

Hintergrund- und Positionspapier

Wasserstoff als eine Zukunftstechnologie für Energiewende und Klimaschutz

Hintergründe, Kompetenzen und Anforderungen aus
Sicht des Handwerks

Berlin, 14. Juli 2021

Wasserstoff als eine Zukunftstechnologie für Energiewende und Klimaschutz

Das gesamtgesellschaftliche Ziel der massiven Reduzierung der Treibhausgasemissionen, die Notwendigkeit zum nachhaltigen Umgang mit Ressourcen sowie neue Entwicklungen in allen Sektoren erfordern in den nächsten Jahren erhebliche Umbrüche in der Nutzbarmachung, bei der Speicherung, im Transport und in der Wandlung von Energie sowie grundlegende Veränderungen in zahlreichen Fertigungs- und Serviceprozessen.

Nach Ansicht des Handwerks ist für einen erfolgreichen Transformationsprozess dieser Größenordnung eine **mehrgleisige und technologieoffene Strategie** notwendig. Das breite Spektrum der Anwendungsbereiche, die heute mit kohlenstoffbasierten Grundstoffen bedient werden, kann zukünftig voraussichtlich nur mit einem **intelligenten und effizienten Mix von verschiedenen technischen Ansätzen** substituiert werden. Alle in Frage kommenden Technologien haben ihre spezifischen Vor- und Nachteile. Zum heutigen Zeitpunkt kann angesichts der offenen Entwicklungspfade von Technik, Ressourcenverfügbarkeit und Preisstrukturen noch nicht abschließend abgeschätzt werden, welcher Ansatz sich in welchen Feldern durchsetzt.

Der **Grundsatz der Technologieoffenheit** erfordert es, für sämtliche sich als grundsätzlich möglich abzeichnenden Technologie- und Nutzungsansätzen potenzielle Umsetzungslinien offen zu halten. Die konkreten Umsetzungsprozesse müssen und werden sich erst im **Innovationswettbewerb** insbesondere unter Würdigung von Effizienzgesichtspunkten und Nachhaltigkeitsaspekten herausbilden können. Diesbezügliche

Vorausabschätzungen werden sich im Zuge des Innovationswettbewerbs einem stetigen Überprüfungsprozess stellen müssen.

Angesichts dessen werden in diesem Hintergrund- und Positionspapier nach derzeitigem Kenntnisstand mögliche Einsatzpotenziale der Wasserstofftechnologie als **neben anderen Technologien** absehbar wichtige Ansatzpunkte für eine effektive wie auch effiziente Sektorkopplung benannt. Das Papier **ergänzt damit eine Reihe weiterer Texte des ZDH**, die zu Fragen der Energiewende, Sektorkopplung, Elektromobilität, Verkehrspolitik, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit bereits Grundpositionen des Handwerks im Zuge der laufenden Transformationsprozesse benannt haben.

Welche klimafreundlichen Zukunftstechnologien in welchen Anwendungsbereichen ihre spezifischen und dabei sicherlich auch synergetischen Potenziale entfalten können, hängt insbesondere auch von der Kompetenz und Kreativität der damit befassten Handwerksgewerke ab. Um die mit der Energiewende und dem Klimaschutz verbundenen Chancen nutzen zu können, müssen daher gerade unter dem Vorzeichen der Technologieoffenheit frühzeitig handwerksgerechte Rahmenbedingungen geschaffen werden. Zwingende Voraussetzungen zur Erreichung der Klimaziele sind bei allen Technologien:

- Versorgungssicherheit,
- Wirtschaftlichkeit,
- die zunehmende und absehbar vollständige Erzeugung der benötigten Energie aus erneuerbaren Quellen,

- soziale Ausgewogenheit sowie
- gesellschaftliche Akzeptanz.

Unter diesen Voraussetzungen kann nach Ansicht des Handwerks **auch** die Anwendung der Wasserstofftechnologie einen wichtigen Beitrag zur **Erreichung der Klimaschutzziele** leisten. Je rascher und umfassender die Verfügbarkeit von Wasserstoff steigt, umso mehr Einsatzmöglichkeiten werden sich hierfür in den unterschiedlichsten Bereichen ergeben.

Das Handwerk ist bereits jetzt und noch vermehrt in Zukunft von diesen Entwicklungen in vielfältiger Weise als Nutzer, Dienstleister, Produzent und Beteiligter an zahlreichen ökonomischen und technologischen Prozessen betroffen. Gerade in seiner Schnittstellenfunktion sowohl zu Privatkunden als auch zur Industrie kommt dem Handwerk eine entscheidende Bedeutung bei der erfolgreichen und zeitnahen Etablierung und Anwendung von Wasserstofftechnologien zu.

Im Rahmen der deutschen und europäischen Wasserstoffstrategie ist es deshalb notwendig, das Handwerk frühzeitig als wichtigen Akteur in die sich formierende Wasserstoffwirtschaft einzubeziehen. **Ohne Handwerk fehlt ein entscheidender Multiplikator und Umsetzer einer künftigen Wasserstoffwirtschaft.** Rahmenbedingungen, Fördermaßnahmen sowie die Schaffung und Zugänglichkeit von Infrastruktur-, Beratungs- und Bildungsangeboten wie auch zur anwendungsnahen Forschung sind deshalb von Anfang an mittelstandsgerecht und dezentral auszugestalten.

Das deutsche Handwerk ist bereit, mit seinen Kompetenzen und Kapazitäten einen wesentlichen Beitrag zur breiten Anwendung auch dieser wichtigen Zukunftstechnologie und damit zu einem erfolgreichen gesamtgesellschaftlichen Transformationsprozess zu leisten.

Das vorliegende Hintergrund- und Positionspapier des Zentralverbandes des Deutschen Handwerks umreißt derzeit diskutierte und dabei handwerksrelevante Potenziale der Wasserstofftechnologie für klimaschonende und nachhaltige Wirtschaftsstrukturen. Daher werden im Folgenden zunächst die potenziellen Beiträge der verschiedenen Gewerke beleuchtet und hieraus Ansatzpunkte zur gezielten Weiterentwicklung der Einbindung von Handwerk und Mittelstand abgeleitet.

Einsatzpotenziale für Wasserstofftechnologien

Wasserstoff als Baustein eines klimaschonenden Wirtschaftssystems

Der Übergang zu einer klimaschonenden und ressourceneffizienten Wirtschaft ist ein zentrales Anliegen des deutschen Handwerks. In dieser Nachhaltigkeitsstrategie können die Betriebe und Handwerksorganisationen auf Basis ihrer gelebten Traditionen, Innovationskraft und Qualifikationen in zahlreichen Zukunftstechniken entscheidende Impulse liefern sowie wirtschaftlich erfolgreiche Geschäftsmodelle entwickeln.¹

Gemäß den politischen Zielbestimmungen auf EU- und Bundesebene sollen erneuerbare Energien die Basis eines neuen Systems zur Dekarbonisierung aller energiewirtschaftlichen Sektoren bilden. Parallel wird eine Reduzierung des CO₂-Ausstoßes auch in anderen Bereichen angestrebt (Industrie, Bauwesen, Mobilität), damit Deutschland das nunmehr auf das Jahr 2045 vorgezogene Ziel, „weitgehend treibhausgasneutral“ zu sein, erfüllen kann.

Wasserstoff (H₂) kann angesichts seines hohen Energiegehaltes, seiner CO₂-freien Energiewandlung am Ort des Verbrauchs und der potenziellen Vielfalt und Dezentralität seiner Anwendungsmöglichkeiten ein sinnvoller Baustein im Rahmen der Bewältigung der Umbrüche im Bereich der Energiewende, der Umsetzung neuer Mobilitätsstrukturen sowie im Feld der handwerklichen und industriellen Produktion sein.

Darüber hinaus bietet Wasserstoff bei im Tagesverlauf zu geringer Nachfrage in den Stromnetzen das Potenzial, als Speicher für erneuerbare Energien zu wirken, um Erzeugung und Verbrauch räumlich sowie zeitlich zu entkoppeln und die

verschiedenen Sektoren (Strom, Wärme, Mobilität) miteinander zu vernetzen.

Der Einsatz als Kraftstoff im Verkehrssektor, als Grundstoff in der chemischen und stahlerzeugenden Industrie und Medium zur dezentralen Gewinnung von Elektrizität oder Wärme gerät vor diesem Hintergrund immer stärker in den Fokus der wissenschaftlichen, ökonomischen und politischen Debatte, was auch die Nationale Wasserstoffstrategie der Bundesregierung unterstreicht.

Wasserstoff kann dann zur Erreichung der Ziele von Energiewende und Klimaschutz beitragen, wenn der Strom für die Elektrolyse von Wasser aus erneuerbaren Energien zum Einsatz kommt (sogenannter „grüner“ Wasserstoff). Während einer begrenzten Übergangszeit hin zur ausschließlichen Nutzung des „grünen“ Wasserstoffs ist auch die Nutzung von „türkischem“ (Aufspaltung von Erdgas mittels Methanpyrolyse in Wasserstoff und festen Kohlenstoff) und „blauem“ (gewonnen aus fossilen Brennstoffen mittels Dampfreformierung und Abspaltung sowie Speicherung des freiwerdenden CO₂) Wasserstoff zu diskutieren. Dies gilt insbesondere dann, wenn das entstehende CO₂ bzw. C nach einer Klärung der damit zusammenhängenden technischen, gesundheitlichen, gesellschaftlichen und klimapolitischen Fragen nachhaltig gespeichert / ggf. endgelagert werden kann.²

Gleichermaßen entfalten auch stromgeführte Lösungen erst dann vollständig die darin liegenden klimapolitischen Potenziale, wenn die hierfür notwendige Stromerzeugung ausschließlich auf erneuerbaren Quellen basiert.

Steigende Energieeffizienz in allen Sektoren, auch bei der Wasserstofferzeugung selbst, ist dabei Voraussetzung, um Wasserstoff wirtschaftlich und ressourcenschonend einsetzen zu können. Die Erzeugung einer wachsenden Menge von Wasserstoff aus Elektrolyse mit Strom aus

¹ https://www.zdh.de/fileadmin/user_upload/Positionspapiere/Wirtschaft_Energie_Umwelt/20200702_Positionspapier_Nachhaltigkeit_final.pdf

² <https://www.bmbf.de/de/eine-kleine-wasserstoff-farbenlehre-10879.html>

erneuerbaren Quellen und seine sektorenübergreifende Verwendung ist deshalb im Kontext der Energiewende eine große Herausforderung. Die notwendige Quantität, die hinreichende örtliche wie sektorale Verfügbarkeit als auch die Schaffung von tragfähigen Kostenstrukturen stehen hierbei im Fokus der aktuellen Debatte. Mittel- und langfristig ist mit sinkenden Produktionskosten zu rechnen: Welches Kosten- und Angebotsniveau zukünftig realistisch ist, werden jedoch erst die weiteren Entwicklungen gerade auch im Hinblick auf innovative Lösungen zeigen können.

Unabdingbar für den Erfolg wasserstoffbasierter Technologien und Einsatzfelder ist, dass der **absehbar deutlich wachsende Bedarf an Wasserstoff gedeckt** werden kann. Zumindest absehbar werden hierfür die in Deutschland selbst verfügbaren Erzeugungskapazitäten (zumindest so zeitnah wie möglich ausschließlich auf der Grundlage erneuerbarer Energien) nicht hinreichend sein. **Ein verlässlicher und den massiv steigenden Anforderungen entsprechender Ausbaupfad für erneuerbare Energien steht weiterhin aus.** Woher und auf welchen Wegen nachhaltig produzierter Wasserstoff verlässlich importiert werden kann, bedarf weiterhin einer intensiven und vor allem ergebnisoffenen politischen und gesellschaftlichen Debatte. Zudem ist mitzuberücksichtigen, dass für Bereiche, in denen Wasserstoff schon bisher eine wichtige Rolle einnimmt, vor diesbezüglichen Preis- und Beschaffungsproblemen geschützt werden, die aus der deutlich steigenden Nachfrage nach Wasserstoff resultieren können.

Besonders bedeutende Einsatzbereiche wasserstofftechnologischer Ansatzpunkte können in der Umstellung der klimaintensiven industriellen Produktion z. B. von Stahl (Einsatz von Wasserstoff bei der Erzreduktion) ebenso liegen wie in der Umwandlung von abgeschiedenen CO₂ z. B. bei der Produktion von Kalk oder Zement in Kohlenwasserstoffe, die wiederum zusammen mit Wasserstoff zu E-Fuels weiterverarbeitet werden

können. Dies wird positive Effekte gerade auch für die Bau- und metallverarbeitenden Handwerke im Hinblick auf ihre eigenen Emissionsbilanzen im Kontext von „Scope 3“ (hier Einsatz nachhaltiger Ressourcen) haben.

Wichtige originäre Einsatzfelder des Wasserstoffs können dort liegen, wo absehbar stromgeführte Lösungen nicht verfügbar bzw. wirtschaftlich nicht tragfähig wären. Trotz der großen industriepolitischen Bedeutung der Wasserstofftechnologie müssen daher auch die Pfade zur Entwicklung weiterer, gerade auch **handwerksrelevanter Anwendungsfelder** für H₂ beschriftet und mit angemessenen Ressourcen ausgestattet werden. Andernfalls würden wichtige technologische Entwicklungspfade dauerhaft blockiert.

Im **Mobilitätsbereich** kann Wasserstoff über den Einsatz in Brennstoffzellen eine sinnvolle Einsatzoption und Ergänzungsfunktion haben. Dies gilt beispielsweise in Bereichen hoher Reichweitenanforderungen insbesondere im Nutzfahrzeugbereich, ohne dass hierbei das PKW-Segment unberücksichtigt bleiben sollte. Dabei ist aber auch im Batteriebereich eine hohe Innovationsdynamik zu verzeichnen. Es kann und muss dem Innovationswettbewerb überlassen bleiben, wo welche Techniken prioritäre Einsatzfelder finden oder sich ergänzen.

Ein weiteres potenzielles Einsatzfeld der Wasserstofftechnik kann im Bereich der dezentralen Stromerzeugung in Kombination mit Solaranlagen für Einzelgebäude, Quartiere und Siedlungen liegen.

Mit Wasserstoff verbinden sich nicht nur Potenziale für die Energiewende und den Klimaschutz, sondern auch wirtschaftliche Perspektiven für zukunftssichere neue Arbeitsplätze und die Intensivierung der Wertschöpfung in den Regionen. Der verstärkte **Kompetenzaufbau** im Wasserstoffbereich trägt damit zur langfristigen Sicherung des Technologie- und Produktionsstandortes Deutschland und zur erfolgreichen Bewältigung

von Strukturwandlungsprozessen bei. **Handwerk und Mittelstand können hier einen wichtigen Beitrag leisten.**

Nach Ansicht des Handwerks ist deshalb die Beschäftigung mit den in diesem Zusammenhang bestehenden Herausforderungen der Technik, des Transports, der Wirtschaftlichkeit und der Sicherheit von Wasserstoffanwendungen weiter zu intensivieren. Dabei müssen (perspektivisch) zielführende Anwendungsfelder identifiziert und zeitnah in die Praxisanwendung gebracht werden. Diese Anstrengungen müssen parallel sowohl im Handwerk und in der Industrie, in weiteren Wirtschaftsbranchen, in Wissenschaft und Forschung als auch in den Wirtschafts- und Strukturförderungspolitiken von Bund, Ländern und Kommunen unterstützt werden.

Auch unter standortpolitischen Gründen kann die Entwicklung und Förderung neuer wasserstoffbezogener Wertschöpfungsketten einschließlich des Handwerks zielführend sein. So könnten beispielsweise in den vom Kohleausstieg betroffenen Regionen Wasserstoffcluster dazu beitragen, den Strukturwandel positiv zu begleiten.

Rolle des Handwerks in der zukünftigen Wasserstoffwirtschaft

Die große Nähe des Handwerks zu seinen privaten wie industriellen Kunden ist ein zentraler Hebel zur beschleunigten Umsetzung von Wasserstofftechnologien. Diese wichtige Schnittstellenfunktion hat das Handwerk auch bei der nunmehr beschleunigt erfolgenden Etablierung der Elektromobilität unter Beweis gestellt. Diese zentrale Schnittstellenfunktion muss gestärkt werden.

Das deutsche Handwerk stellt sich als wichtiger Kompetenzträger, Akteur, Anwender und Dienstleister in den Bereichen der Mobilität, Energietechnik und Anlagenbau frühzeitig auf die Entwicklungen im Wasserstoffbereich ein, um sie aktiv mitzugestalten.

Kernbotschaften des Handwerks

- Das Handwerk bekennt sich ausdrücklich zu **Nachhaltigkeit und Klimaschutz**. Die intensive Nutzung erneuerbarer Energien, die Optimierung der Gebäudeenergiebilanz, eine emissionsarme Organisation von Mobilität und eine verstärkte Koppelung der Sektoren sind dazu die zentralen Ansatzpunkte.
- Das Handwerk fordert eine Verstärkung und **Beschleunigung der Umsetzung der Wasserstoffstrategie**, damit die technologischen und ökologischen Potenziale in den geeigneten Einsatzfeldern zügig und auch wirtschaftlich effizient erschlossen und fortentwickelt werden können.
- Sowohl in die einschlägigen wissenschaftlichen Forschungen als auch in den Markthochlauf müssen die **Kompetenzen und Umsetzungspotenziale des Handwerks** originär mit einbezogen sein.
- Das Handwerk vertritt den Grundsatz der **Technologieoffenheit**: Angesichts der erheblichen Dimension der durch die geplante Umsetzung der Klimaschutzziele in den nächsten Jahren bevorstehenden Umbrüche in den Bereichen der Mobilität, der Energieversorgung und der handwerklichen und industriellen Produktionstechnik ist es notwendig, unterschiedliche Technologien und Medien für Energiespeicherung/-umwandlung/-transport in den Blick zu nehmen und in geeigneten Feldern zur Anwendungsreife zu bringen.
- Aus Sicht des Handwerks haben alle heute diskutierten technologischen Ansätze (Batterieelektrik, Wasserstoff in Brennstoffzellen oder Wasserstoff in Verbindung mit anderen Energieumwandlungen, E-Fuels, sonstige Gastechiken etc.) ihre jeweiligen Stärken und Schwächen, die in unterschiedlichen Anwendungsbereichen (z. B. Antrieb von leichten und schweren Fahrzeugen, Heizungs-

techniken in unterschiedlichen Gebäudegrößen) und ggf. an unterschiedlichen Standorten sehr differenziert zu bewerten sind. Die „**Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie**“ sollte deshalb ergebnisoffen auf ihre Praxistauglichkeit und Wirtschaftlichkeit in unterschiedlichen Anwendungssektoren – auch in der Anwendung beim Kunden – erprobt werden. Betrachtet werden soll sowohl die direkte Energienutzung als auch die Potenziale des Wasserstoffs im Rahmen der Sektorkopplung.

- Auch die Nutzung von Wasserstoff unterliegt dem Primat der Wirtschaftlichkeit. Die Nutzung von Wasserstoff bietet sich deshalb insbesondere dort an, wo er zu **den geringsten Kosten zur Treibhausgas-Minderung** beitragen kann. Dies darf aber nicht a priori dazu führen, dass die Verfügbarkeit von Wasserstoff auf einen einzigen Bereich beschränkt wird. In allen Bereichen muss die Möglichkeit bestehen, die jeweils effizientesten Technologien und Problemlösungen zu entwickeln.
 - Der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland sowie die Nutzung von Stromerzeugungsüberschüssen bei geringerer Verbrauchernachfrage eröffnet Spielräume zur **großtechnischen Erzeugung von Wasserstoff in Deutschland**.
 - Das Handwerk spricht sich dafür aus, dabei auch **dezentrale und kleinteiligere Ansätze der H₂-Produktion und Anwendung** in den Blick zu nehmen, da dadurch, z. B. durch kleinere EE-Anlagen von Betrieben, weitere Erzeugungspotenziale erschlossen werden können und die regionale Wertschöpfung und Sektorkopplung vor Ort flankiert werden kann.
 - Der Aufbau einer „Wasserstoffwirtschaft“ setzt angesichts des hohen Stromeinsatzes bei der Wasserstoffgewinnung ergänzende **grenzüberschreitende Lösungen** voraus,
- da zum einen Strom in Deutschland für wirtschaftlich tragfähige und großvolumige H₂-Erzeugungen noch zu teuer ist und zum anderen die erforderlichen (erneuerbaren) Strommengen in Deutschland bei gleichzeitig (noch) nicht hinreichender Netzinfrastruktur nicht verfügbar sind. Angesichts der massiv steigenden Nachfrage nach erneuerbar erzeugtem Strom durch die Elektrifizierung vieler Sektoren ist selbst bei deutlichem Ausbau der innerdeutschen Produktion keine Deckung innerhalb der deutschen Grenzen absehbar.
- Ziel ist es, „**grünen**“, d. h. mit **erneuerbaren Energien erzeugten Wasserstoff einzusetzen**. Dabei sind aber Übergangsregelungen anzustreben, um zunächst auch Wasserstoff aus anderen (möglichst nachhaltigen) Quellen nutzen zu können, damit der Technologiehochlauf schnell erfolgen kann.
 - Anwender und Erzeuger von Wasserstoff aus Handwerk und Mittelstand müssen diskriminierungsfreien **Zugang zu allen Bereichen der Produktion, Nutzung, Förderung, Wartung und Infrastruktur** bekommen: Die strikte Wahrung der Mittelstandsgerechtigkeit der Rahmensetzungen ist unbedingte Voraussetzung für einen Erfolg der Wasserstoffstrategie. Das Handwerk muss in seiner Breite die Möglichkeit haben, die Technik nicht nur innerhalb der eigenen Betriebe umzusetzen, sondern auch ohne unangemessene Hürden einschlägigen Service für Industrie- und Privatkunden anzubieten.
 - Service wie Anwendung, ggf. auch Herstellung und Weiterverarbeitung, dürfen nicht auf großmaßstäbliche Strukturen beschränkt werden, sondern erfordern unbedingte **Anbiervielfalt**. Daher ist ein **offener Zugang zu den neuen Technologien, Vertriebsstrukturen und Daten** im Verhältnis des Handwerks zu den Herstellern und

Energielieferanten notwendig, so dass das Handwerk entlang der gesamten Wasserstoffwertschöpfungskette tätig sein kann. **Anschlusszwänge** sind auch im Hinblick auf Wasserstofftechnologien grundsätzlich **zu vermeiden**.

Für das Handwerk sind vor diesem Hintergrund vor allem folgende Einsatzbereiche denkbar:

Mobilität

- Die Wasserstofftechnik kann im **Mobilitätsbereich** insbesondere dort ein wichtiges Anwendungsfeld finden, wo batterieelektrische Lösungen noch nicht alle Leistungsanforderungen abdecken können. Chancen für „mobile“ Brennstoffzellen liegen in ihrem Potenzial für höhere Reichweiten, geringere Tankzeit, großem Zuladegewicht und hoher Zuglastfähigkeit. Zusätzlich kann bei der Versorgungsinfrastruktur auf dem bestehenden ausgedehnten Tankstellennetz aufgebaut werden.³
- Damit bietet sich die Wasserstofftechnik insbesondere als **Antriebstechnik für schwere Nutzfahrzeuge** (über 3,5 Tonnen, vor allem über 7,5 Tonnen zGG), Busse, Bahnen, Baufahrzeuge, Landmaschinen, Sonderfahrzeuge und im Boots-, Fähr- und Schiffsbau neben der Weiterentwicklung der Batterieelektrik in diesem Bereich an.
- Inwieweit die Wasserstofftechnik auch für weitere (leichtere) Fahrzeugkategorien praxistauglich ist bzw. tragfähige Kostenstrukturen generieren kann, muss sich im Wettbewerb zeigen. Als Antriebstechnik wäre H₂ perspektivisch bei optimierten Kostenstrukturen und unter der Voraussetzung massiv

gewachsener Verfügbarkeit z. B. für **leichte Nutzfahrzeuge und Pkw** mit hohen Laufleistungen zu prüfen.

- Auch der Einsatz **CO₂-neutraler oder CO₂-minimierter synthetischer Kraftstoffe** bietet Möglichkeiten zur Emissionssenkung im Straßenverkehr. Fast alternativlos ist aus heutiger Sicht der Einsatz von synthetischen Kraftstoffen als Ansatzpunkt der Emissionsminderung im Luftverkehr. Über die Rolle als Energielieferant für die Brennstoffzelle hinaus, ist in dieser Hinsicht zu prüfen, ob Wasserstoff als Basis für solche synthetische Kraftstoffe (E-Fuels) zur Erzielung von CO₂-Einspareffekten im Fahrzeugbestand dienen kann. Selbst eine deutliche Beschleunigung der Marktdurchdringung alternativer Antriebe könnte aufgrund der langen Restnutzungsdauer des großen Fahrzeugbestandes in Deutschland nicht die gleichen zeitnahen Reduzierungseffekte wie ein Einsatz von in der Gesamtbilanz CO₂-freien Treibstoffen erzielen. Die technische und ökonomische Machbarkeit von E-Fuels sollte deshalb ergebnisoffen weiter geprüft werden. Die Produktion von synthetischen Kohlenwasserstoffen könnte z. B. mit zunehmender klimaneutraler Erzeugung von Grundstoffen wie Zement kombiniert werden.

Heizung und Energietechnik:

- Auch im Gebäudebereich ist künftig in Hinblick auf Wärme und Stromversorgung von einem Technologiemix auszugehen.
- Wasserstoff kann im Gebäudebereich auf verschiedene Wege eingesetzt werden: Zuführung über reine H₂-Gasleitungen und Nutzung in Brennstoffzellensystemen, als Beimischung ins vorhandene Erdgasnetz und Nutzung in konventionellen Gasbren-

³ ZDH Positionspapier - Handwerk und Zukunft der Mobilität 2020, https://www.zdh.de/fileadmin/user_upload/Positionspapiere/Wirtschaft_Energie_Umwelt/ZDH-Positionspapier_-_Handwerk_und_Zukunft_der_Mobilitaet_20200219.pdf

nern sowie in dezentralen Wasserstoffsystemen mit EE-Erzeugungsanlagen und Elektrolyseur.

- Die Einspeisung von Wasserstoff in das vorhandene Gasnetz kann schon heute schrittweise erhöht werden (bis derzeit max. 20 Vol.%⁴), setzt aber eine Ertüchtigung des Gasnetzes (Schaffung neuer Sicherheits- und Anslusstechologien) sowie technische Anpassungen beim Verbraucher (z. B. Umrüstung von Gasbrennern und Wärmemengenzählern) voraus.
- **Stromversorgung:** Die Nutzung von Wasserstoff- und Brennstoffzellensystemen kann sich möglicherweise auch für die Realisierung von (teil-)autarken Lösungen zur Gebäudeenergieversorgung im Neubau von Ein- bzw. Mehrfamilienhäusern anbieten. Dabei wird der Wasserstoff zunächst vor Ort durch Elektrolyse erzeugt, gespeichert und dann per Brennstoffzelle rückverstromt, um den Strom- und Wärmebedarf des Gebäudes zu decken. Der Wärmebedarf, der über die Abwärme der Brennstoffzelle hinausgeht, könnte elektrisch z. B. über eine Wärmepumpe bereitgestellt werden. **Niedrigenergie- oder Passivhäuser mit deutlich geringerem Wärmebedarf** eignen sich daher besonders für diese Variante, weil die zusätzliche Wärmeerzeugung verringert werden kann. Auf einen Netzanschluss sollte jedoch für eventuelle Ausfälle des Wasserstoffsystems nicht gänzlich verzichtet werden. Auch Quartierslösungen bzw. Micro Grids können so realisiert werden. Der Einsatz von H₂-BHKWs oder stationären Brennstoffzellen als regionale Quartierslösung ist derzeit noch kostenintensiv, wie insgesamt die Umsetzung solcher Lösungen von ihrer (relativen) Kosteneffizienz abhängen wird.

- Wasserstoff ist geeignet, die Erzeugung erneuerbarer Energien mit den energieverbrauchenden Sektoren zu verbinden (**Sektor-kopplung**), sei es durch Pipelines, durch den Transport über die Straße, die Schiene oder die Wasserwege. Gerade bei der Speicherung größerer Energiemengen kann Wasserstoff gegenüber anderen Technologieansätzen gewisse positive Skalierungseffekte haben.

Dienstleistung für Industrie und Eigenproduktion

- Überall dort, wo Wasserstoff erzeugt, auf ein Transportmedium übertragen und dort, wo er zur Energieerzeugung oder für chemische Prozesse verwendet wird, bedarf es spezifischer handwerklicher Dienstleistungen. So ist Handwerk als Dienstleister unverzichtbar bei industriellen Anlagen, wo z. B. in Chemie- oder Stahlindustrie Wasserstoff zukünftig eingesetzt wird.
- Bislang liegt der Schwerpunkt der Diskussion in Hinblick auf die Erzeugung von Wasserstoff eher auf **großdimensionierten Anlagen**, bei deren Errichtung, Betrieb und Wartung das Handwerk seine Kompetenzen einbringen kann. Mittelfristig werden jedoch auch **kleinere Elektrolyseanlagen** marktfähig sein und befinden sich bereits im Prozess der Markteinführung. Diese können komplett vom Handwerk errichtet oder sogar selbst betrieben werden, z. B. in Kombinationen von Anlagen der erneuerbaren Energien (Solar/Wind) und der Elektrolyse auf eigenen Betriebsgrundstücken.

Maßgeblich involvierte Gewerke

- Elektro- und Informationstechnisches Handwerk: Die Erweiterung der Gebäudetechnik

⁴ FH ISI, FH ISE (2019): Eine Wasserstoff-Roadmap für Deutschland. <https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/ueber-fraunhofer/wissenschaftspolitik/Positionen/Fraunhofer-Wasserstoff-Roadmap.pdf>

im Sicherheits- und Überwachungsbereich für H₂- und Brennstoffzellenanwendungen (inkl. regenerative Stromerzeugung und Elektrolyse) erfordert zwingend die Kompetenzen der Elektro- und Informationstechnischen Handwerke, z. B. im Bereich des Aufbaus der Energieversorgung sowie bei der Gebäudesystemintegration.

Da in den elektrotechnischen Gewerken viele Zukunftsthemen vereint werden (EE, Smart Home, Digitalisierung u. Ä.) muss ein Fachkräfteausbau forciert werden, um den Transformationsprozess sicherzustellen.

Aufgrund seines hohen Umsatzanteils an gewerblichen und industriellen Dienstleistungen wird das Elektrohandwerk auch hier als Zulieferer und Systemanbieter für Wasserstofftechnologien auftreten.

- Sanitär/Heizung/Klima: Erhebliche CO₂-Minderungspotenziale liegen im Wärmemarkt. Einbau und Wartung von Heizungen auf Brennstoffzellenbasis, H₂-BHKW und Service für Wasserstoffleitungen/-anschlüsse/-speicher sind ein zentrales Kompetenzfeld für das SHK-Handwerk. Hierbei werden auch Kompetenzen für hybride Techniken erforderlich sein. Schon heute sind die neuen Anlagen im Privatkundenbereich für den zukünftigen H₂-Einsatz vorzubereiten bzw. bereits Brennstoffzellenheizungen als marktreife und hocheffiziente Technologie in geeignete Gebäude einzubauen. Dem SHK-Handwerk kommt eine zentrale Rolle bei der Beratung von Hauseigentümern zu, die innovative und zukunftssichere Wege gehen wollen. Gemeinsam mit den E-Gewerken ist das SHK-Handwerk ein entscheidender Akteur der Sektorkopplung.
- Schornsteinfeger: Das Schornsteinfegerhandwerk kann Kompetenzen für wachsende

Kontroll-/Überwachungsaufgaben im Bereich der Wasserstofftechnik bieten. Hierzu erfolgt ein steter Kompetenzausbau im Bereich Energiedienstleistungen, Ausstellen von Sanierungsfahrplänen und Effizienzchecks, die auch Wasserstofftechnik einschließen werden.

- Kraftfahrzeughandwerk: Für die Kfz-Gewerke bieten zukünftig Verkauf, Wartung, Reparatur von Brennstoffzellenfahrzeugen und ggf. Tankdienstleistungen Chancen für neue „wasserstoffbezogene“ Spezialisierungen in den Betrieben. Die hohe Reichweite und geringe Tankdauer sprechen nach Ansicht des Kraftfahrzeuggewerbes für den Einsatz von Wasserstoff in Nutzfahrzeugen und Pkw, insbesondere bei Flotten- und Langstreckenfahrzeugen.⁵

Durch den Umgang mit Gas-Fahrzeugen sind Kraftfahrzeugwerkstätten sowohl bezüglich der Mitarbeiterqualifikation als auch in Bezug auf die Werkstattausstattung bereits darauf vorbereitet, auch mit Wasserstofffahrzeugen umzugehen.

- Gewerke mit schweren Nutzfahrzeugen und Baumaschinen: Insbesondere für die Baugewerke sowie Industrielieferer aus dem Handwerk und andere Nutzer schwerer Nutzfahrzeuge (z. B. Wäschereien) sowie ggf. Baumaschinen ist die Wasserstofftechnik zukünftig eine interessante Alternative für die Fuhrparks. Potenziale der Sektorkopplung (eigene Elektrolyse) auf den Betriebsgrundstücken können dabei geprüft werden. Der Einsatz CO₂-freier Fahrzeuge wird ggf. zukünftig verstärkt von Auftraggebern verlangt. Das notwendige Segment kann aber absehbar nicht in allen Fällen mit batterieelektrischen Fahrzeugen abgedeckt werden.

⁵ Positionspapier: Wasserstoff im Kfz-Gewerbe – Dezember 2020 – Zentralverband des Deutschen Kraftfahrzeuggewerbes

- Landmaschinentchnik: Im Bereich der Landmaschinen, die eine hohe Leistungserfordernis haben, bieten sich Chancen für den Einsatz von H₂-Brennstoffzellen, insbesondere wenn sie mit dezentraler Erzeugung von Wasserstoff in ländlichen Regionen verbunden werden können.
- Anlagebauer, Apparatebauer: Im Bereich der Errichtung von komplexen Bauten für die Industrie, Service für Tankanlagen und insgesamt der Wartung von Anlagen der Industrie besitzt das Handwerk eine große Relevanz, die es hinsichtlich des Übergangs zur Wasserstofftechnik insbesondere in der chemischen Industrie und der Stahlerzeugung durch Kompetenzaufbau weiterentwickelt.
- Metallhandwerke: Zur Stahlindustrie sowie zum Maschinen- und Fahrzeugbau bestehen intensive Verflechtungen. Die Strukturwandelprozesse in der Stahl- und Automobilindustrie betreffen deshalb maßgeblich auch das Metallhandwerk. H₂-Einsatz könnte eine Alternative sein, um Prozessenergie und chemische Prozesse in Gang zu setzen. Klima-neutral erstellter Stahl hat grundsätzlich einen sehr positiven Einfluss auf „Scope 3“ im Rahmen des Treibhausgasmonitorings der einschlägigen Handwerksbetriebe.
- Baugewerke: Der Bausektor wird zukünftig wasserstoffbasierte Mobilitäts- und Transportangebote sowie mit Wasserstoff klimaneutral erzeugte „grüne“ Baustoffe, wie Beton, Mauerwerk, Stahl, nutzen, um seine CO₂-Emissionen zu minimieren. Die Nutzung CO₂-freier Transportmöglichkeiten und klimaschonend erzeugter Baumaterialien fördert die betriebliche Nachhaltigkeit und erschließt so Wettbewerbsvorteile.

Das Handwerk steht bereit

- Bei Betrieben, Fachverbänden und Handwerkskammern besteht bereits jetzt **großes Interesse** an der Wasserstofftechnik. Dies ist nicht zuletzt am Interesse an Informationsveranstaltungen abzulesen.
- Im Rahmen der weiteren Diskussion der Thematik Wasserstoff im Handwerk sollten notwendige Schritte der Vorbereitung (z. B. der Beratung, Bildung, Technik) aufs **Engste mit der zeitlichen Perspektive der Realisierbarkeit** (in den jeweiligen Anwendungsfeldern) gekoppelt werden, um Enttäuschungen und Fehlinvestitionen zu vermeiden.
- **Qualifizierung**: Auf die sich abzeichnenden Herausforderungen stellt sich das Handwerk durch die Weiterentwicklung von beruflichen Qualifikationen in den jeweiligen Gewerke ein. Zahlreiche Kammern und Fachverbände informieren und sensibilisieren die Betriebe bereits jetzt zu Wasserstoff und Brennstoffzellen. So sind z. B. die Vorbereitungen für bundesweite Schulungen und Weiterbildungen zum Wasserstoff im ZVSHK in Zusammenarbeit mit der Gas- und Heizungswirtschaft bereits angelaufen. Bildungszentren des Handwerks qualifizieren schon zu Schwerpunkten in der Wasserstofftechnik.⁶
- Handwerksbetriebe müssen ihre Fähigkeiten zur Übernahme komplexer Aufgaben (bspw. **Gebäudesystemintegration** durch den „Elektroniker für Gebäudesystemintegration“) in Bezug auf die Wasserstofftechnologie weiterentwickeln. Dazu werden teils klassische Grenzen der Gewerke überschritten und neue Anforderungen an Sicherheits- und Verbindungstechniken gestellt. Die entsprechend erforderlichen Kompetenzen für die

⁶ Weiterbildungszentrum für innovative Energietechnologien WBZU der Handwerkskammer Ulm <http://www.wbzu.de/seminare/infopool/infopool-wasserstoff>

Handwerksbetriebe sind zu identifizieren und zu entwickeln.

- Im Zusammenhang mit Wasserstoff sind ebenfalls die schon seit längerem im Handwerk laufenden **Digitalisierungsschulungen** (digitale Anbindung und Überwachung) auf dieses Feld hin zu spezifizieren. Zusatzqualifikationen im Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Bereich sind dafür ebenso zu prüfen wie die Anpassung der Rahmenlehrpläne.
- **Netzwerke:** Die Umweltzentren und Bildungszentren der Handwerkskammern und Verbände eignen sich besonders als Plattformen des Wissenstransfers. Industriepartnerschaften können dazu dienen, einen noch unmittelbareren Bezug zum aktuellen Forschungs- und Entwicklungsstand herzustellen und regionale Netzwerke mit der Wissenschaft zu stärken. Der ZDH kann dabei als Schnittstelle zwischen Kammern und Fachverbänden zu Wissenschaft und Industrie fungieren.
- Das bestehende **Netzwerk zur Qualifizierung (KomZen)** sowie das BIT-Berater-Netzwerk können zur fachgerechten Beratung der Betriebe genutzt und weiterentwickelt werden.
- Um den **Wissenstransfer** in die Betriebe sicherzustellen, müssen Werkstätten der Bildungs- und Technologiezentren mit den entsprechenden Technologien ausgestattet werden. Ein weiterer wichtiger Impuls für den bilateralen Wissenstransfer kann zudem die Forschungspartnerschaft zwischen ZDH und Fraunhofer sowie DLR sein.
- Absehbare Entwicklungen in der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien-Forschung sowie die dafür benötigten Fertigkeiten sollten durch den ZDH kanalisiert an die Kammern und Verbände weitergereicht werden, um die Betriebe zu erreichen.
- **Forschungsförderung:** An Forschungs- und Modellvorgaben ist das Handwerk auf vielen Ebenen schon beteiligt. Konkrete Praxisanwendungen werden bislang noch durch hohe Einstiegskosten erschwert. Bei der Weiterentwicklung der Förderbedingungen und Modellvorhaben sollte dies berücksichtigt werden.
- Die Entwicklung von (Weiter-) Bildungskonzepten für die verschiedenen Gewerke kann durch übergreifende Forschungsprojekte flankiert werden. Das Handwerk kann sich **proaktiv an Projekten beteiligen**, um die Belange des Handwerks und den kompetenzbasierten Ansatz für KMU von Seiten der Handwerksorganisationen frühzeitig einzubringen und Best-Practice-Anwendungen umzusetzen.
- Der grundsätzliche Ansatz der Technologieoffenheit wird eine weitere **Spezialisierung von Betrieben** und eine entsprechende Ausstattung mit Werkzeugen und Technik nach sich ziehen. Dabei ist eine gleichberechtigte Zusammenarbeit mit der Industrie essenziell, damit das Handwerk in der Breite entsprechende Wartungs- und Reparaturleistungen erbringen kann.
- Zur langfristigen Vorbereitung des Marktfeldes kann auch die Entwicklung einer gemeinsamen **Fachkräftestrategie** mit der Industrie zählen.
- Bei der **Vermittlung der technischen Lösungsangebote** in die betriebliche Praxis ist es erforderlich, etablierte Ansätze, wie die der „Mittelstandsinitiative Energiewende und Klimaschutz“⁷ zu berücksichtigen, so dass ein branchenspezifischer, maßgeschneiderter

⁷ [Mittelstandsinitiative Energiewende und Klimaschutz \(mittelstandsinitiative-energiewende.de\)](https://www.mittelstandsinitiative-energiewende.de/)

Einsatz der Technologie verwirklicht werden kann.

Forderungen des Handwerks

- **Förder- und Investitionsprogramme** sind insbesondere für die kleinen und mittelständischen Betriebe des Handwerks notwendig, um sie bei der Überwindung von Innovationshürden zu flankieren. Direkte Umsetzungsprojekte zur Anwendung der Wasserstofftechnik innerhalb von Handwerksbetrieben scheitern aber zurzeit noch an nicht adäquaten Rahmenbedingungen, die meist kleinteilige Vorhaben nicht ermöglichen. Neue Programme sollten unbürokratisch und mittelstandsgerecht ausgestaltet werden und spezifischer als heute auf die Bedarfe des Handwerks ausgerichtet werden.
- Erforderlich sind gezielte **und langfristig angelegte Unterstützungen der Brennstoffzellentechnik im Mobilitäts- und Gebäudereich bei dauerhaft** planungssicherer Gleichstellung der Förderungen mit anderen klimaschonenden Technologien.
- **Unterstützung von kleinen und mittelständischen Betrieben** bei der Implementierung der Wasserstofftechnik: Für die Betriebe ist sowohl als Nutzer, Servicedienstleister als auch als Erzeuger ein gleichberechtigter Zugang zu den Techniken zu ermöglichen.
- Schaffung von **Plattformen** unter Beteiligung der Handwerksorganisation, um im Handwerk entstandene innovative Ansätze und Entwicklungen zu verstetigen und zu verbreiten.
- Flankierung des **Ausbaus gewerkeübergreifender Bildungs- und Kompetenzstrukturen für die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik** – und damit einem zentralen Aspekt der Sektorkopplung - im Handwerk durch öffentliche Förderung,

Entwicklung und Aufbau/Weiterentwicklung bestehender Einrichtungen und Errichtung eines Kompetenzzentrums, das sich mit grundsätzlichen Aspekten der Sektorkopplung unter integraler Berücksichtigung auch der Wasserstoffthematik befasst.

- Die zur Kompetenzvermittlung erforderliche **Ausstattung von Schulungswerkstätten und Bildungszentren** sollte ebenso finanziell gefördert werden, wie die Schulungs- und dazugehörigen Nebenkosten einschließlich der Weiterbildung der Betriebsberater sowie der BIT-Berater und des Ausbildungspersonals in den Bildungs- und Technologiezentren.
- Die Sicherung eines **gleichwertigen Zugangs für Handwerk und Mittelstand zu Wasserstoff-Ressourcen und den verbundenen Infrastrukturen** ist bereits zu Beginn des Markthochlaufes sicherzustellen. Dabei ist jede Benachteiligung gegenüber anderen Nutzungsansprüchen (z. B. in Industrie oder Luftfahrt) zu vermeiden.
- Der Zugang von dezentralen und mittelständischen Strukturen zu zukünftigen H₂-Leitungsnetzen ist sicherzustellen.

./.