

# Die Bedeutung des Wasserstoffhochlaufs für den Arbeitsmarkt und die Berufsbildung in Deutschland



**MAXIMILIAN SCHNEIDER**  
wiss. Mitarbeiter im BIBB  
maximilian.schneider@bibb.de



**ALEXANDER SCHUR**  
wiss. Mitarbeiter im BIBB  
alexander.schur@bibb.de

**Der Aufbau der Wasserstoffwirtschaft ist ein zentrales Element der deutschen Klimapolitik. Der Beitrag fasst die Ergebnisse zweier BIBB-Projekte zusammen, die die Auswirkungen des Wasserstoffhochlaufs auf den Gesamtmarkt und auf das duale Berufsbildungssystem untersuchen. Neben zu erwartenden positiven ökonomischen Impulsen und Beschäftigungseffekten zeigt sich, dass bestehende Ausbildungsberufe bereits gute Ausgangsbedingungen für wasserstoffbezogene Tätigkeiten bieten, es aber passgenauer Qualifizierungsangebote bedarf.**

## Grüner Wasserstoff – Hoffnung und Herausforderung

Grüner Wasserstoff, der unter Einsatz von regenerativ erzeugtem Strom mittels Elektrolyse gewonnen wird, ist ein großer Hoffnungsträger in der Transformation hin zu einer klimaneutralen Gesellschaft. Als erneuerbarer Energieträger und als industrieller Roh- und Hilfsstoff können grüner Wasserstoff und seine Folgeprodukte entscheidend dazu beitragen, das Energie-, Wirtschafts- und Verkehrssystem zu dekarbonisieren und eine flexible Nutzung erneuerbarer Energien zu ermöglichen. Mit der Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie hat die Bundesregierung die ursprünglichen Ausbauziele für grünen Wasserstoff angehoben und beabsichtigt, Deutschland bis 2030 zu einem »Leitmarkt für Wasserstofftechnologien« zu entwickeln (BUNDESREGIERUNG 2023).

Um mögliche Fachkräfteengpässe oder Qualifizierungslücken frühzeitig identifizieren zu können, wird am BIBB im Rahmen von zwei unterschiedlich ausgerichteten und durch das BMBF-geförderten Forschungsprojekten untersucht, welche Berufe, Qualifikationen und Kompetenzen für den vermehrten Einsatz von grünem Wasserstoff benötigt werden. Im Projekt »Arbeitskräftebedarf und Arbeitskräfteangebot entlang der Wertschöpfungskette Wasserstoff« (Start November 2021) wird anhand von Szenarioanalysen untersucht, in welchen Wirtschaftsbereichen und Berufsgruppen Arbeitsmarkteffekte durch den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft ausgelöst werden. Im Projekt »H2PRO« (Start Oktober 2021) wird ermittelt, welche Ausbildungsberufe und Qualifikationen für den Wasserstoffhochlauf benötigt werden und ob die erforderlichen Kompetenzen in den Ordnungsmitteln der Ausbildungsberufe ausreichend

abgebildet sind. Anzumerken ist, dass von quantitativen Arbeitsmarktveränderungen nicht direkt auf Weiterbildungs- bzw. Qualifizierungsbedarfe geschlossen werden kann.

## Auswirkungen einer grünen Wasserstoffwirtschaft auf die Wirtschaft und den Arbeitsmarkt

Für die Analyse der Arbeitsmarktfolgen, die sich durch den Aufbau einer grünen Wasserstoffwirtschaft ergeben, wird im Rahmen des Projekts »Arbeitskräftebedarf und Arbeitskräfteangebot entlang der Wertschöpfungskette Wasserstoff« eine Szenarioanalyse auf Grundlage des Modellinstrumentariums der Qualifikations- und Berufsprojektionen (QuBe) vorgenommen.<sup>1</sup> Die QuBe-Projektionen werden unter der gemeinsamen Leitung des BIBB und des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für Wirtschaftliche Struktur- und Arbeitsmarktforschung (GWS) durchgeführt. Anhand von Modellrechnungen zeigen sie konsistente Entwicklungspfade auf, wie sich die Wirtschaft und der Arbeitsmarkt in Deutschland langfristig entwickeln könnten (vgl. ZIKA u. a. 2023). Arbeitskräfteangebot und -bedarf lassen sich dabei getrennt nach 63 Wirtschaftszweigen, 144 Berufsgruppen sowie vier Qualifikations- bzw. Anforderungsniveaus ausweisen. Um die Auswirkungen unterschiedlicher Entwicklungspfade zu analysieren, dient die QuBe-Basisprojektion der siebten Welle als Referenzszenario (vgl. MAIER u. a. 2022). Das »Wasserstoffszenario« als Alternativszenario enthält Annahmen, die mit dem Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft verknüpft sind (vgl. SCHUR u. a. 2023). Aus den Differen-

<sup>1</sup> Vgl. [www.qube-projekt.de](http://www.qube-projekt.de)

zen zwischen Referenz- und Wasserstoffszenario lassen sich dann die Gesamtbeiträge für die Volkswirtschaft und den Arbeitsmarkt ermitteln.

### Szenario-Annahmen

Da sich die Wasserstoffwirtschaft noch in ihrer Aufbauphase befindet, müssen für die Modellierung des Wasserstoffszenarios verschiedene Annahmen getroffen werden. Diese basieren zum Teil auf den Zielen der Nationalen Wasserstoffstrategie (BUNDESREGIERUNG 2020) und werden durch Annahmen aus einer breiten Literaturrecherche sowie aus Interviews mit elf Expertinnen und Experten aus Forschung, Verbänden und Industrie ergänzt. Die Annahmen zum Bedarf an grünem Wasserstoff bilden den Ausgangspunkt für die Beschreibung des Aufbaus einer Wasserstoffwirtschaft. Da der Gesamtbedarf an grünem Wasserstoff die inländischen Produktionskapazitäten übersteigt, wird angenommen, dass die Bedarfslücke durch Importe gedeckt wird. Während die Energienachfrage im Wasserstoffszenario auf dem Niveau des Referenzszenarios bleibt, führt die Energiewende zu einem veränderten Energiemix. Grüner Wasserstoff verdrängt also im Wasserstoffszenario fossile Energieträger in gleicher Höhe und reduziert deren Import. Zudem werden Annahmen zur zusätzlich benötigten Strommenge, zum Aufbau der Wasserstoffinfrastruktur, zum Exportanteil von Wasserstofftechnologien und zur Nutzung von Wasserstoff und dessen Folgeprodukten getroffen, damit die gesamte Wertschöpfungskette abgedeckt ist (vgl. ausführlich SCHUR u. a. 2023).

### Folgen für Wirtschaftswachstum und Arbeitsmarkt

Der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft wirkt sich, gemäß der getroffenen Annahmen, positiv auf das Wirtschaftswachstum aus. Das preisbereinigte Bruttoinlandsprodukt (BIP) liegt zwischen 2022 und 2045 im Wasserstoffszenario jährlich um durchschnittlich 0,32 Prozent (11,7 Mrd. Euro) höher als im Referenzszenario. Weiterhin zeigt sich, dass das höhere BIP-Niveau vor allem durch zusätzlich anfallende Ausrüstungs- und Bauinvestitionen sowie zusätzliche private Konsumausgaben erreicht wird. Höhere Importausgaben dämpfen allerdings die positive Wirkung. Neben den derzeit hohen Importkosten für grünen Wasserstoff haben die steigenden Erdgaspreise im Jahr 2022 die Verschiebung des Kostenvorteils beschleunigt und wirken als Katalysator für den Übergang zu einer »grünen Wasserstoffwirtschaft«. Auch auf den Arbeitsmarkt wirken sich die getroffenen Annahmen zum Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft positiv aus. Zwischen 2022 und 2045 steigt die Zahl der Erwerbstätigen um durchschnittlich 61.000 gegenüber dem Referenzszenario. Durch die im Vergleich zum Referenzszenario positive Wirtschaftsentwicklung und damit einherge-

henden besseren Verdienstmöglichkeiten stellen in diesem Zeitraum durchschnittlich 34.000 Erwerbspersonen mehr ihre Arbeitskraft auf dem Arbeitsmarkt zur Verfügung. Der stärkere Anstieg von Erwerbstätigen im Vergleich zu den Erwerbspersonen führt zu geringeren Erwerbslosenzahlen im Wasserstoffszenario im Vergleich zum Referenzszenario. Für eine differenzierte Betrachtung der Wirkungen des Wasserstoffszenarios auf die Berufsstruktur stellt die Abbildung 1 die zehn Berufsgruppen mit den größten relativen Abweichungen bei den Erwerbstätigen im Vergleich zum Referenzszenario im Jahr 2030 und 2045 dar. So stehen die ersten vier Berufsgruppen in engem Zusammenhang mit der Herstellung nichtmetallischer Erzeugnisse. Da die Herstellung solcher Produkte besonders energieintensiv ist, profitieren die Berufsgruppen aufgrund des zunehmenden Kostenvorteils von Wasserstoff gegenüber fossilen Energieträgern. Folglich liegt in der »industriellen Keramikherstellung und -verarbeitung« die Zahl der Erwerbstätigen im Wasserstoffszenario im Jahr 2045 um etwa 2,2 Prozent über der Erwerbstätigenzahl im Referenzszenario. Aufgrund des gesteigerten Transports von Wasserstoff und anderen Gütern per Schiff übersteigt auch die Zahl der Erwerbstätigen in der Berufsgruppe »Fahrzeugführung im Schiffsverkehr« im Wasserstoffszenario die der Erwerbstätigen im Referenzszenario. Während auch die weiteren in der Abbildung 1 dargestellten Berufsgruppen ausschließlich positive Abweichungen bei den Erwerbstätigen im Vergleich zum Referenzszenario zeigen,<sup>2</sup> lassen die schraffierten Balken erkennen, in welchen Berufsgruppen sich bereits für das Jahr 2021 ein Angebotsengpass an Arbeitskräften auf mindestens Fachkräfteniveau abzeichnet.

Mit Blick auf die Abweichungen der Erwerbstätigenzahlen zum Referenzszenario in den Anforderungsniveaus zeigt sich, dass der Bedarf an Erwerbstätigen im Wasserstoffszenario für jedes Jahr bis zum Ende des Projektionszeitraums in allen Anforderungsniveaus höher liegt als im Referenzszenario (vgl. Abb. 2). Differenziert werden hier die vier Anforderungsniveaus Helfer/-in (i. d. R. ohne formalen Abschluss), Fachkraft (i. d. R. mit abgeschlossener Berufsausbildung), Spezialist/-in (i. d. R. mit Fortbildungsabschluss) und Experte/Expertin (i. d. R. mit akademischem Abschluss). Am stärksten nimmt der Bedarf mit fast 41.000 Erwerbstätigen im Jahr 2045 auf dem Niveau der Fachkräfte zu. Der Bedarf auf Spezialisten- und Expertenniveau ist jedoch relativ – gemessen an der Gesamtzahl der Erwerbstätigen mit diesem Anforderungsniveau – am größten (jeweils 20 % gegenüber 18 % auf Fachkräfteniveau). So geht der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft mit tendenziell höheren Anforderungen an die ausgeübten Tätigkeiten der Beschäftigten einher.

<sup>2</sup> Auf Ebene der Berufsgruppen sind die negativen Effekte so gering, dass sie an dieser Stelle nicht ausgewiesen werden.

Abbildung 1

**Berufsgruppen\* mit den größten relativen Veränderungen der Zahl der Erwerbstätigen (Differenz zwischen Wasserstoff- und Referenzszenario)**

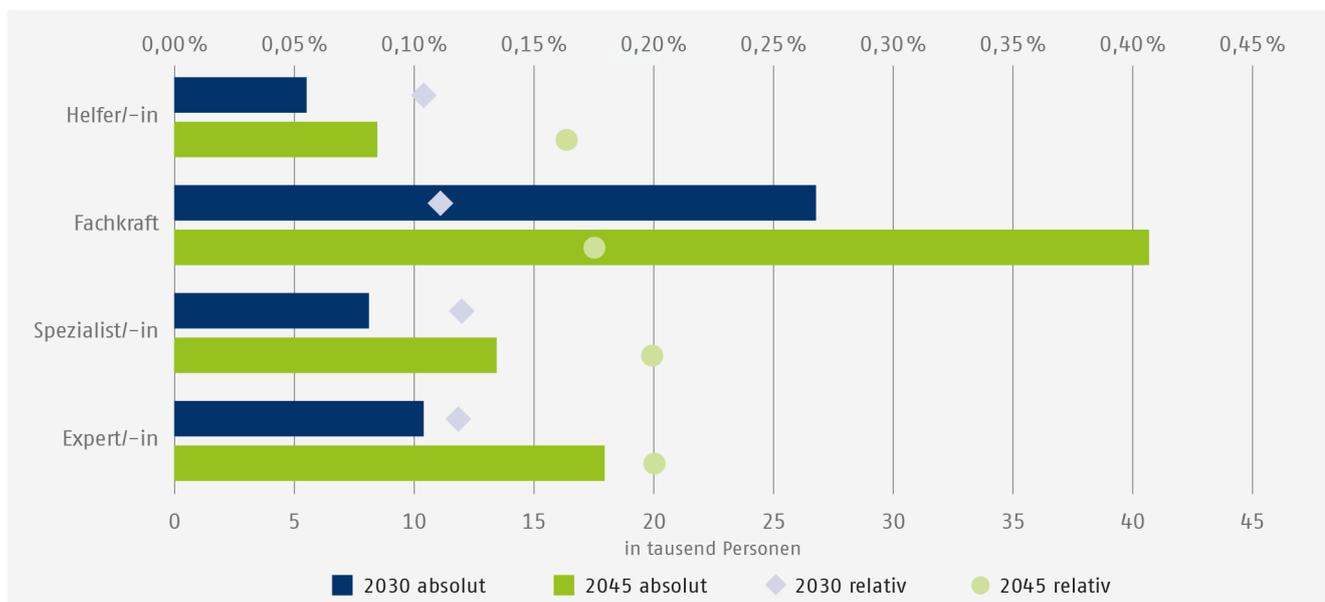


\* 3-Steller der Klassifikation der Berufe – KldB (vgl. <https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Navigation/Grundlagen/Klassifikationen/Klassifikation-der-Berufe/KldB2010-Fassung2020/KldB2010-Fassung2020-Nav.html> 2020)

Quelle: SCHUR u.a. (2023); Engpassanalysen der BA 2022 vgl. <https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Navigation/Statistiken/Interaktive-Statistiken/Fachkraeftebedarf/Engpassanalyse-Nav.html>

Abbildung 2

**Veränderungen der Zahl der Erwerbstätigen nach Anforderungsniveaus (Differenz zwischen Wasserstoff- und Referenzszenario)**



Quelle: SCHUR u.a. (2023)

## Wie ist das Berufsbildungssystem für den Wasserstoffhochlauf aufgestellt?

Durch die Erzeugung und Anwendung von Wasserstoff werden bislang genutzte Technologien und Stoffe ersetzt und bestehende Produktionszusammenhänge verändert, was neue Anforderungen an Kenntnisse und Fertigkeiten der zuständigen Fachkräfte bedeuten kann. Während die QuBe-Projektionen einen Blick auf voraussichtliche Arbeitsmarktentwicklungen ermöglichen, wird im Projekt H2PRO untersucht, welche Qualifizierungsbedarfe mit dem Wasserstoffhochlauf verbunden sind und welche Schlüsse sich für die berufliche Aus- und Weiterbildung ziehen lassen. Das Projekt verfolgt ein qualitatives Untersuchungsdesign:

- *Sektoranalysen*, die auf Literaturstudien und ersten Expertengesprächen basieren, eröffnen einen strukturierten Zugang zum Forschungsfeld und ermöglichen einen ersten Ausblick auf die Fachkräfteebene.
- *Leitfadengestützte Experteninterviews* mit Personen aus Wissenschaft, Verbänden, Bildungseinrichtungen und Unternehmen vertiefen die Befunde der Sektoranalysen.
- *Fallstudien* fokussieren auf Arbeitsaufgaben und -prozesse im betrieblichen Kontext. Da sich Wasserstofftechnologien in einigen Branchen noch in der Entwicklungsphase befinden, lassen sich Arbeitsprozesse allerdings nicht überall beobachten.

Die Sektoranalysen zeigen, dass es sich bei einem Großteil der in der Wasserstoffwirtschaft nachgefragten Ausbildungsberufe um Querschnittsberufe handelt, die in unterschiedlichen Branchen zum Einsatz kommen. So werden für die Wasserstoffherstellungs- und Verteilinfrastruktur bspw. Mechatroniker/-innen, Elektroniker/-innen oder Fachinformatiker/-innen nachgefragt (vgl. ZINKE 2022). Viele der Kompetenzen, die in der Wasserstoffwirtschaft benötigt werden (z. B. das Arbeiten an elektronischen und mechatronischen Systemen), gehören auch in anderen Arbeitskontexten zur Grundvoraussetzung beruflichen Handelns und sind daher bereits als Mindeststandards in Ausbildungsordnungen und Rahmenlehrplänen verankert. Die Ordnungsmittel der dualen Ausbildung sind in der Regel technologieoffen und produktneutral formuliert. Dies gibt Betrieben die nötigen Spielräume, um die Ausbildung an die eigenen Bedarfe anzupassen. Gleichzeitig erlauben die technologieoffenen Mindeststandards eine höhere Unabhängigkeit der Berufe und Beschäftigten gegenüber branchen- und betriebsspezifischen Technologien und Verfahren (vgl. BIBB 2017). Mit Blick auf die Ordnungs- bzw. Systemebene der dualen Berufsbildung ist somit hervorzuheben, dass die gegebenen Rahmenbedingungen bereits eine Anpassung der Ausbildung an die Technologien und Arbeitsaufgaben der Wasserstoffwirtschaft ermöglichen. Da die Kompetenzanforderungen der Wasserstoffwirtschaft eine hohe Deckung

mit bestehenden Ausbildungsberufen aufweisen, wird derzeit kein Bedarf für die Erarbeitung eines speziellen Wasserstoff-Berufsbilds gesehen (vgl. ZINKE 2022).

Wie Fachkräfte in der Praxis für den Umgang mit Wasserstoff qualifiziert werden (müssen), ist von den angewandten Technologien, den Arbeitsaufgaben und den individuellen Vorqualifikationen abhängig. Auf dem Weiterbildungsmarkt wächst das Angebot an Schulungen und Zertifikaten, die für unterschiedliche Zielgruppen und Arbeitskontexte der Wasserstoffwirtschaft konzipiert sind. Viele der Angebote beinhalten vor allem Grundlagenwissen zu Stoffeigenschaften, zu Anwendungsmöglichkeiten in unterschiedlichen Industrien und Gewerken oder zu wirtschaftlichen Aspekten (wie z. B. Marktstruktur oder Projektplanung). Um Fachkräfte für die Arbeit mit Wasserstofftechnologien zu befähigen, sind allerdings häufig sicherheitsrelevante Qualifikationen erforderlich, da Gefahrenpotenziale und damit verbundene Arbeitsschutzvorgaben zu beachten sind (z. B. zu Gasdruckanlagen und Explosionsschutz). Mittelfristig ist mit einer hohen Nachfrage nach wasserstoffbezogenen Schulungen in der Weiterbildung zu rechnen. Mit fortschreitender Etablierung von Wasserstofftechnologien werden relevante Lern-/Qualifizierungsinhalte aber auch Eingang in die Ausbildung finden.

### Das Beispiel »Kraftfahrzeugmechatroniker/-in«

Anhand des Berufs »Kraftfahrzeugmechatroniker/-in« lässt sich ein Qualifizierungsweg zur Arbeit mit Wasserstoff gut veranschaulichen. Zur Ermittlung entsprechender Qualifizierungsbedarfe in Kfz-Berufen wurden zum Zeitpunkt der Beitragsredaktion bereits sieben Experteninterviews und zwei Fallstudien in Werkstattbetrieben durchgeführt.

Wenn von wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen die Rede ist, handelt es sich in der Regel um Fahrzeuge mit Brennstoffzelle. Da Brennstoffzellenfahrzeuge ebenfalls Elektrofahrzeuge sind, müssen Fachkräfte in Wasserstoff-Werkstätten für Elektro- und für Gasantriebe qualifiziert werden. Mit dem Wechsel von verbrennungsmotorischen hin zu elektrischen Antriebssystemen rücken elektro- bzw. messtechnische Kompetenzen in den Vordergrund. Da Elektroantriebe mit Spannungen bis zu 1.000 Volt arbeiten und eine sehr hohe Sicherheitsorientierung der Fachkräfte erfordern, sind Fachkundenachweise für Hochvoltssysteme (mind. 2S) die zentrale qualifikatorische Voraussetzung in der Elektromobilität (vgl. BECKER 2018; DGUV 2021). Mit der Neuordnung des Berufs 2013 wurde das Arbeiten an Hochvoltssystemen im spannungsfreien Zustand frühzeitig in der Ausbildungsordnung verankert. Mit dem Schwerpunkt Hochvolt- und Systemtechnik wurde zudem eine Spezialisierungsmöglichkeit für die Elektromobilität geschaffen, die auch das Arbeiten an Hochvoltssystemen unter Spannung umfasst.

Arbeitsaufgaben, die das Brennstoffzellen- und Tanksystem betreffen, sind bspw. die Überprüfung der Wasserstoffsensoren, die Entleerung und Spülung des Gassystems, Fehlersuchen oder der Ein- und Ausbau von Komponenten. Die bislang im Rahmen des Projekts geführten Interviews zeigen, dass sich notwendige Kenntnisse und Fertigkeiten u. a. auf das Gesamtsystemverständnis, den sicheren Umgang mit Komponenten des Gasdrucksystems sowie auf entsprechende Arbeitsprozesse und Arbeitsschutzmaßnahmen beziehen. Darüber hinaus werden Kenntnisse zu Stoffeigenschaften und Stoffverhalten von Wasserstoff von den Befragten als besonders wichtig erachtet. Hinsichtlich des Aufbaus einer Brennstoffzelle und den darin ablaufenden chemischen Prozessen werden in der Praxis zwar Grundkenntnisse gewünscht, eine vertiefte Expertise ist im Service aber nicht erforderlich, da der Brennstoffzellenstack in Kfz-Werkstätten nicht geöffnet, sondern lediglich getauscht wird. Aufgrund der leichten Entzündbarkeit von Wasserstoff und der hohen Drücke in den Leitungen sind für die Arbeit am Brennstoffzellen- und Tanksystem Fachkundenachweise für Gasantriebe (mind. 2S) erforderlich (vgl. DGUV 2018). Wasserstoff muss in den dafür notwendigen Schulungen explizit behandelt worden sein. Im Zuge künftiger Berufs Anpassungen kann diskutiert werden, ob eine Gasqualifizierung in die Ausbildungsordnung aufgenommen werden sollte. Im Berufsschulunterricht bietet sich die Möglichkeit, notwendiges Grundlagenwissen zu Wasserstoff und Brennstoffzellen frühzeitig zu vermitteln.

### Positive Arbeitsmarkimpulse und gute Ausgangsbedingungen im Berufsbildungssystem

Die Ergebnisse beider Projekte bieten zwei unterschiedliche Blickwinkel auf Arbeitsmarkt- und Beschäftigungsfragen des Wasserstoffhochlaufs. Auf makroökonomischer Ebene

zeigen die Berechnungen, dass die gesamtwirtschaftlichen Effekte auf das Wirtschaftswachstum und den Arbeitsmarkt positiv ausfallen. Die zuletzt beobachtbaren Preisentwicklungen führen dazu, dass Wasserstoff bis Mitte der 2030er Jahre einen Kostenvorteil gegenüber fossilem Erdgas erreichen könnte. Somit profitieren selbst energieintensive Industrien langfristig von der Umstellung auf den alternativen Energieträger Wasserstoff und müssen die Beschäftigtenzahl weniger reduzieren als bei der Weiternutzung fossiler Energieträger. Um langfristig höhere Wachstums- und Beschäftigungspotenziale realisieren zu können, müssen sowohl ausreichend geeignete Arbeitskräfte rekrutiert und aus- und weitergebildet als auch entsprechende Rahmenbedingungen geschaffen werden. Neben Investitionsanreizen und gezielten Fördermaßnahmen, die die anfänglichen negativen Effekte durch Wasserstoffimporte vermeiden, ergibt sich durch Zuwanderung beziehungsweise das Verhindern der Abwanderung qualifizierter Arbeitskräfte eine mögliche Handlungsoption zur Sicherung des Arbeitskräfteangebots. Auf der Ebene der Fachkräftequalifizierung ist festzuhalten, dass das Berufsbildungssystem bereits gute Ausgangsbedingungen für den Wasserstoffhochlauf bietet. Zahlreiche Ausbildungsberufe verfügen mit ihren bestehenden Mindeststandards über eine gute Kompetenzgrundlage für Tätigkeiten in der Wasserstoffwirtschaft. Zudem erlaubt es die Technologieoffenheit der Ordnungsmittel, wasserstoffrelevante Lern-/Qualifizierungsinhalte schon heute in die betriebliche Ausbildung und in den Berufsschulunterricht zu integrieren. Um den Kompetenzaufbau für die Wasserstoffwirtschaft gezielt zu unterstützen, sind passgenaue und sicherheitsorientierte Qualifizierungsangebote in Aus- und Weiterbildung sowie eine enge Zusammenarbeit von Unternehmen und Berufsbildungsakteuren in den Wasserstoffregionen erforderlich. ◀

#### LITERATUR

- BECKER, M.: Veränderter Qualifizierungsbedarf für Kfz-Mechatroniker/-innen in der Elektromobilität. In: GOTH, G. G.; KRETSCHMER, S.; PFEIFFER, I. (Hrsg.): Auswirkungen der Elektromobilität auf die betriebliche Aus- und Weiterbildung. Bielefeld 2018, S. 33–49
- BIBB (Hrsg.): Ausbildungsordnungen und wie sie entstehen. 8. aktualisierte Auflage. Bonn 2017
- BUNDESREGIERUNG (Hrsg.): Die Nationale Wasserstoffstrategie. Berlin 2020
- BUNDESREGIERUNG (Hrsg.): Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie. Berlin 2023
- DGUV (Hrsg.): FBHM-099. Gasantriebssysteme in Fahrzeugen. Berlin 2018
- DGUV (Hrsg.): Information 209-093. Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen. Berlin 2021. URL: <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/3982>

- MAIER, T.; KALINOWSKI, M.; ZIKA, G.; SCHNEEMANN, CH.; MÖNNIG, A.; WOLTER, M. I.: Es wird knapp. Ergebnisse der siebten Welle der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsprojektionen bis zum Jahr 2040. In: BIBB Report 03/2022. URL: [www.bibb.de/dienst/publikationen/en/download/18168](http://www.bibb.de/dienst/publikationen/en/download/18168)

- SCHUR, A. C.; MÖNNIG, A.; RONSIEK, L.; SCHNEEMANN, CH.; SCHROER, J. P.; ZENK, J.: Arbeitskräftebedarf und Arbeitskräfteangebot entlang der Wertschöpfungskette »Wasserstoff« – Abschlussbericht der ersten Projektphase. BIBB Discussion Paper. Bonn 2023. URL: [www.bibb.de/dienst/publikationen/de/download/19107](http://www.bibb.de/dienst/publikationen/de/download/19107)

- ZIKA, G.; HUMMEL, M.; WOLTER, M. I.; MAIER, T. (Hrsg.): Das QuBe-Projekt: Modelle, Module, Methoden. Nürnberg, Bielefeld 2023. URL: [www.wbv.de/shop/openaccess-download/173712](http://www.wbv.de/shop/openaccess-download/173712)

- ZINKE, G.: Sektoranalyse: Erzeugung, Speicherung und Transport von Wasserstoff. BIBB Discussion Paper. BIBB 2022. URL: [www.bibb.de/dienst/publikationen/de/download/18886](http://www.bibb.de/dienst/publikationen/de/download/18886)

(Alle Links: Stand 18.10.2023)