahlindustrie geforscht.
- Als umweltverträglichste Methodik ist der **„grüne“ Wasserstoff** zu nennen. Dieser wird emissionsneutral per Elektrolyse aus Wasser hergestellt. Die für die Elektrolyse benötigte elektrische Energie stammt in

dieser Variante aus erneuerbaren Energiequellen wie Fotovoltaik, Biomasse, Wind- oder Wasserkraftanlagen.

3 Welche Perspektiven hat der Einsatz von Wasserstoff im Mobilitätssektor?

In der öffentlichen Wahrnehmung wird Wasserstoff des Öfteren ausschließlich mit Pkw-Brennstoffzellenantrieben in Verbindung gebracht. Auch eine aktuelle ➔I Übersichtsstudie sieht die globale Hauptnachfrage von Wasserstoff im Jahr 2050 im Verkehrssektor. Laut der Studie von Riemer et al. wird weltweit im Mobilitätsbereich ein Anteil des Wasserstoffs am Endenergiebedarf von ca. 10–19 Prozent prognostiziert (im Vergleich zu 4–11 Prozent über alle Gesellschaftsbereiche hinweg).

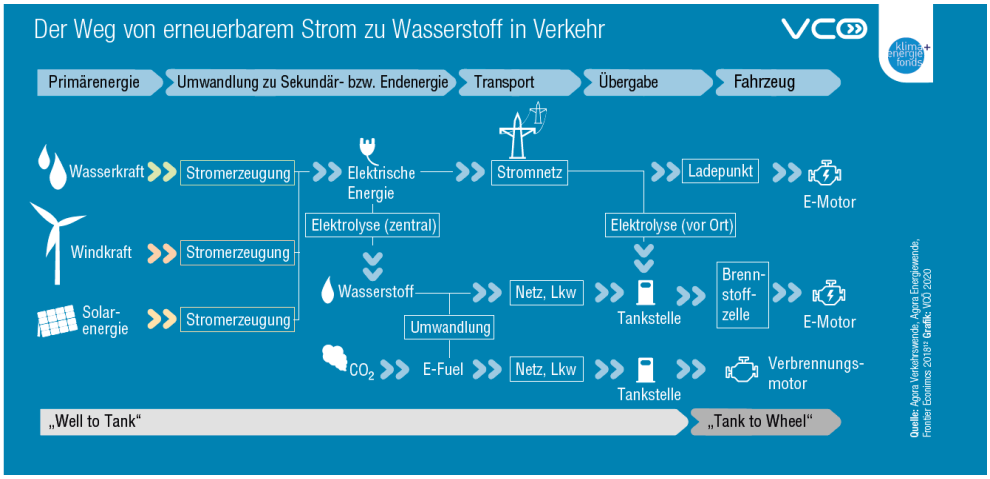

Abbildung: Der Weg von erneuerbarem Strom zu Wasserstoff in Verkehr. Quelle: ➔I VCÖ 2020

Ähnlich wie eine Batterie, stellt die Brennstoffzelle durch die Reaktion von Sauerstoff mit einem geeigneten weiteren Stoff (vornehmlich Wasserstoff) Strom bereit, der einen elektrischen Antrieb mit Energie versorgt. Der konkrete Prozess von der Energiegewinnung hin zum Motor wird in der obigen Abbildung nachgezeichnet. Daraus lässt sich ablesen, dass mit unterschiedlichen erneuerbaren Energieträgern Strom für alternative Antriebe gewonnen werden kann.

Inzwischen sind verschiedene **Pkw-Modelle** mit Brennstoffzellen auf dem Markt erhältlich. Die Kosten sind in den letzten Jahren deutlich gesunken und werden Prognosen zufolge bei steigender Produktion in den nächsten Jahren weiter stark sinken. Dennoch bedienen diese hierzulande in Konkurrenz zur Batterie einen Nischenmarkt, während Länder wie Südkorea und Japan prioritär auf Wasserstoffantriebe setzen werden.

Nutzfahrzeuge wie Busse oder Lkw stehen ebenfalls vor einer Transformation der Antriebstechnik. Für beide Fahrzeugtypen entstehen vielerorts Pilotprojekte. Lastkraftwagen mit Wasserstoffantrieb werden zurzeit beispielsweise in Forschungsverbünden u. a. mit Beteiligung diverser Automobilhersteller entwickelt. Erste Pilotfahrzeuge mit Brennstoffzelle konnten bereits im Jahr 2020 in den Testeinsatz gehen. Aufgrund des hohen

Gewichts von Batterieantrieben hat die Brennstoffzelle im Bereich Schwerlast-Lkw / Omnibusse eine höhere Chance, sich als ökologische Alternative zum Verbrennungsmotor durchzusetzen. Seitdem sind verschiedene weitere Hersteller auf den Markt gedrungen. Die Antriebstechnologien und möglichen Reichweiten entwickeln sich damit stetig weiter.

In Deutschland haben sich öffentliche Akteure des Schienenverkehrs schon vor einigen Jahren dazu entschlossen, den Dieselantrieb bis 2040 gegen ökologisch nachhaltigere Alternativen zu tauschen und ab 2024 auf die weitere Herstellung und Nutzung von neuen Dieseltriebzügen zu verzichten. Unterdessen entstehen in mehreren Regionen Test- und Pilotprojekte mit durch Wasserstoff angetriebenen Zügen. Es kann bislang noch nicht endgültig vorausgesagt werden, ob diese sich gegen die Batterie durchsetzen werden. In einem im September 2022 veröffentlichten Impulspapier der wissenschaftlich-technischen Vereine VDI/VDE werden ein Überblick über den derzeitigen Stand der Technik von Wasserstoff im Schienenverkehr geboten und die Potenziale im Vergleich zu weiteren alternativen Antriebstechniken erläutert. Dazu zählen die mögliche Reichweite und Möglichkeiten im Bereich der Sektorenkopplung (Vernetzung zwischen Energiewirtschaft und Industrie). Weiterhin wird beim Antrieb mit Brennstoffzellen die Notwendigkeit von Neubau bzw. Instandhaltung von Oberleitungen reduziert.

Im Bereich des **Flugverkehrs** wird Wasserstoff in Zukunft vermutlich ebenfalls eine tragende Rolle in der Energiewende zukommen. Projekte wie das Industriekonsortium Norsk E-Fuel arbeiten beispielsweise daran, mittels Elektrolyse synthetische und CO_2-neutrale Treibstoffe herzustellen, 2024 soll die erste Anlage zur Produktion von zunächst jährlich 12,5 Millionen Tonnen synthetischem Kraftstoff in Norwegen eröffnet werden. Batterieantriebe kommen für die meisten Flugzeugtypen aufgrund der erforderlichen Größe und des Gewichts nicht infrage. Aufgrund der im Vergleich zu fossilen Brennstoffen geringen Energiedichte stellt der Volumenbedarf jedoch auch wasserstoffbasierte Antriebe vor Herausforderungen.

4 Welche Perspektiven hat der Einsatz von Wasserstoff in der Stahl- und Chemieindustrie?

Ein großes Anwendungsgebiet von Wasserstofftechnologien stellt die **Erzeugung von Stahl** dar. Die deutsche Stahlindustrie gilt als energie- und emissionsintensive Industrie. Nach Angaben des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz ist sie, Stand 2021, für etwa 6 Prozent des gesamtdeutschen Treibhausgas-Ausstoßes verantwortlich. In der konventionellen Herstellung produziert die Reaktion von Eisenerz mit Kokskohle enorm viel Kohlenstoffdioxid. Als alternative Methode kann statt Koks Wasserstoff als Reduktionsmittel genutzt werden, wodurch als Nebenprodukt nicht Kohlenstoffdioxid, sondern lediglich Wasserdampf in die Atmosphäre gelangt. In einem Projekt von Thyssenkrupp am Standort Duisburg wird genau dies stattfinden, gefördert durch eine Initiative der nordrhein-westfälischen Landesregierung. Im September 2022 wurde dort der Bau der Direktreduktionsanlage endgültig beschlossen, welche ab 2026 fertiggestellt werden soll. Weiterhin geht das vom Bundesministerium für Bildung und

Forschung unterstützte und von Thyssenkrupp initiierte Projekt →I Carbon2Chem in die zweite Phase. In diesem Vorhaben werden Prozessgase (u. a. Wasserstoff), die bei der Stahlproduktion entstehen, aufgefangen und für industrielle Zwecke weiterberarbeitet. In der Kombination beider Verfahren können so große Mengen Treibhausgase vermieden bzw. weitergenutzt werden. An anderer Stelle testet die Salzgitter AG (Projekt →I GrInHy2.0) ein Verfahren, in dem mittels Hochtemperaturanalyse selbst Wasserstoff hergestellt wird, unter Gebrauch der Abwärme in der Stahlerzeugung. Der so gewonnene Wasserstoff soll als emissionsarmer Ersatz für Erdgas genutzt werden. In dem übergeordneten Programm →I SALCOS („Salzgitter Low CO_2 Steelmaking"), zu dem auch GrInHy2.0 gehört, entwickelt die Salzgitter AG insgesamt einen Elektrolyseur, eine Direktreduktionsanlage und einen Elektrolichtbogenofen, um bis 2033 die CO_2-Emissionen bei der Stahlherstellung um 95 Prozent zu senken. Eine von der Hans-Böckler-Stiftung geförderte →I Studie sieht insbesondere in der Stahlindustrie eine Vorreiterin in der industriellen Nutzung „grünen" Wasserstoffs. Als Leuchtturmbranche könnte sie u. a. mittels innovativem Direktreduktionsverfahren große Mengen an Emissionen einsparen und damit als Beispiel für eine erfolgreiche technologisch-nachhaltige Transformation vorangehen. Unsicherheitsfaktoren stellt die Studie in den Bereichen der Wasserstoff- und Stromversorgung, der Wirtschaftlichkeit in der Übergangsphase und der Wettbewerbsfähigkeit aufgrund von schwankenden Industriestrompreisen fest.

In der **chemischen Industrie** wird Wasserstoff bereits häufig als Grundstoff genutzt. In den sogenannten „Power-to-X"-Konzepten wird beschrieben, wie Umwandlungen von elektrischer Energie beispielsweise in flüssige oder gasförmige Kraftstoffe sowie in diverse Grundchemikalien stattfinden können. Wasserstoff spielt in diesen Verfahren eine wichtige Rolle als Energieträger, im Kontext der Energiewende besonders dann, wenn er in großem Umfang mit Hilfe erneuerbarer Energien gewonnen wird. Die Roadmap Chemie 2050 des Verbands der Chemischen Industrie (VCI) sieht ebenfalls Wasserstoff als wichtigen Rohstoff an sowie die Verfügbarkeit großer Mengen Strom aus erneuerbaren Energien als wichtigste Voraussetzung für eine nachhaltige Wasserstoffwirtschaft. Im Oktober 2022 wurden von der EU-Kommission Genehmigungen für Beihilfeleistungen des BMWK für →I zwei deutsche Großprojekte erteilt. So soll neben dem bereits erwähnten Programm →I SALCOS in Salzgitter die BASF SE mit dem Projekt →I Hy4Chem darin gefördert werden, in den kommenden Jahren in großem Maßstab per Elektrolyse Wasserstoff für die Industrie herstellen zu können.

5 Wo steht Deutschland im internationalen Vergleich?

Da in Deutschland bislang keine Infrastruktur für eine flächendeckende Erzeugung von und Versorgung mit „grünem" Wasserstoff besteht, wird er derzeit aus dem Ausland importiert, beispielsweise aus Australien oder Süd- und Westafrika. Der bislang importierte Wasserstoff wird größtenteils nicht aus erneuerbaren Energien hergestellt und zählt damit meist nicht zur „grünen" Variante. Effiziente Methoden zum kontinuierlichen Transport großer Mengen werden zurzeit beispielsweise unter Förderung des

Bundesministeriums für Bildung und Forschung untersucht und entwickelt (→I Kopernikus Projekt P2X). Im Kontext des Mobilitätssektors ist zusätzlich der Import von Brennstoffzellen erforderlich. Diese werden zurzeit nur in sehr geringer Menge in Deutschland hergestellt.

Deutlich weiter verbreitet sind Wasserstofftechnologien in Vorreitermärkten wie Japan und China. Japan hat mit der bereits 2017 verabschiedeten „Basic Hydrogen Strategy“ früh eine Wasserstoffstrategie vorgelegt. Inzwischen lassen sich in japanischen Haushalten über →I 300.000 Brennstoffzellenheizungen finden. Bis 2030 wird anvisiert, diese Zahl auf fünf Millionen Haushalte anwachsen zu lassen. Jedoch werden diese Heizungen dort häufig mit Wasserstoff betrieben, der nicht mittels erneuerbarer Energien erzeugt wurde. Daher nimmt Japan zwar aus Technologie-Perspektive eine Vorreiterrolle ein, aber nicht aus ökologischer Sicht.

Die großflächige Entwicklung und Herstellung von Elektrolyseuren werden in Deutschland eine große Rolle spielen, wie auch der Bereich der Erzeugung erneuerbarer Energien und die Herstellung von Brennstoffzellen. Dadurch sollen nicht nur auf die Bedarfe der deutschen Industrie geantwortet, sondern auch Exportchancen genutzt werden. Die →I Wasserstoff-Roadmap eines Verbundes mehrerer Fraunhofer-Institute sieht genau in diesen Aspekten die zukünftig wichtigsten Märkte für die Bundesrepublik. Als deutsches Beispielprojekt auf dem Gebiet der grünen Wasserstofftechnologien lässt sich das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Konsortium →I HYPOS anführen. Die innerhalb dieses Innovationsprojektes versammelten Teilvorhaben decken die gesamte Wertschöpfungskette ab und beschäftigen sich u. a. mit chemischer Umwandlung, Transport und Speicherung sowie Verwertung und Wirtschaftlichkeit des gewonnenen Wasserstoffs.

Die 2020 veröffentliche Nationale Wasserstoffstrategie der Bundesregierung verfolgt in diversen Handlungsfeldern das Ziel, Forschung und Entwicklung bzgl. der Erzeugung, Verarbeitung, des Transports und der Speicherung von „grünem“ Wasserstoff zu unterstützen. Es sollen zudem kurzfristig Optionen erarbeitet werden, wie effiziente Finanzierungsmodelle für Elektrolyseure und elektrische Energiespeicher in Zukunft aussehen können. Dazu zählt beispielsweise die im Jahr 2021 greifende CO_2-Bepreisung. Zudem wurde im Juli 2022 der mittels einer Förderung des BMBF entstandene →I Wasserstoffatlas vorgestellt: Dieser verdeutlicht und visualisiert aktuelle Projekte, Anwendungsgebiete und wissenschaftlich-technische Potenziale in Deutschland. Weiterhin bietet eine →I Studie der Wirtschaftskanzlei Bird&Bird eine Einordnung des Standorts Deutschland im internationalen Kontext aus regulatorischer Sicht. Dort wird die Rolle der Reduzierung der EEG-Umlage für Strom aus „grünem“ Wasserstoff als tendenziell positiv bewertet. Zudem schätzt die Studie ein, dass aktuelle regulatorische Maßnahmen bislang noch nicht die gesamte Wertschöpfungskette nachhaltigen Wasserstoffs in Deutschland konsistent abdecken (Stand Mai 2022).

Eine weitere Übersicht über die aufkommende Wasserstoffwirtschaft in einem globalen Kontext bietet ein von der Hans-Böckler-Stiftung herausgegebener aktueller Branchenmonitor, erschienen im Januar 2023. Unter Verwendung statistischer Daten steht neben der internationalen Positionierung Deutschlands die Analyse von Beschäftigungstrends und

Nachhaltigkeitsaspekten im Vordergrund. Weiterhin werden zentrale Leitfragen und Diskussionshinweise für verschiedene Fragenkomplexe (z. B. Wertschöpfung, Beschäftigung, Wettbewerb) konkret für Mitbestimmungsakteure in Aufsichtsräten gesammelt dargestellt.

6 Welche Beschäftigungs- und Qualifizierungstrends sind zu erwarten?

Schätzungen von Branchenverbänden zufolge ist es möglich, dass deutschlandweit bis zum Jahr 2030 70.000 neue Arbeitsplätze geschaffen werden könnten und weltweit bis 2050 etwa 30 Millionen. Eine Studie des Wuppertal Instituts und von DIW Econ kommt in einem errechneten Szenario, in dem eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 95 Prozent bis 2050 bewerkstelligt wird, zu dem Schluss, dass in Deutschland bis zu 800.000 neue Arbeitsplätze entlang der gesamten Wertschöpfungskette entstehen könnten. Dieses Szenario basiert auf der Annahme, dass Wasserstoff vornehmlich in Deutschland produziert wird. Zu benötigten Fachkräften zählen u. a. Maschinenbau- und Elektroingenieur*innen, Verfahrenstechniker*innen, Elektrochemiker*innen oder auch Maschinenschlosser*innen oder Mechatroniker*innen. Der HYPOS e.V. hat in einer Untersuchung Berufsbilder und bestehende Qualifizierungsformate betrachtet und kategorisiert. Die Autor*innen sind u. a. zu dem Schluss gekommen, dass an Hochschulen und Weiterbildungseinrichtungen bislang kein gemeinsamer Konsens herrscht, wie und welche Kenntnisse zu Wasserstofftechnologien vermittelt werden sollten. In einem Positionspapier fordert der Deutsche Gewerkschaftsbund in diesem Zusammenhang u. a. einen Wasserstoff-Qualifizierungsdialog, wissenschaftliche und arbeitnehmerzentrierte Begleitforschung sowie die Befähigung von Arbeitsagenturen, zu passenden Weiterbildungen beraten zu können. Die IG Metall fordert ebenso, Weiterbildungen anzustoßen, insbesondere in den Branchen Stahl, Maschinen- und Anlagenbau sowie in den Nutzfahrzeug- und Flugzeugbranchen. Zudem sollten laut IG Metall Kenntnisse zum Themengebiet Wasserstoff in aktuellen Ausbildungsordnungen und dem Berufsausbildungsgesetz verankert werden.

Sollte der Schwerpunkt der globalen Produktion von Brennstoffzellen künftig primär in asiatischen Ländern liegen, ist in Deutschland mit Importabhängigkeiten zu rechnen. Eine erhoffte Zunahme von Arbeitsplätzen würde in diesem Fall ebenfalls tendenziell eher in Japan, China und Südkorea stattfinden. In einer Studie des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE zur Industrialisierung der Wasserelektrolyse in Deutschland wird argumentiert, dass in Zukunft der benötigte Anteil an hoch qualifizierten Arbeitskräften in Branchenbereichen wie der Montage von Brennstoffzellenstacks sinken könnte, um Herstellungskosten zu reduzieren. Die zunehmende Standardisierung von Verfahrensschritten in der Produktion könnte zu diesem Trend beitragen. Eine aktuelle Untersuchung, gefördert von der Hans-Böckler-Stiftung, kommt zu dem Ergebnis, dass die Umstellung auf Wasserstoffnutzung zu einem mittelfristigen Beschäftigungszuwachs in der Stahlindustrie führen würde. Langfristig könnte sich der Personalbedarf wieder reduzieren, was sich jedoch nach Einschätzung der Studienautoren aufgrund der

demografischen Entwicklung (z. B. künftige Renteneintrittswellen) sozialverträglich gestalten ließe.

Der Umsatz der weltweiten Branche könnte nach Einschätzung von Branchenverbänden bis 2050 weltweit auf über 2 Billionen Euro steigen, allein in der EU auf 820 Milliarden Euro. Demgegenüber werden die Kosten für wasserstoffbasierte Technologien mit deren Verbreitung in den kommenden Jahren sinken und in einigen Anwendungsfeldern womöglich mit konventionellen Technologien gleichziehen.

Die Nationale Wasserstoffstrategie beinhaltet mehrere Maßnahmen, die für Arbeitnehmerakteure relevant sind. Im Bereich der Qualifizierung wird national wie auch international angestrebt, Bildung und Ausbildung im Kontext einer aufkommenden Wasserstoffwirtschaft zu stärken und intensiver mit der aktuellen Forschung zu verbinden.

Aufgrund des bislang geringen Leistungsvolumens ist der Automatisierungsgrad der Branche vergleichsweise gering. Mit erhöhter Automatisierung und damit steigenden Produktionskapazitäten besteht auf der einen Seite die Chance, als Branche auf dem Arbeitsmarkt zu wachsen und in der Gesamtheit mehr Arbeitsplätze zu schaffen. Auf der anderen Seite könnten bei einer Zunahme automatisierter Prozesse, wie es in anderen Industrien zu beobachten ist, gering qualifizierte Arbeitsplätze in der längerfristigen Planung entfallen.

7 Welche Einflussfaktoren fördern den Einsatz von Wasserstoff?

Es existieren zahlreiche Einflussfaktoren, die darauf schließen lassen, dass das Thema Wasserstoff in den kommenden Jahren an Bedeutung gewinnen wird und relevante Technologien erhöhte Aufmerksamkeit erfahren werden. Zunächst lässt sich festhalten, dass ein Szenario, in dem „grüne“ Wasserstofftechnologien eine breite Anwendung in Wirtschaft, Industrie und Gesellschaft finden, zur erheblichen Reduzierung von Treibhausgasemissionen beitragen kann. Allein eine erhöhte Beimischung von Wasserstoff im europäischen Gasnetz könnte zu einer jährlichen Emissionsersparnis von 60 Millionen Tonnen CO_2 führen, dem Äquivalent des Ausstoßes eines gesamten Landes in der Größe von Dänemark pro Jahr.

Nutzfahrzeuge sind im Straßenverkehr momentan für etwa ein Drittel aller Emissionen innerhalb des Verkehrssektors verantwortlich. Besonders in dieser Mobilitätssparte kann von einer weitreichenden Elektrifizierung ausgegangen werden. Ein Antrieb durch Brennstoffzellen gilt in diesem Kontext gerade bei Schwerlastwagen aufgrund einer im Vergleich zu Pkw höheren Lebensdauer der genutzten Brennstoffzellen als aussichtsreich. Als Vorteile gegenüber der Batterie können die Reichweite und Auftankdauer von Brennstoffzellenfahrzeugen angesehen werden. An den bislang in Deutschland kaum vorhandenen Tankstellen dauert das Auftanken lediglich wenige Minuten. Zudem lässt sich mit einer Tankfüllung eine Reichweite von 500 bis 600 Kilometern erreichen.

In den vergangenen Jahren entstanden an vielen Stellen Pilotprojekte, die Konzepte, Anwendungsfelder und Technologien rund um den wirtschaftlichen und industriellen Einsatz von Wasserstoff entwickelten oder austesten konnten (→I H2morrow, →I H2BrakeCO2, →I HYPOS oder →I eFarm). Viele der Projekte konnten bereits erfolgreich abgeschlossen und darin entstandene Kooperationen fortgeführt werden. So werden nach Testphasen nun über mögliche größere Investitions- und Finanzierungsentscheidungen diskutiert, Konzepte für den Regelbetrieb entwickelt oder Ideen zur Hochskalierung der Anwendung erarbeitet. Nicht nur in Deutschland, auch in anderen europäischen Ländern, existieren Leuchtturmprojekte, die den weiteren Weg zur Dekarbonisierung ebnen könnten. Unter dem Dach des European Green Deal stehen viele verschiedene Ansatzpunkte, um dem Ziel der Reduktion von Treibhausgasemissionen nachzukommen. Die Verabschiedung der europäischen Wasserstoffstrategie sowie der Einbezug in den Green Deal belegen, welch große Bedeutung dem Thema im gesamteuropäischen Kontext zugeschrieben wird. Auf EU-Ebene sind zudem 5,4 Milliarden Euro für die Mitgliedsstaaten bereitgestellt worden, um im Großprojekt →I IPCEI Hy2Tech die gesamte Wertschöpfungskette in der Wasserstoffwirtschaft von Erzeugung über Transport bis zum Vertrieb voranzutreiben.

Des Weiteren ist anzunehmen, dass viele Industriearbeitsplätze während der Umstellung auf Wasserstofftechnologien gesichert werden. Branchen wie die Chemie- oder Stahlindustrie sehen sich der Chance gegenüber, bspw. mit dem sich momentan in der Entwicklung befindenden Direktreduktionsverfahren einen Schritt in Richtung CO_2-Neutralität zu gehen. Damit könnten sie nicht nur Arbeitsplätze erhalten, sondern ebenfalls als Pionierindustrien wahrgenommen werden.

8 Welche Einflussfaktoren hemmen den Einsatz von Wasserstoff?

Momentan wird die Debatte um nachhaltige Elektroantriebe von der Batterie angeführt. Zudem wird in der Forschung der Pfad der synthetischen Kraftstoffe verfolgt, die sich besonders im Flugverkehr durchsetzen könnten. Die Verfolgung verschiedener Entwicklungspfade und der damit entstehende Wettbewerb könnten sich zumindest im Mobilitätssektor für den Wasserstoff zu einem Nachteil entwickeln, da die Batterie in der öffentlichen Wahrnehmung als Universallösung für den Mobilitätssektor gefestigt scheint.

Als weiterer hemmender Aspekt könnten sich anhaltende technische Hürden herausstellen. Während die Speicherfähigkeiten des Wasserstoffs klare Vorteile bieten, gehen die nötigen Umwandlungsprozesse mit teils erheblichen Energieverlusten einher. Daneben besteht die Frage nach effizienten Transportkonzepten von Wasserstoff, wenn die Erzeugung rasch hochskaliert werden sollte. Bislang wird der produzierte Wasserstoff größtenteils am Erzeugungsort weiterverarbeitet und nur ein geringer Anteil über bestehende Erdgasleitungen transportiert.

Außerdem steht Deutschland vor der großen Herausforderung, die Menge elektrischen Stroms aus erneuerbaren Energien bereitzustellen, die für eine

geplante Versorgung von „grünem“ Wasserstoff notwendig wäre. Damit ist der Ausbau „grüner“ Wasserstofferzeugung maßgeblich vom Ausbau regenerativer Stromquellen abhängig. Ein großer Teil des benötigten Wasserstoffs muss wahrscheinlich auch in Zukunft noch aus dem Ausland importiert werden, was wiederum zu neuen politischen und ökonomischen Abhängigkeiten führen könnte. Im Rahmen des ➔I REPower-EU-Pakets hat die EU-Kommission im Mai 2022 u. a. Maßnahmen zum Ausbau des regenerativen Wasserstoffs vorgelegt. Demnach sollen bis 2030 10 Millionen Tonnen grüner Wasserstoff hergestellt und weitere 10 Millionen Tonnen importiert werden.

Neben dem Ausbau erneuerbarer Stromquellen wird es für die flächendeckende Nutzung von Brennstoffzellenfahrzeugen erforderlich sein, das Wasserstofftankstellennetz auszubauen, da bislang lediglich etwa 100 solcher Tankstellen in Deutschland existieren, vornehmlich in Großstädten (im Vergleich dazu gibt es über 60.000 Ladepunkte für Elektrofahrzeuge in Deutschland, Stand Juli 2022). Zurzeit wird damit gerechnet, „überschüssigen“, d. h. abgeregelten, Strom aus Windenergie, der die Leitungskapazität überschreitet und damit nicht genutzt wird, in Form von Wasserstoff zu speichern und später weiterzuverarbeiten. Dieses Vorgehen wäre jedoch besonders für Elektrolyseure wenig rentabel, da die Menge an „überschüssigem“ Strom die Anlagen bei heutiger Leistung nicht dauerhaft in Betrieb halten kann. Demzufolge wäre der Leistungsaufbau von Stromnetzen, um abgeregelten Strom weiterleiten zu können, auf lange Sicht rentabler.

9 Einfluss der Mitbestimmungsakteure

Die Energiewende und der geplante Hochlauf einer Wasserstoffwirtschaft sind nicht nur gesamtvolkswirtschaftliche Herausforderungen, die auf Bundes- und EU-Ebene Zielsetzungen, Regularien und passender Rahmenbedingungen bedürfen, sondern machen sich in den einzelnen Betrieben durch tiefgreifende Veränderungsprozesse bemerkbar. So stehen viele Unternehmen u. a. der Energiewirtschaft, Stahlproduktion und Chemiebranche vor der Aufgabe, sich und ihre Beschäftigten auf einen Wandel von Qualifizierungsanforderungen, eingesetzten Technologien und Absatzmärkten vorzubereiten und sich dementsprechend organisatorisch anzupassen.

Daher sind insbesondere für Beschäftigte und Arbeitnehmervertretungen folgende Fragen relevant: Wie können Arbeitnehmer*innen diesen Transformationsprozess aktiv mitgestalten? Wie sind Qualifizierungsbedarfe konkret im Betrieb anzugehen und welche sind besonders zentral? In welchen Branchen ändert sich durch die Nutzung von Wasserstofftechnologien der Arbeitsalltag am meisten und auf welche Weise? Antworten, wichtige Impulse und Forderungen an die Politik bieten dabei der Deutsche Gewerkschaftsbund und die Industriegewerkschaften (s. auch ➔I „Welche Beschäftigungs- und Qualifizierungstrends sind zu erwarten?“).

So sieht der ➔I Deutsche Gewerkschaftsbund in der neu aufkommenden und künftig rasant wachsenden Wasserstoffwirtschaft die Notwendigkeit, bereits früh Strukturen für gute Arbeitsbedingungen, Mitbestimmung und

Tarifbindung zu schaffen. Diese könnten bspw. eine Voraussetzung für staatliche Fördergelder darstellen. Auch wäre es laut DGB ratsam, Fragen des Umwelt- und Klimaschutzes, auf die Wasserstofftechnologien eine Antwort sein können, als neue Mitbestimmungsrechte in das Betriebsverfassungsgesetz zu integrieren. Damit sollen Beschäftigte ihr Wissen intensiver in notwendige Innovationsprozesse einbringen können. So könnten Mitbestimmungsakteure einen tendenziell größeren Einfluss auf Klimaschutzbemühungen des Betriebs nehmen und notwendige klima- und umweltschutzrelevante Qualifizierungsmaßnahmen anstoßen.

Die Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie fordert soziale Beschäftigungsziele, die gleichrangig neben Klimazielen stehen müssen. Klimagerechte Produktion in neuen Branchen bedarf zwar einer Abwicklung alter Anlagen und Industriezweige, jedoch nicht, ohne im Voraus neue Arbeitsplätze in der Wasserstoffwirtschaft und für die Energiewende weiteren wichtigen Sektoren zu sichern. Ein sozialverträglicher Umbau sieht der IG BCE nach vor, die Rechte der Beschäftigen in Aufsichtsräten zu stärken, z. B. durch Abschaffung des Doppelstimmrechts für Vorsitzende oder bestimmte Themen, die nicht ohne Zustimmung der Beschäftigtenvertretungen beschlossen werden können. Ergänzend dazu ruft die IG Metall zu einem gemeinsamen Dialog zwischen Politik, Arbeitgebern und Beschäftigten auf, in dem die Fragen zu klären sind, wie sich Wasserstofftechnologien auf die Wertschöpfungstiefe von Unternehmen auswirken und wie sich Berufsbilder verändern könnten.

10 Weiterführende Informationen

Kaiser, O., Malanowski, N. (2020). Voraussetzungen für eine wettbewerbsfähige Wasserstoffwirtschaft. Fördernde und hemmende Faktoren im Verkehrssektor und der Chemischen Industrie. Working Paper Forschungsförderung Nr. 193

Links

- Europäische Wasserstoffstrategie
- Nationale Wasserstoffstrategie
- Fortschrittsbericht Nationale Wasserstoffstrategie
- Unterschiedliche Bezeichnungen für Wasserstoff
- Wasserstoffspeicherung: Pilotstandort Ketzin
- Nahverkehrszüge der nächsten Generation
- Dieselloks bis 2040
- Pilotprojekte mit Wasserstoffzügen
- VDI/VDE Impulspapier Wasserstoff für den Schienenverkehr
- Synthetisches Kerosin: Projekt Norsk E-Fuel
- BMWK Emissionen in der Stahlindustrie
- Thyssenkrupp: Nachhaltige Stahlproduktion
- Wasserelektrolyse-Projekt GrInHy2.0
- Programm SALCOS
- Carbon2Chem geht in die nächste Runde
- Genehmigung zweier Wasserstoffprojekte
- BASF Projekt Hy4Chem

- Kopernikus-Projekt P2X
- Brennstoffzellenheizungen
- Innovationsprojekt HYPOS
- Wasserstoffatlas
- Studie von Bird&Bird
- Studie Wuppertal Institut und DIW Econ
- HYPOS e.V. Studie zu Berufsbildern
- Positionspapier DGB
- IG Metall Forderungen im Bereich Wasserstoff
- HBS Studie zu Kapazitäten grünen Wasserstoffs
- Pilotprojekt H2morrow
- Pilotprojekt H2BrakeCO2
- Pilotprojekt eFarm
- EU-Kommission genehmigt Förderung für Mitgliedsstaaten
- REPower-EU-Paket
- DGB Wasserstoff
- DGB zu Klimaschutz
- IG BCE Positionspapier
- IG Metall zur Wasserstoffförderung

Literatur

Hebling, C.; Ragwitz, M.; Fleiter, T; Groos, U.; Härle, D.; Held, A.; Jahn, M.; Müller, N.; Pfeifer, T.; Plötz, P.; Ranzmeyer, O.; Schaadt, A.; Sensfuß, F.; Smolinka, T. & Wietschel, M. (2019). Eine Wasserstoff-Roadmap für Deutschland. Karlsruhe und Freiburg.

FutureCamp Climate GmbH & DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. (2019). Roadmap Chemie 2050. Auf dem Weg zu einer treibhausgasneutralen chemischen Industrie in Deutschland. München und Frankfurt.

Kaiser, O.; Malanowski, N. (2020). Voraussetzungen für eine wettbewerbsfähige Wasserstoffwirtschaft. Fördernde und hemmende Faktoren im Verkehrssektor und der Chemischen Industrie. Working Paper Forschungsförderung Nr. 193. Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.

Kaltenborn, B. (2021). Auswirkungen der ökologischen Transformation: Beschäftigungseffekte des Klimaschutzes in Deutschland. Working Paper Forschungsförderung Nr. 231. Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.

Riemer, M.; Zheng, L.; Pieton, N.; Eckstein, J.; Kunze, R.; Wietschel, M. (2022): Future hydrogen demand: A cross-sectoral, multiregional meta-analysis. HYPAT Working Paper 04/2022. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

Smolinka, T.; Wiebe, N.; Sterchele, P.; Palzer, A.; Lehner, F.; Jansen, M.; Kiemel, S.; Miehle, R.; Wahren, S.; Zimmermann, F. (2018). Studie IndWEDe. Industrialisierung der Wasserelektrolyse in Deutschland: Chancen und Herausforderungen für nachhaltigen Wasserstoff für Verkehr, Strom und Wärme. Berlin.

Abbildungen

VCÖ (2020). Der Weg von erneuerbarem Strom zu Wasserstoff im Verkehr

Ansprechpartner in der Hans-Böckler-Stiftung

Nils Werner

Über den Autor

Simon Beesch ist Sozialwissenschaftler und arbeitet seit 2019 in der VDI Technologiezentrum GmbH in Düsseldorf. Zuvor hat er Soziologie und Innovationsforschung studiert und in der Bildungsforschung gearbeitet. Seine Arbeitsschwerpunkte liegen in den Bereichen Innovation und digitaler Wandel.

Beesch_s@vdi.de

Impressum

Erschienen im Mitbestimmungsportal, dem Infoservice der Hans-Böckler-Stiftung für die Mitbestimmungspraxis.

Online-Fassung und weitere Themen unter www.mitbestimmung.de

Kontakt:
Michael Stollt
Hans-Böckler-Stiftung
Georg-Glock-Straße 18
40474 Düsseldorf
mitbestimmungsportal@boeckler.de

Hans-Böckler-Stiftung,
Dezember 2022