



Fraunhofer
ACADEMY

Anja-Christina Greppmair | Viktor Deleski

hyBit Bildungsbedarfsanalyse Wasserstoff

**Was braucht die norddeutsche Wasserstoffwirtschaft?
Ergebnisse und Handlungsempfehlungen.**

Unter Mitarbeit von: Jutta Haubenreich | Valerie Duvinage

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhalt

1. Einleitung	4
2. Ergebnisse vorangegangener Studien und Projekte	7
3. hyBit Bildungsbedarfsanalyse	10
3.1 Expert:innengespräche	10
3.2 Online-Befragungen	12
3.2.1 Teil (A): Allgemeine Angaben zu den teilnehmenden Unternehmen	12
3.2.2 Teil (B): H ₂ -Weiterbildungsbedarfe des Unternehmens	15
3.2.3 Teil (C): Weiterbildungsbedarf Wasserstoff nach Zielgruppen	21
3.2.4 Teil (D): Rahmenbedingungen für H ₂ -Weiterbildung	27
3.3 Bildungsbedarfs-Workshops	31
3.3.1 hyBit Bildungsbedarfs-Workshop	31
3.3.2 VDE Experten-Workshop »Fachkräftemangel, Recruiting, Aus- und Weiterbildung« ..	33
3.3.3 Fortlaufende Workshops mit der Fraunhofer H ₂ Education Community	34
4. Zusammenfassung der Ergebnisse der Bildungsbedarfsanalyse	35
4.1 Essentials aus den Expert:innengesprächen	35
4.2 Essentials aus der Online-Befragung	36
4.3 Essentials aus den Bildungsbedarfs-Workshops	38
4.3.1 hyBit Bildungsbedarfs-Workshop	38
4.3.2 VDE Experten-Workshop »Fachkräftemangel, Recruiting, Aus- und Weiterbildung« ..	39
4.3.3 Fortlaufende Workshops mit der Fraunhofer H ₂ Education Community	39
5. Diskussion der Ergebnisse	40
6. Handlungsempfehlungen	42
7. Literatur	44

1. Einleitung

Wasserstoff ist neben erneuerbaren Energien eines der Energietrendthemen. Nicht nur in Deutschland – auch weltweit erfährt es große Aufmerksamkeit. Wasserstoff dient beispielsweise als Brennstoff oder Energieträger bzw. Energiespeicher für zahlreiche Anwendungen sowohl in der Industrie als auch im Verkehr und im Energie- und Gebäudesektor. Da bei seiner Nutzung keine CO₂-Emissionen verursacht werden, bietet Wasserstoff eine Lösung u.a. bei der Dekarbonisierung von Industrieverfahren und wird als eine zentrale Säule der zukünftigen Energieversorgung gesehen.

Bevor die Ergebnisse der vorliegenden Bildungsbedarfsanalyse zum Thema Wasserstoff vorgestellt werden, erfolgt eine Einordnung in die politischen Rahmenbedingungen auf europäischer, nationaler und regionaler Ebene sowie die kurze Vorstellung des Großforschungsprojektes hyBit (hydrogen for Bremen's industrial transformation), in dessen Kontext die Bildungsbedarfsanalyse erfolgte.

Politische Rahmenbedingungen/Aus- und Weiterbildung in den Wasserstoffstrategien

Bei der Verpflichtung der Europäischen Union, bis 2050 Klimaneutralität zu erreichen, wird grüner Wasserstoff eine wichtige Rolle spielen. Aus diesem Grund wurden auf europäischer als auch auf nationaler und regionaler Ebene Wasserstoffstrategien entwickelt, um den Einsatz von grünem Wasserstoff als saubere Energiequelle zu fördern und die damit verbundenen Potenziale zu nutzen. Mit der Wasserstoffstrategie für ein klimaneutrales Europa hat die Europäische Kommission (2020) eine Vision entwickelt, wie eine schrittweise Dekarbonisierung verschiedener Wirtschaftszweige durch sauberen Wasserstoff erfolgen kann, welche Herausforderungen es zu bewältigen gibt und einen Maßnahmen-Fahrplan für die kommenden Jahre vorgestellt. So umfasst die Europäische Wasserstoffstrategie Maßnahmen zur Förderung von Forschung und Entwicklung, zum Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur und zur Schaffung von Rahmenbedingungen für den Einsatz von Wasserstoff. Sie vereint unterschiedliche Bereiche politischer Maßnahmen miteinander zur Abdeckung der gesamten Wertschöpfungskette und Verknüpfung von industrie-, markt- und infrastrukturbezogenen Aspekten mit der Forschungs- und Innovationsperspektive und berücksichtigt internationale Dimensionen. Eine entsprechende Strategie zur Qualifizierung der für die Wasserstofftransformation dringend benötigten Fachkräfte fehlt allerdings bislang.

Im Jahr 2020 hat Deutschland eine eigene Nationale Wasserstoffstrategie durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) veröffentlicht. Das Ziel ist es, Deutschland zum führenden Wasserstoffmarkt und -produzenten zu machen und eine wirtschaftliche Nutzung von Wasserstoff in allen Sektoren zu ermöglichen. Die Strategie umfasst Maßnahmen zur Förderung von Wasserstofftechnologien, zum Ausbau der Infrastruktur und zur Schaffung von

Anreize für Investitionen. Die Nationale Wasserstoffstrategie thematisiert dabei auch explizit Wasserstoff als Bildungsthema und hebt die Bedeutung der Zusammenarbeit von Bildung und Forschung hervor. Exzellente Wissenschaftler:innen, talentierter Nachwuchs und qualifizierte Fachkräfte sollen ausgebildet, gefördert und auch angeworben sowie Kompetenzzentren eingerichtet und Bildungs- und Forschungskapazitäten gegründet werden (siehe Maßnahme 29). Mit Weiterbildung im Bereich der Wasserstofftechnologien soll eine sichere und effiziente Handhabung vor allem für Qualifizierungen in den Bereichen geschaffen werden, in denen Wasserstoff bisher eine untergeordnete Rolle spielte, wie beispielsweise Produktion, Betrieb und Wartung im Anlagenbau oder in Werkstätten für Brennstoffzellenfahrzeuge.

Aufgrund der sich verändernden Rahmenbedingungen auf dem Energiemarkt wurde 2023 die Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie (NWS 2023) durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) verfasst. Dabei wurden die Ziele für die bis zum Jahr 2030 anstehende Transformation ambitionierter formuliert und die Umsetzung durch vier Handlungsfelder weiter konkretisiert¹. Im Zusammenhang mit dem Handlungsfeld zur Schaffung guter Rahmenbedingungen wird die bedarfsgerechte Aus- und Weiterbildung von Fachkräften im Bereich Wasserstoff als elementar für die Technologieentwicklung und den Aufbau des deutschen Marktes genannt. Ein Maßnahmenpaket sei in Entwicklung, welches die Attraktivität wasserstoffnaher Berufe durch kurzfristige Umschulung sowie Weiterbildungsangebote und mittelfristig durch universitäre Ausbildung und die Einwanderung von Fachkräften steigern soll.

Da Norddeutschland beim Aufbau einer grünen Wasserstoffwirtschaft über einzigartige Standortvorteile verfügt², haben die Wirtschafts- und Verkehrsministerien der norddeutschen Küstenländer Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein bereits im Jahr 2019 eine gemeinsame Norddeutsche Wasserstoffstrategie entwickelt, um die Potenziale der Wasserstofftechnologie in der Region zu nutzen. Die Strategie zielt darauf ab, Norddeutschland zu einem führenden Standort für Wasserstofftechnologien zu machen und umfasst Maßnahmen zur Förderung von Forschung und Entwicklung, zur Schaffung einer Wasserstoffinfrastruktur und zur Qualifizierung von Fachkräften. Eines von fünf Handlungsfeldern widmet sich daher auch dem Thema »Wasserstoff-Akzeptanz und Bildung« (Handlungsfeld 4), in welchem sich die Teilnehmenden u.a. über Aus- und Weiterbildungsbedarfe, Qualifizierungsmöglichkeiten sowie Veranstaltungen austauschen.

Auch das Land Bremen hat eine eigene Wasserstoffstrategie entwickelt, die auf die Stärkung der Wasserstoffwirtschaft in der Stadt abzielt (Die Senatorin für Wirtschaft, Arbeit und Europa, 2022). Es wurden Handlungsfelder und Großprojekte als initiale Impulsgeber sowie strategische Aktivitäten beschrieben. Die Qualifizierung von Fachkräften wird dabei als Schlüsselthema genannt, um den Arbeitsmarkt an die Anforderungen der Wasserstofftechnologie anzupassen.

Ein Großforschungsprojekt zum Aufbau von Wasserstoff-Hubs, also den industriellen Infrastrukturen, in Bremen und Norddeutschland, das sich im Rahmen eines Querschnitts-Arbeitspakets mit dem Thema der Bildungsbedarfe befasst, heißt »Hydrogen for Bremen's Industrial Transformation« (hyBit).

1 Die vier Handlungsfelder der NWS 2023: (1) Verfügbarkeit von ausreichend Wasserstoff sicherstellen, (2) Wasserstoffinfrastruktur ausbauen, (3) Wasserstoffanwendungen etablieren (Industrie, Verkehr, Strom, Wärme), (4) Gute Rahmenbedingungen schaffen

2 u.a. hohe Erzeugungskapazitäten für On- und Offshore-Windstrom, unterirdische Formationen zur Speicherung von Wasserstoff, Seehäfen als Logistik- und Wirtschaftszentren

Großforschungsprojekt hyBit

Im hyBit-Projekt³ wird grundlegendes Wissen zum Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft in Norddeutschland generiert. Im Mittelpunkt stehen dabei das Bremer Stahlwerk von ArcelorMittal sowie die Stadtwerke Bremen (swb) als Energielieferant. Im Fokus der einzelnen Projekt-Cluster stehen wichtige Bereiche der Wasserstofftransformation wie Industrieanwendungen, Schwerlastverkehr, Hafenlogistik, Verfahren zur Wasserstoffproduktion aus Reststoffen sowie die Wärmeauskopplung für Quartiere und Dienstleistungszentren (als gekoppelte und integrierte Transformationsprozesse). Darüber hinaus erfolgen Analysen hinsichtlich Synergien zu weiteren Wasserstoffaktivitäten in Deutschland, Europa und weltweit. Neben diesen Schwerpunkten widmet sich das Projekt auch Querschnittsthemen wie den Weiterbildungsbedarfen von Industrie und Verwaltung.

Das vom BMBF bis Februar 2026 mit knapp 30 Millionen Euro finanzierte Projekt wird durch den Fachbereich Resiliente Energiesysteme an der Universität Bremen koordiniert. Das Projektkonsortium hyBit wird getragen von 20 Partnern aus Wissenschaft und Industrie, die mit einem starken interdisziplinären Kooperationsansatz zusammenarbeiten.

Unser Vorhaben – hyBit Bildungsbedarfsanalyse Wasserstoff

Um den Aufbau der norddeutschen Wasserstoffwirtschaft mit qualifizierten Fach- und Führungskräften zu unterstützen, werden von der Fraunhofer Academy als Weiterbildungseinrichtung der Fraunhofer-Gesellschaft im hyBit-Projektverlauf Weiterbildungsbedarfe, Zielgruppen und Kompetenzprofile erhoben mit dem Ziel der Entwicklung, Durchführung und Evaluation von Pilotschulungen. Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der Bildungsbedarfsanalyse (März bis Dezember 2023) vorgestellt, welche auf folgenden drei Säulen basiert:

- Expert:innengespräche
- Online-Befragung (22.08. -15.11.2023)
- Bildungsbedarfs-Workshops

Bevor das Vorgehen der einzelnen Maßnahmen genauer erläutert und die Ergebnisse präsentiert werden, erfolgt die Darstellung der Ergebnisse vorangegangener Studien und Projekte zum H₂- Aus- und Weiterbildungsbedarf.

³ <https://hybit.org>

2. Ergebnisse vorangegangener Studien und Projekte

Um die Ergebnisse der hyBit Bildungsbedarfsanalyse einordnen und interpretieren zu können, werden zunächst Ergebnisse einer Auswahl an vorangegangenen Studien und Projekte vorgestellt.

Bereits im Jahr 2021 führte das Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) der Bundesagentur für Arbeit eine Auswertung von Online-Stellenanzeigen durch, um die Nachfrage von Betrieben nach Kompetenzen mit Bezug zu Wasserstofftechnologien zu analysieren. Welche konkreten Qualifikationen es für eine Transformation bedürfe, ließ sich zu dem Zeitpunkt nur schwer abschätzen; gefragt waren hauptsächlich Planungs- und Managementkompetenzen, soziale Kompetenzen sowie Basis-IT-Kompetenzen. Es wurde angenommen, dass mit Blick auf den Anlagenbau ingenieurwissenschaftliche Kompetenzen zunehmend nachgefragt würden. Die analysierten Stellenanzeigen wiesen mittlere bis hohe Anforderungsniveaus auf. Es wurde geschlussfolgert, dass die derzeitigen Bedarfe durch Weiterbildung des bestehenden Personals gedeckt werden könnten.

Die wissenschaftliche Studie des HYPOS e.V. (2022) zu beruflichen Qualifikationen in der Wasserstoffindustrie kommt für die analysierten fünf ostdeutschen Bundesländer zu dem Ergebnis, dass es bereits ein breites Angebot an Studiengängen und (Online-) Weiterbildungen gibt, der Umfang und die Themenschwerpunkte jedoch stark von der Expertise der Dozierenden bzw. der Bildungseinrichtung abhängen. Um eine Passgenauigkeit für die Arbeitswelt zu schaffen bedürfe es daher einer Standardisierung an Spezialisierungen. Als Zielgruppen von Weiterbildungen wurde eine Spanne von »strategischen Entscheider:innen, die sich einen Überblick zum Thema Wasserstoff und Sektorkopplung verschaffen wollen, über Mitarbeitende, die mit Wasserstoffanlagen umgehen bis hin zu technischen Fachkräften und Ingenieur:innen« (ebd., S.23) genannt. In der Anwendung sei ein Schwerpunkt auf Sicherheit und Explosionsschutz zu legen. Vom Aufbau von auf Wasserstofftechnologien ausgerichteten Ausbildungs- und Studiengängen werde jedoch abgeraten, da Spezialisierungen auf Wasserstofftechnologien in etablierten Berufsbereichen wie Energie-, Elektro-, Verfahrenstechnik oder im Maschinenbau möglich seien. Für Unternehmen bedeute dies, bei der Einstellung von Fachpersonal auf Heterogenität bei Expertise und Berufsbereich zu achten und passgenaue Weiterbildungen zu ermöglichen.

Mit Blick auf den Arbeitsmarkt sieht das Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB, 2023a) positive Arbeitsmarkteffekte durch die Umsetzung der Nationalen Wasserstoffstrategie bis 2030 – der Arbeitsplatzaufbau werde den Arbeitsplatzabbau übersteigen. Vor allem im Maschinenbau käme es zu positiven Effekten. Negative Effekte seien hingegen bei der Herstellung von Glas, Keramik und Baustoffen zu erwarten.

Im Projekt H₂PRO des Bundesinstituts für Berufsbildung wird der Frage nachgegangen, welche Ausbildungsberufe für die Umsetzung der Nationalen Wasserstoffstrategie von besonderer Bedeutung sind, welche zusätzlichen Qualifikationsbedarfe entstehen und ob die

entsprechenden Ordnungsmittel angepasst werden müssen. Das vorläufige Ergebnis aus fünf Sektoranalysen⁴ ist, dass im Zuge der Wasserstofftransformation keine neuen Ausbildungsberufe notwendig seien, da technische Ausbildungsberufe über für die Wasserstoffwirtschaft benötigten breiten Kompetenzprofile verfügten. Erforderlich seien jedoch Unterweisungen und Weiterbildungen hinsichtlich sicherheitsrelevanter Qualifikationen im Umgang mit neuen Wasserstofftechnologien (BIBB, 2023b).

Das Kooperationsprojekt H₂Skills (2023) der Industrie- und Handelskammer Lüneburg-Wolfsburg und der Handwerkskammer Braunschweig-Lüneburg-Stade ermittelte Weiterbildungsbedarfe in der Wasserstoffwirtschaft in Nord-Ost-Niedersachsen. Als wesentliche Ergebnisse wurden genannt: die Qualifizierung von Fachkräften als zentrale Voraussetzung für einen gelingenden Markthochlauf, die Schaffung entsprechender Weiterbildungskapazitäten sowie die Ausbildung von Dozierenden, welche zum Erhebungszeitpunkt weder qualitativ noch quantitativ ausreichend vorhanden waren und deren Weiterbildungsinhalte stark abhängig vom eigenen beruflichen Hintergrund waren. Wie im H₂PRO-Projekt wurde auch hier geschlussfolgert, dass keine neuen Ausbildungsberufe erforderlich seien. Stattdessen seien modulare und passgenaue Weiterbildungsmaßnahmen für einzelne Branchen und Berufe anzustreben. Dabei seien individuelle Hilfestellungen für die Unternehmen notwendig. Neben der Vermittlung von Grundkenntnissen seien Praxisanteile und Transparenz bei rechtlichen Vorgaben wichtig. Weitere Empfehlungen aus dem H₂Skills-Projekt lauten u.a., dass an standardisierten Weiterbildungsangeboten gearbeitet werden sollte, um Unternehmen nicht mit unterschiedlichen Weiterbildungsangeboten zu überfordern, Kursabschlüsse Berechtigungen beinhalten sollten (wie bspw. die Arbeit an H₂-Fahrzeugen) und das Thema Wasserstoff zur Akzeptanzförderung in der Gesellschaft und Gewinnung von zukünftigen Fachkräften bereits in allgemeinbildenden Schulen stärker im Unterricht eingebunden werden sollte.

Im März 2024 hat das Projekt Revierwende im Auftrag der Gemeinnützigen Gesellschaft des Deutschen Gewerkschaftsbundes zur Förderung von Arbeitnehmerinnen, Arbeitnehmern und der Jugend mbH die »BESTANDSAUFNAHME ZUM QUALIFIZIERUNGSBEDARF IN DER MITTELDEUTSCHEN WASSERSTOFFWIRTSCHAFT« veröffentlicht. Im Bericht werden Handlungsempfehlungen zu acht Thesen formuliert:

- (1) Die Ergebnisse weisen auf eine zunehmende Nachfrage nach qualifizierten Arbeitskräften in der Wasserstoffbranche hin, besonders vor dem Hintergrund des demografischen Wandels und der technologischen Entwicklung. Es sei jedoch noch unklar, in welchem Umfang und an welchen Orten diese Fachkräfte benötigt würden, da die Anforderungsprofile in den Unternehmen noch nicht präzise definiert seien.
- (2) Dem Markt für Weiterbildung mangle an Transparenz, was es für Beteiligte schwer mache, geeignete Weiterbildungsangebote zu identifizieren. Eine mögliche Lösung könnte die Schaffung einer zentralen, zuverlässigen, überregionalen und parteiübergreifenden Weiterbildungsplattform sein.
- (3) Es mangle weiterhin an Wissensvermittler:innen. Lehrpersonal, Ausbilder:innen und Trainer:innen müssten weitergebildet und neue Kräfte angeworben werden, um die Vermittlung von Wasserstoffkompetenzen an Schüler:innen, Auszubildende und Fachkräfte zu gewährleisten.

⁴ Verkehrssektor, Wärmeversorgung, Stahlindustrie, Chemie- und Raffinerieindustrie sowie Erzeugung, Speicherung und Transport von Wasserstoff

- (4) Ein ganzheitlicher Bildungsansatz sei erforderlich. Die Einführung und Sensibilisierung für Wasserstoff sollte früh beginnen, um Vorurteile zu vermindern und vor allem junge Menschen für die Technologie und zugehörige Berufe zu begeistern. Projektstage oder Projektwochen und die Integration in Lehrpläne könnten dabei unterstützen.
- (5) Die Schaffung neuer Berufe in der Wasserstoffwirtschaft sei nicht notwendig. Vielmehr sollte der Fokus auf die praxisnahe und angemessene Anpassung von Ausbildungs- und Studieninhalten liegen. Bei der Identifikation regionaler Weiterbildungsbedarfe sollten Unternehmen, Bildungseinrichtungen, Verbänden und Gewerkschaften kooperieren.
- (6) In den Behörden bestehe ein Bedarf an mehr Wasserstoffkompetenzen. Mangelndes Fachwissen und Personal führten zu verzögerten Genehmigungsprozessen. Spezielle Weiterbildungs- und Austauschprogramme für Behörden seien erforderlich.
- (7) Betriebsräte und Gewerkschaften sollten als Initiatoren und Begleiter von Qualifizierungsmaßnahmen agieren. Es sei wichtig, dass Unternehmen ihre Betriebsräte rechtzeitig einbeziehen und informieren. Starke Mitbestimmungsrechte bei Qualifizierungsfragen seien essentiell, da Betriebsräte eine zentrale Rolle in der Kommunikation mit der Belegschaft spielten. Gewerkschaften sollten in regionalen Wasserstoffnetzwerken und -projekten involviert werden, um wichtige Impulse der Beschäftigten in die Entwicklung von Qualifizierungsstrategien einzubringen und Akzeptanz zu fördern.
- (8) Regionale Netzwerke sollten gestärkt werden, indem regionale Schwerpunkte identifiziert und darauf basierende Qualifizierungsmaßnahmen entwickelt werden. Branchen, die bereits Erfahrungen mit Wasserstoff gesammelt haben, wie die chemische Industrie, könnten ihre Kompetenzen einbringen und weitergeben.

Unter dem Titel »Wasserstoff als nachhaltiger Energieträger« veröffentlichte das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO im Juni 2024 im Rahmen des Leuchtturmprojektes HYDROGENIUM eine Analyse von Akzeptanzfaktoren. Bedenken hinsichtlich der Transformation hängen den Ergebnissen zufolge häufig mit mangelnden Kenntnissen zusammen und Unternehmen wüssten oftmals nicht, welche Umstellungsmaßnahmen möglich seien. Somit führe ein Mangel an Wissen und Erfahrung zur Entscheidung gegen eine Transformation. Mit Blick auf das Thema Bildungsbedarfe wurden folgende Handlungsempfehlungen für Unternehmen abgeleitet:

- (1) Zur Stärkung von Akzeptanz und Reduzierung von Unsicherheiten in Unternehmen sei der Aufbau von Wissen und Kompetenzen eine wesentliche Voraussetzung. Dieser Bedarf erstreckte sich von Grundlagenwissen bis zum Betreiben von H₂-Systemen und Produkten.
- (2) Innerhalb der Belegschaft sollten zudem durch Qualifizierungsmaßnahmen neue Perspektiven aufgezeigt werden, um Akzeptanz zu schaffen und Ängsten, wie bspw. vor dem Wegfall von Arbeitsplätzen, vorzubeugen.
- (3) Darüber hinaus sei Wissensaufbau auch bei formalen Instanzen wie Behörden und Bauämtern notwendig, um Unternehmen informieren und bei der Transformation unterstützen zu können.

Nach diesem Überblick zu vorangegangenen Studien zur Qualifizierung von Fachkräften in der Wasserstoffwirtschaft wird im folgenden Abschnitt das Vorgehen der Bildungsbedarfsanalyse im Rahmen des hyBit-Projektes vorgestellt.

3. hyBit Bildungsbedarfsanalyse

Die Bildungsbedarfsanalyse im hyBit-Projekt setzt sich aus drei Teilen zusammen: Expert:innengesprächen, einer Online-Befragung und Bildungsbedarfs-Workshops.

3.1 Expert:innengespräche

Insgesamt wurden 13 Expert:innengespräche mit Vertreter:innen aus Unternehmen (Energie, Logistik, Industrie), Verbänden, Kammern, dem Dienstleistungssektor und H₂-Projekten geführt. Bei den Unternehmensvertreter:innen handelte es nur sich teilweise um hyBit-Projektpartner:innen. Die Gespräche fanden online statt, dauerten ca. 45-60 Minuten und wurden ohne Leitfaden und ohne Aufzeichnung durchgeführt. Die Ergebnisdarstellung erfolgt daher auf Basis von Gesprächsnotizen.

In den Logistik-Unternehmen erfolge derzeit die Identifizierung von Use Cases bzw. betroffenen Prozessen. Erst im Anschluss daran sei genau möglich zu ermitteln, welche Mitarbeitenden von der Transformation betroffen seien und welche entsprechenden Weiterbildungsbedarfe dabei entstünden.

Insgesamt waren sich die Gesprächspartner darüber einig, dass das Thema Wasserstoff-Weiterbildung in den kommenden Jahren an Bedeutung zunehmen werde. Wichtig sei dabei die Entwicklung individueller Schulungen je nach Unternehmensbedarf bzw. Arbeitsplatz/Anwendung. »White-Label-Schulungen« könnten ein Anfang sein und müssten regelmäßig aktualisiert werden, um »State of the Art« zu sein. Zusätzlich wurde erwähnt, dass ein modulares Angebot wichtig sei.

Für die Logistik-Branche wurde die Geräte-spezifische Entwicklung von Weiterbildungsmodulen für spätere Anwender:innen als Idee genannt, bspw. für Fahrer:innen von Gabelstaplern mit H₂-Antrieb. Disponent:innen müssten dahingehend geschult werden, was beim Transport von Wasserstoff zu berücksichtigen ist und Techniker:innen von Tankern bzw. Frachtschiffen müssten Schulungen zur veränderten Antriebstechnik und Wartung von Brennstoffzellen etc. erhalten. Für Kapitän:innen, Schiffsführer:innen und Steuermänner/frauen würde sich sogar das Berufsbild wandeln. Durch mit Wasserstoff betriebene Schiffe würde weniger Wartung anfallen, müssten weniger Teile ausgetauscht und sich »die Hände weniger schmutzig« gemacht werden durch den Wegfall von Maschinenpflege und Ölwechsel. Der Beruf werde sich signifikant in Richtung Elektronik verändern, den Einsatz von VR-Brillen beinhalten und somit Technikaffinität voraussetzen, was die Attraktivität des Kapitänsberufs steigern und junge Leute motivieren würde. Neue Inhalte wären hier: Wie wird Wasserstoff produziert? Was ist eine Brennstoffzelle?

Wie funktioniert eine Batterie? Zusätzlich würde Problembewertungskompetenz verlangt (bevor ein/e Techniker:in zur Unterstützung gerufen werden müsse). Sobald der Umbau eines Tankers auf Wasserstoffantrieb anstehe, müsste die gesamte Besatzung einbezogen und vor allem in den Themen Sicherheit und Gefährdungsbeurteilung geschult werden. Der Bereich Sanitär-Heizung-Klima wird derzeit noch als Nischenprodukt wahrgenommen.

Bei der Installation von Elektrolyseuren würden die Mitarbeitenden von der aufbauenden Firma an der Anlage zum Umgang mit der Anlage geschult werden (bspw. welche Knöpfe müssen wann und warum gedrückt werden). Darüber hinaus bestünde voraussichtlich folgender zusätzlicher Schulungsbedarf: Eigenschaften von Wasserstoff, Was ist verfahrenstechnisch neu? Was ist ein Elektrolyseur? Zusätzlich wurde erwähnt, dass für technische Fachkräfte ein Qualifikationsnachweis bzw. ein Zertifikat die Voraussetzung zur Arbeit an entsprechenden Anlagen sei. Entsprechende theoretische Schulungen sollten durch praktische Teile ergänzt werden.

Es bestehe insgesamt noch viel Aufklärungsbedarf: Einerseits, um Verständnis und Akzeptanz für das Thema in der Bevölkerung zu schaffen und andererseits, um Wasserstoff in die Praxis zu bringen. So wurde in diesem Zusammenhang von einem Gesprächspartner die Bedeutung von H₂-Wissen mit Bezug zu nächsten Schritten der Energiewende genannt (auch in Kombination mit dem Thema Photovoltaik). Dies sei u.a. relevant für Stadtwerke, (Außen-) Handelskammern, Landwirtschaftsverbände und Bürger:innen. Auch in Banken werde H₂-Schulungsbedarf wahrgenommen, da teilweise die Zukunftsfähigkeit von geplanten Projekten nicht verstanden werde. Weitere Zielgruppen seien Versicherungen und Krankenkassen (Thema Arbeitsunfälle). Für Elektro-, Gas- und Wassermeister sei im Rahmen von Sektorenkopplung Gaswissen im Zusammenhang mit der Installation von H₂-Anlagen von Bedeutung.

Um die Attraktivität von H₂-Berufen zu steigern, bewerbe ein Unternehmen Wasserstoff als »Raketentechnik«. Intern werde viel Knowledge-Sharing betrieben durch interne Weiterbildungstage, bei denen die Kolleg:innen untereinander ihr Wissen bzw. ihre Projektergebnisse sowie Schulungsinhalte teilen.

Erwähnt wurde noch, dass Deutschland ein »Zertifikate-Land« sei – und somit Zertifikate wichtig für die Außendarstellung von Unternehmen seien. Schulungen sollten max. 2-3 Tage lang sein, da diese sonst zu umfangreich seien und zu hohe Kosten durch Arbeitszeitausfall entstünden. Basis-Wissen könne über e-Learnings abgedeckt werden.

Angesprochen wurde zudem der Mangel an qualifizierten Trainer:innen, welcher das Angebot von Weiterbildungen am Markt erschwere. Angesprochen wurde diesbezüglich die Idee des Aufbaus eines Netzwerkes an Dozierenden sowie entsprechender Train-the-Trainer-Angebote.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Gesprächspartner:innen fest davon überzeugt waren, dass die Wasserstoff-Transformation kommt. Die Frage sei nur, wann. So würde seit Monaten auf Förderbescheide von der Bundesregierung gewartet. Kritisiert wurde die "Deutschland-Geschwindigkeit", welche eine Hürde darstelle, um die Transformation voranzubringen; andere Länder seien diesbezüglich schneller. Ohne die Förderzusagen und entsprechenden Mittel könnten die Vorhaben nicht gestartet und die benötigten neuen Mitarbeitenden nicht eingestellt werden. Die aktuelle Haushaltslage der Bundesregierung Sorge dabei für weitere Verunsicherung. Abschließend ist festzuhalten, dass davon ausgegangen werde, dass ab 2024 vermehrt nach Fachkräften für die geplanten H₂-Vorhaben der Unternehmen gesucht werden könne. Dabei wurde technisches Grundwissen als Voraussetzung genannt. Wasserstoff-Expertise könne durch Weiterbildung aufgebaut werden – und dies müssen maßgeschneidert nach Berufen bzw. Anwendungsbereichen erfolgen.

3.2 Online-Befragung

Die hyBit-Befragung zum H₂-Bildungsbedarf zielte u.a. darauf ab, Informationen zur Relevanz von Wasserstoffweiterbildung, potenziellen Zielgruppen, Weiterbildungsinhalten und -formaten zu erheben. Der Inhalt der Befragung gliederte sich in die folgenden vier Abschnitte:

- (A) Allgemeine Angaben zu den teilnehmenden Unternehmen
- (B) H₂-Weiterbildungsbedarfe der Unternehmen
- (C) Weiterbildungsbedarf Wasserstoff nach Zielgruppen
- (D) Rahmenbedingungen für H₂-Weiterbildung (Zeithorizont, Lernformate etc.)

Die Befragung wurde mit Microsoft Forms erstellt und war von Mitte August bis Mitte November 2023 online. Es handelte sich dabei um eine Mischung an geschlossenen und offenen Fragen, häufig waren Mehrfachnennungen bei geschlossenen Fragen möglich.

Hinsichtlich der Verbreitung des Fragebogens wurden unterschiedliche nord- und mittel-deutsche Wasserstoffnetzwerke mit der Bitte angeschrieben, den Link zur Befragung an ihre Mitglieder zu verteilen. Darüber hinaus wurde die Online-Befragung über die Webseite, den LinkedIn-Account und den Wasserstoff-Newsletter der Fraunhofer Academy beworben. Der Fragebogen wurde insgesamt 35-mal ausgefüllt. 16 der Teilnehmenden sind nach Part (B) ausgestiegen. Dies war optional möglich. Die restlichen 19 Teilnehmenden haben den Fragebogen vollständig ausgefüllt.

3.2.1 Teil (A): Allgemeine Angaben zu den teilnehmenden Unternehmen

Die Teilnehmenden ordneten sich den in Abbildung 1 dargestellten Branchen bzw. Sektoren zu. Stark vertreten waren dabei Energie und Umwelt (28%) sowie Dienstleistungen (20%). Unter »Sonstiges« wurde Weiterbildungsanbieter, Hochschule und Wirtschaftsförderung genannt.

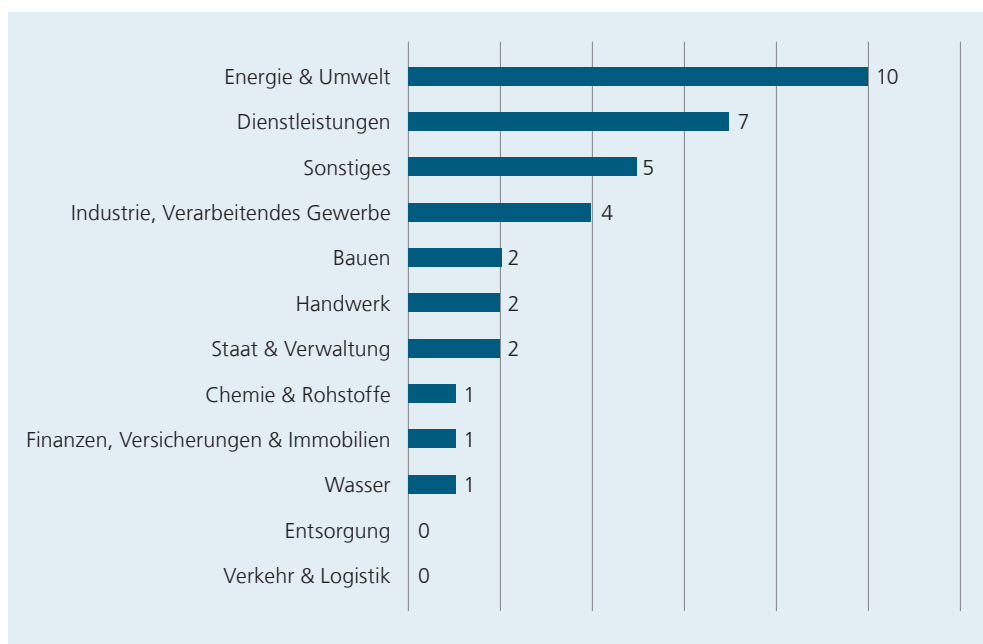


Abbildung 1: Zuordnung zu Branche bzw. Sektor

Mit 46% ist der Anteil der Großunternehmen mit über 1.000 Mitarbeitenden am höchsten, dicht gefolgt von Kleinstunternehmen (1 - 9 Mitarbeitende, 17%) und kleinen Unternehmen (10 - 49 Mitarbeitende, 23%), die zusammen 40% ausmachen (siehe Abbildung 2).

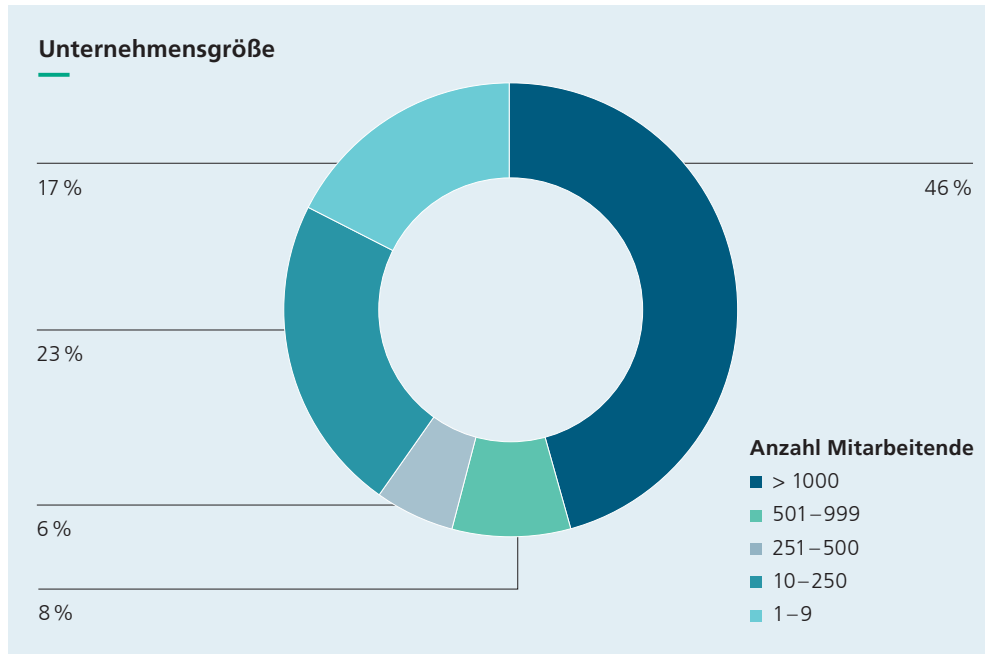


Abbildung 2: Unternehmensgröße nach Anzahl der Mitarbeitenden

Personen, die die Online-Befragung ausfüllten, haben überwiegend leitende Funktionen inne: Abteilungsleitung/Leitende Funktion (12) Projektleitung (10), Geschäftsführung/Inhaber (6), Angestellte (5), Facharbeiter:innen (1), Manager:in Geschäftseinheit Wärme (1).

Sie gaben an, dass die Verantwortung für das Thema Weiterbildung bei Kleinstunternehmen im Verantwortungsbereich der Geschäftsführung bzw. des/der Inhaber:in liegt. Bei den Großunternehmen sind hier stärker die Fachabteilungen oder die Personalabteilung in der Verantwortung. Bei kleineren und mittleren Unternehmen variiert die Zuständigkeit (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Weiterbildungsverantwortung nach Unternehmensgröße

Anzahl Mitarbeitende	Weiterbildungsverantwortung
1 - 9	Geschäftsführung/Inhaber:in
10 - 49	variiert je nach Unternehmen
251 - 500	variiert je nach Unternehmen
501 - 999	Fachabteilungen, Personalabteilung/Personalentwicklung
> 1000	Fachabteilungen, Personalabteilung/Personalentwicklung

Relevanz des Themas Wasserstoff

Für 85% der Teilnehmenden an der Befragung ist das Thema Wasserstoff (sehr) wichtig (siehe Abbildung 3).

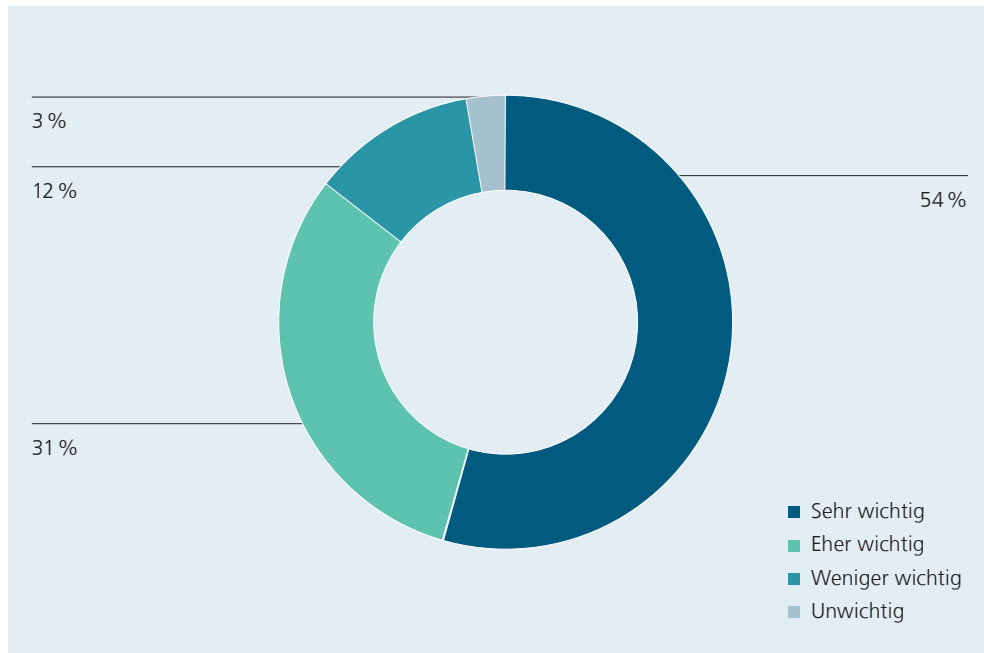


Abbildung 3: Wie wichtig ist das Thema Wasserstoff für Ihr Unternehmen?

Die Abteilungen oder Teams mit den meisten Berührungspunkten zum Thema Wasserstoff sind an erster Stelle Forschung und Entwicklung sowie Abteilungen zur Bewilligung von (Förder-) Geldern bzw. Krediten. Knapp ein Drittel der Befragten gab zudem an, dass die Bereiche Produktion und Marketing direkten Bezug zum Thema Wasserstoff haben (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Welche Abteilungen oder Teams in Ihrem Unternehmen haben direkten Bezug zum Thema H₂?

Abteilung	Häufigkeit (n=35)	Anteil
Forschung & Entwicklung	19	54%
Abteilung zur Bewilligung von (Förder-) Geldern/Krediten	15	43%
Marketing	11	31%
Produktion	11	31%
Einkauf	8	23%
Logistik	4	11%
Ich weiß es nicht.	3	9%
Keine	1	3%
Sonstiges	14	40%

Bei »Sonstiges« wurden genannt: Geschäftsführung, eigene Wasserstoffabteilung, der ganze Fachbereich, Planung, Lehre, Finanzierung, Genehmigungsplanung, Fachabteilung Mobilität und Nachhaltigkeit.

3.2.2 Teil (B): H₂-Weiterbildungsbedarfe des Unternehmens

Im zweiten Teil der Befragung wurden Fragen hinsichtlich des Vorwissens, der Weiterbildungsbedarfe der Teilnehmenden, der Gründe der Bedeutung von Weiterbildung zum Thema Wasserstoff, der Berufe mit Bezug zum Thema Wasserstoff sowie wahrgenommene Zielgruppen für H₂-Weiterbildung gestellt.

Weiterbildungsbedarf & Vorwissen

Von den Befragten gaben 42% eher großen bis sehr großen H₂-Weiterbildungsbedarf an, 23% eher geringen und nur bei einem Unternehmen aus dem Bereich Dienstleistungen wurde sehr geringer Weiterbildungsbedarf zum Thema Wasserstoff angegeben (siehe Abbildung 4).

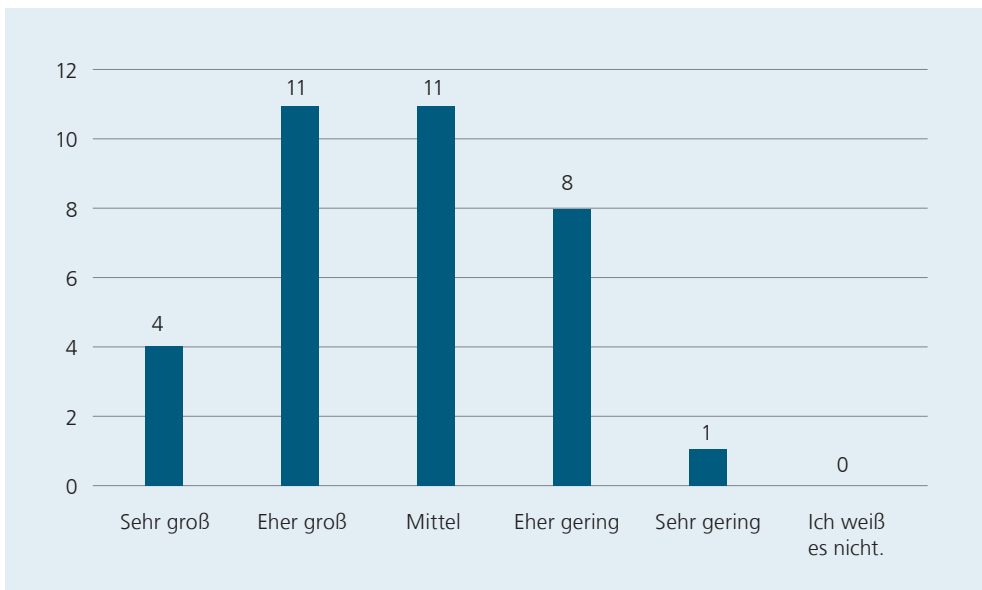


Abbildung 4: Wie groß ist der Bedarf der Mitarbeitenden Ihres Unternehmens an Weiterbildung zum Thema H₂?

Mit Blick auf die Unternehmensgröße ist festzuhalten, dass bei allen Unternehmensgrößen H₂-Weiterbildungsbedarf besteht, welcher bei den Kleinstunternehmen sowie bei den mittleren bis größeren Unternehmen am höchsten einzuschätzen ist (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Wie groß ist der Bedarf der Mitarbeitenden Ihres Unternehmens an Weiterbildung zum Thema H₂?

Anzahl Mitarbeitende	Bedarf
1 - 9	eher groß
10 - 49	eher gering - mittel
251 - 500	mittel - eher groß
501 - 999	mittel
> 1000	mittel - sehr groß

Mit Blick auf die unterschiedlichen Branchen bzw. Sektoren verteilt sich der Weiterbildungsbedarf wie in Tabelle 3 dargestellt. Eher großer Weiterbildungsbedarf wurde von Vertreter:innen aus dem Bildungsbereich (Hochschule, Weiterbildungsanbieter) und von Unternehmensberatungen angegeben. Aber auch in den Sektoren Energie und Umwelt sowie Industrie bzw. verarbeitendes Gewerbe wurde teilweise (sehr) großer H₂-Weiterbildungsbedarf von den Teilnehmenden der Befragung wahrgenommen. In anderen Branchen wie Wasser, Chemie und Rohstoffe sowie Finanzen, Versicherungen und Immobilien wurde der Bedarf hingegen als eher gering eingeschätzt (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Wie verteilt sich der H₂-Weiterbildungsbedarf nach Branchen bzw. Sektoren?

Branche/Sektor	Bedarf
Weiterbildungsanbieter	sehr groß
Unternehmensberatung	eher groß
Hochschule	eher groß
Energie & Umwelt	mittel - sehr groß
Industrie, Verarbeitendes Gewerbe	mittel - eher groß
Staat & Verwaltung	mittel - eher groß
Dienstleistungen	sehr gering – eher groß
Forschung & Entwicklung	mittel
Handwerk	eher gering - sehr groß
Bauen	eher gering
Chemie & Rohstoffe	eher gering
Finanzen, Versicherungen & Immobilien	eher gering
Wasser	eher gering
Wirtschaftsförderung	eher gering

Mit Ausnahme von insgesamt drei Teilnehmenden aus dem Handwerk (1) und der Baubranche (2) gaben alle anderen Teilnehmenden an, dass mindestens Grundkenntnisse zum Thema Wasserstoff im Unternehmen vorhanden seien. In den anderen Branchen bzw. Sektoren ist das Vorwissen teilweise breit gestreut von Grundwissen bis zu Expertenwissen (Energie & Umwelt, Forschung & Entwicklung, Hochschule und Dienstleistungen). Aus Chemie & Rohstoffe kam die Rückmeldung, dass dort ausschließlich Expertenwissen vorhanden sei.

In Tabelle 5 sind die Branchen bzw. Sektoren mit dem größten Weiterbildungsbedarf markiert. Auffällig ist hier, dass in vielen Fällen bereits auf Vorwissen zum Thema Wasserstoff aufgebaut werden kann.

Tabelle 5: Wie verteilt sich der H₂-Weiterbildungsbedarf nach Branchen bzw. Sektoren?⁵

Branche/Sektor	Keine Kenntnisse	Grundkenntnisse	Fortgeschrittene Kenntnisse	Expertenwissen	Ich weiß es nicht.
Weiterbildungsanbieter (1)			1		
Unternehmensberatung (1)			1		
Hochschule (1)		1		1	
Energie & Umwelt (10)		2	8	5	
Industrie, Verarbeitendes Gewerbe (4)		3	2		
Staat & Verwaltung (2)		1			
Dienstleistungen (7)		4	4	2	1
Forschung & Entwicklung (1)		1	1	1	
Handwerk (2)	1	1			
Bauen (2)	2	1			
Chemie & Rohstoffe (1)				1	
Finanzen, Versicherungen & Immobilien (1)		1			
Wasser (1)		1			
Wirtschaftsförderung (1)		1			

Mehr als die Hälfte der Befragten gab an, dass das Thema Wasserstoff bereits eine Rolle in der innerbetrieblichen Aus- und Weiterbildung spiele (siehe Abbildung 5), was durch offene Antworten konkretisiert wurde. Für ein Unternehmen spiele H₂-Weiterbildung eine Rolle für alle Mitarbeitenden im Gasbereich. Bei der *Ausbildung von technischen Berufen* eines anderen Unternehmens würde das Thema Wasserstoff in die üblichen Lerninhalte integriert und Auszubildende an die spezifischen Unterschiede von Erdgas und H₂ beim Netzbetrieb herangeführt. In den *kaufmännischen Berufen* sei eine Einführung in die sich entwickelnden Marktbedingungen für grünen Wasserstoff Teil der Ausbildung. Darüber hinaus werde sich in Masterarbeiten und Promotionsvorhaben mit Detailfragen zur Optimierung von Geschäftsmodellen beschäftigt und weitere Forschungsprojekte dienten dem Ziel der Wissensgenerierung.

⁵ Bei dieser Frage waren Mehrfachnennungen bei der Antwort möglich.

Teilweise wurde an Wasserstoffschulungen für die *Zielgruppen Mobilität, Gebäudeenergie und H₂-Erzeugung* teilgenommen. Als wichtige Weiterbildungsinhalte wurden genannt:

- Einarbeitung in Grundlagen der Planung und Realisierung von Wasserstoffnetzen
- Sicherheit
- integrierte Prozessketten
- Geschäftsentwicklung.

Für *Konzeptingenieur:innen* seien dabei vor allem folgende Weiterbildungsinhalte von Bedeutung:

- Leistungsdaten
- Gesetze
- Richtlinien und
- Gefährdungsbeurteilungen.

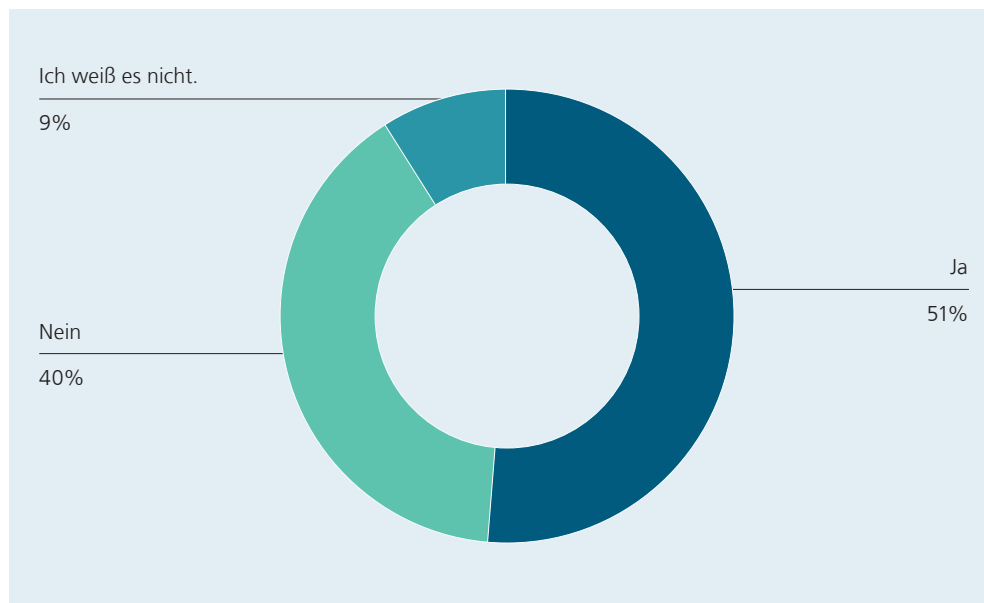


Abbildung 5: Spielt das Thema Wasserstoff bereits eine Rolle in der innerbetrieblichen Aus- und Weiterbildung?

Berufe mit aktuellem oder zukünftigem Bezug zum Thema Wasserstoff

In einer offenen Frage zu Berufen, die aktuell oder zukünftig Bezug zum Thema Wasserstoff haben, gaben die Teilnehmenden eine große Spannweite an (siehe Tabelle 6). Am häufigsten genannt wurden Ingenieursberufe und Projektverantwortliche bzw. Beratungen (für Unternehmen, Bürger:innen und auch bzgl. Fördermitteln), dicht gefolgt von Technikberufen. Darüber hinaus wurden mehrfach Berufe aus den Bereichen Forschung, IT sowie Energie und Umwelt erwähnt. Aber auch für Geschäftsführungen, Marketing, Finanzierer und Dozierende sei das Thema Wasserstoff relevant.

Tabelle 6: : Berufe mit aktuellem oder zukünftigem Bezug zum Thema H₂ (offene Frage)

Bereich	Genannte Berufe
<i>Ingenieurwesen</i>	Ingenieurwissenschaften (Maschinen- und Anlagenbau, Elektrotechnik), Projektengineur:innen, Entwicklungsingenieur:innen,
<i>Projekte/Beratung</i>	Projektmanager:in, Projektunterstützung, Business Developer, Projektmitarbeitende, Beratung von Bürger:innen und Unternehmen, Fördermittelberatung, BWLer, Strategen
<i>Technikberufe</i>	Potenziell Land- und Baumaschinenmechaniker:innen im Service, Technikberufe (Gasnetzbetrieb), Meister:innen, Anlagenmechaniker:innen, Elektroniker:innen für Betriebstechnik, Installateure Sanitär-Heizung-Klima, Systemplaner:innen Wasserstofftechnik (Ausbildung), Chemikanten
<i>Forschung</i>	Wissenschaftler:innen verschiedener Disziplinen
<i>Energie & Umwelt</i>	Energie- und Umweltbeauftragte, Umweltplaner:innen, Umweltökonomie, Wasserbedarfsplanung, Wasserstofffähige Kraftwerke
<i>IT</i>	IT-Systemelektroniker:innen, IT-Fachleute, IT-Berater:innen, IT-Entwickler:innen
<i>Weitere</i>	Lobbytätigkeiten, Flächenvermarktung, Marketing, Geschäftsführungen, Finanzierer:innen, Dozierende

Verfolgte Ziele durch H₂-Weiterbildung

Hinsichtlich der Frage, welche Ziele aktuell oder zukünftig mit der Weiterbildung der Mitarbeitenden zum Thema Wasserstoff verfolgt werden (Mehrfachnennungen möglich; siehe Tabelle 7), gaben zwei Drittel der Teilnehmenden an, dass eines der Ziele die Anwendung von Wasserstoff im Unternehmen sei. Darüber hinaus wurden generelles Verständnis der Technologie (60%) sowie Innovations- und Wettbewerbsvorteil (57%) mit am häufigsten genannt. Etwas mehr als die Hälfte der Teilnehmenden (51%) gab zudem die Reduktion von CO₂-Emissionen als ein verfolgtes Ziel an. Aber auch das Erlangen von Hintergrundwissen zur Freigabe von (Förder-) Geldern und Krediten ist mit einem Anteil von 43% nicht zu unterschätzen; ebenfalls das Thema Bürgerdialog bzw. Marketing (34%). Lediglich zwei der 35 Teilnehmenden der Befragung gaben an, dass derzeit keine Weiterbildung zum Thema Wasserstoff geplant sei und eine Person wusste nicht, welche diesbezüglichen Ziele im Unternehmen verfolgt werden. Als sonstige Ziele von Seiten der Teilnehmenden wurden formuliert: Verkauf von H₂-Schulungen, Fachkräftevermittlung, Unternehmensgruppe basiert auf H₂-Anwendungen.

Tabelle 7: Welche Ziele werden mit H₂-Weiterbildung verfolgt?

Verfolgtes Ziel	Häufigkeit (n=35)	Anteil
Anwendung von Wasserstoff im Unternehmen	23	66%
Generelles Verständnis der Technologie	21	60%
Innovations- und Wettbewerbsvorteil	20	57%
Reduktion von CO ₂ -Emissionen	18	51%
Hintergrundwissen zur Freigabe von (Förder-) Geldern/Krediten	15	43%
Bürgerdialog/Marketing	12	34%
Keine Weiterbildung geplant	2	6%
Sonstiges	2	6%
Ich weiß es nicht.	1	3%

Im Unternehmen wahrgenommene Zielgruppen für H₂-Weiterbildung

Der höchste für Mitarbeitende im eigenen Unternehmen wahrgenommene aktuelle und / oder zukünftige Weiterbildungsbedarf wird für Projektverantwortliche bzw. -mitarbeitende (62%), technische Fachkräfte (62%) sowie Führungskräfte und Entscheidungsträger:innen (59%) wahrgenommen (siehe Tabelle 8).

Tabelle 8: Für wen wird aktuell und/oder zukünftig H₂-Weiterbildungsbedarf im Unternehmen wahrgenommen?

Verfolgtes Ziel	Häufigkeit (n=34)	Anteil
Projektverantwortliche bzw. -mitarbeitende	21	62%
Technische Fachkräfte	21	62%
Führungskräfte & Entscheidungsträger:innen in Unternehmen	20	59%
Mitarbeitende in Forschung & Entwicklung	14	41%
Energie- und Umweltbeauftragte	10	29%
Entscheidungsträger:innen in Banken/Behörden/Verwaltung	9	26%
Ich weiß es nicht.	2	6%
Keine	1	3%

Nach Beantwortung dieser Frage bestand für die Teilnehmenden die Möglichkeit, die Befragung zu verlassen. 16 Personen haben an dieser Stelle aufgehört, 19 Personen haben die Befragung fortgesetzt und vollständig beantwortet.

3.2.3 Teil (C): Weiterbildungsbedarf Wasserstoff nach Zielgruppen

Im dritten Teil der Befragung sollten die Teilnehmenden eine Einschätzung abgeben, welche H₂-Weiterbildungsinhalte für welche Mitarbeitenden-Gruppen ihres Unternehmens relevant sind bzw. sein könnten. Hierfür wurden Seminar-Themen vorgeschlagen und entsprechend vorgegebenen Zielgruppen zugeordnet. Infolgedessen sollten Kompetenzprofile entstehen, welche eine Orientierung für die (Weiter-)Entwicklung von Wasserstoff-Weiterbildungsangeboten sein sollten. Für einen Überblick der Kompetenzprofile nach Zielgruppen und Inhalten siehe Tabelle 8. Rückmeldung erfolgte in diesem Abschnitt von 19 Personen, wobei nicht jede davon zu jeder Zielgruppe Weiterbildungsinhalte zugeordnet hat. Zu den vorgeschlagenen Zielgruppen zählten:

- Führungskräfte und Entscheidungsträger:innen in Unternehmen
- Projektverantwortliche und Planende
- Technische Fachkräfte
- Entscheidungsträger:innen in Banken/Behörden/Verwaltung
- Mitarbeitende in Forschung und Entwicklung
- Energie- und Umweltbeauftragte

Die vorgeschlagenen Weiterbildungsinhalte waren:

- **Grundlagen der Wasserstofftechnologie**
(Wasserstoff als Energieträger, Eigenschaften und Besonderheiten von Wasserstoff, Farbenlehre des Wasserstoffs, Wasserstoffspeicherung und -transport)
- **Gesellschaftliche Aspekte & Akzeptanz von Wasserstoff**
- **Rechtliche Rahmenbedingungen**
(Vorschriften und Gesetzesgrundlagen im Zusammenhang mit Wasserstoff, Genehmigungsverfahren)
- **Sicherheitsanforderungen im Zusammenhang mit Wasserstoff**
(Umgang mit Wasserstoff, Einordnung der Entzündungs- und Explosionsgefahr, Vorsichtsmaßnahmen im Umgang mit Wasserstoff, Anforderungen für die Speicherung von Wasserstoff)
- **Wasserstoff im Energiesystem der Zukunft**
(Formen der Erneuerbaren Energien, Einfluss der Wasserstoffwirtschaft auf den Strombedarf, Bedeutung von Sektorenkopplung, Wertschöpfungsketten der Wasserstoffwirtschaft)
- **Wasserstoffgewinnung durch Elektrolyse**
(Überblick Elektrolysetechnologien, Entscheidungskriterien, Case Szenarios)
- **Umwandlung und Speicherung von Wasserstoff**
(Überblick speicher- und transportierbarer Formen von Wasserstoff, Herstellung klimafreundlicher Produkte aus H₂, direkte stoffliche und energetische Nutzung von Umwandlungsprodukten mit ihren Vor- und Nachteilen)
- **Transport von Wasserstoff**
(Herausforderungen für Transport und Speicherung von Wasserstoff, Einordnung sinnvoller Transportwege aufgrund von Entfernung und Menge, Entwicklung des zukünftigen Wasserstofftransportnetzes in Deutschland und Europa)
- **Wasserstoffanwendungen in der Mobilität**
(Wasserstoff als Baustein in der Mobilität und dem Energiesystem der Zukunft, Antriebssysteme: Brennstoffzelle und Wasserstoff-Verbrennung, Sicheres Arbeiten an Fahrzeugen mit Gasantrieb, Tankinfrastruktur und -systeme)

■ **Wasserstoff-Nutzung in Brennstoffzellsystemen**

(Brennstoffzellen-Technologie und deren Funktionsweise, Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Brennstoffzellentypen und ihre Anwendung inkl. Case Szenarios)

■ **Fabriktransformation**

(Beitrag von Wasserstoff zur Dekarbonisierung bzw. Rolle von grünem Wasserstoff für CO₂-neutrale Fabrikssysteme, Bewertungskriterien für das eigene Unternehmen, Alternativen zu Wasserstoff für eine klimafreundliche Fabriktransformation)

■ **Planung und Umsetzung konkreter Wasserstoffprojekte**

Die folgenden Abbildungen zeigen, wie häufig die vorgeschlagenen zwölf einzelnen Weiterbildungsinhalte den sechs potenziellen Zielgruppen zugeordnet wurden.

Führungskräfte und Entscheidungsträger:innen in Unternehmen

Der Zielgruppe Führungskräfte und Entscheidungsträger:innen in Unternehmen wurde der Bedarf an Wissen zu rechtlichen Rahmenbedingungen am häufigsten zugeordnet. Ebenfalls als bedeutsam für diese Zielgruppe zugeordnet wurde die Themen Grundlagen der Wasserstofftechnologie, gesellschaftliche Aspekte und Akzeptanz von H₂, H₂ im Energiesystem der Zukunft sowie die Planung und Umsetzung konkreter H₂-Projekte. Technische Inhalte und Sicherheitsanforderungen wurden als weniger relevant eingestuft (siehe Abbildung 6).

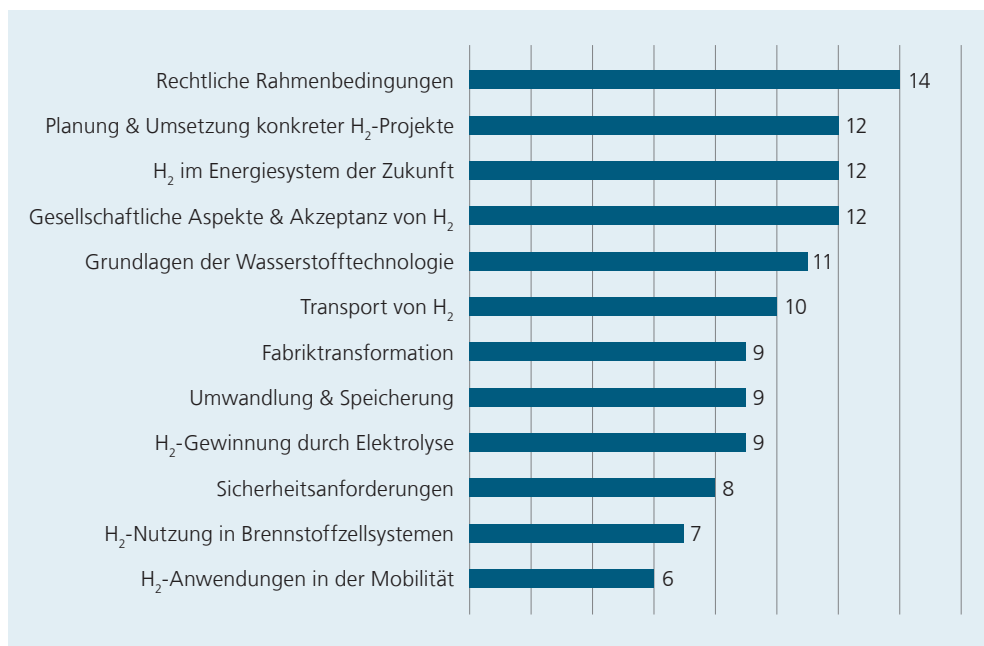


Abbildung 6: H₂-Kompetenzprofil für Führungskräfte und Entscheidungsträger:innen in Unternehmen

Projektverantwortliche und Planende

Für die Zielgruppe der Projektverantwortlichen und Planenden wurde die Planung und Umsetzung konkreter H₂-Projekte an erster Stelle genannt, dicht gefolgt von H₂ im Energiesystem der Zukunft und Sicherheitsanforderungen. Darüber hinaus seien neben Grundlagen

der Wasserstofftechnologie gesellschaftliche Aspekte und Akzeptanz von H₂, H₂-Nutzung in Brennstoffzellensystemen sowie Umwandlung und Speicherung bedeutsame Themen für Projektverantwortliche und Planende (siehe Abbildung 7).

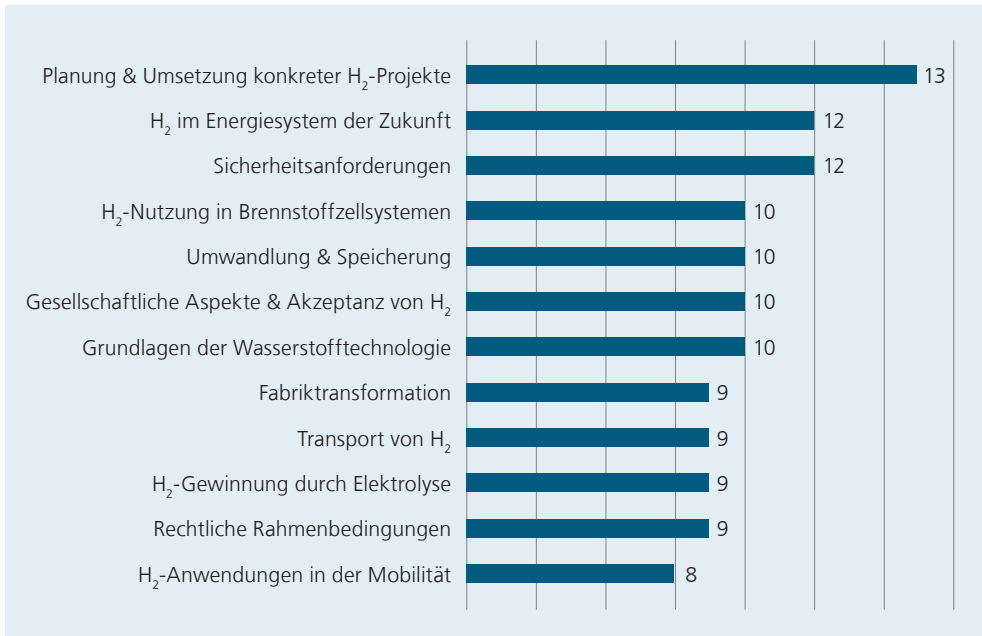


Abbildung 7: H₂-Kompetenzprofil für Projektverantwortliche und Planende

Technische Fachkräfte

Bei den technischen Fachkräften wurden an erster Stelle Weiterbildungsinhalte im Zusammenhang mit Sicherheitsanforderungen zugeordnet. Neben Grundlagen der Wasserstofftechnologie seien hier weiterhin als relevante Themen H₂-Gewinnung durch Elektrolyse, Umwandlung, Speicherung und Transport von H₂ sowie H₂-Anwendungen in der Mobilität genannt (siehe Abbildung 8).

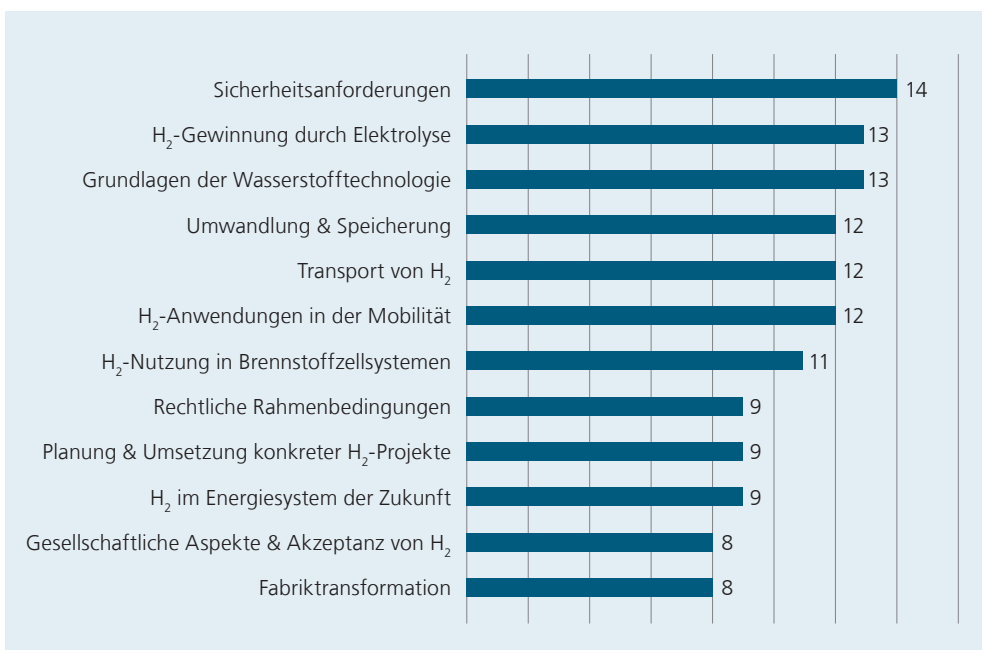


Abbildung 8: H₂-Kompetenzprofil für Technische Fachkräfte

Mitarbeitende in Forschung und Entwicklung

Für Mitarbeitenden in Forschung und Entwicklung wurden weniger die Wasserstoff-Grundlagen und planerischen Inhalte in den Vordergrund gestellt als vielmehr die technischen Themen wie H₂-Gewinnung durch Elektrolyse, Umwandlung und Speicherung sowie H₂ im Energiesystem der Zukunft und das Thema Fabriktransformation (siehe Abbildung 9).

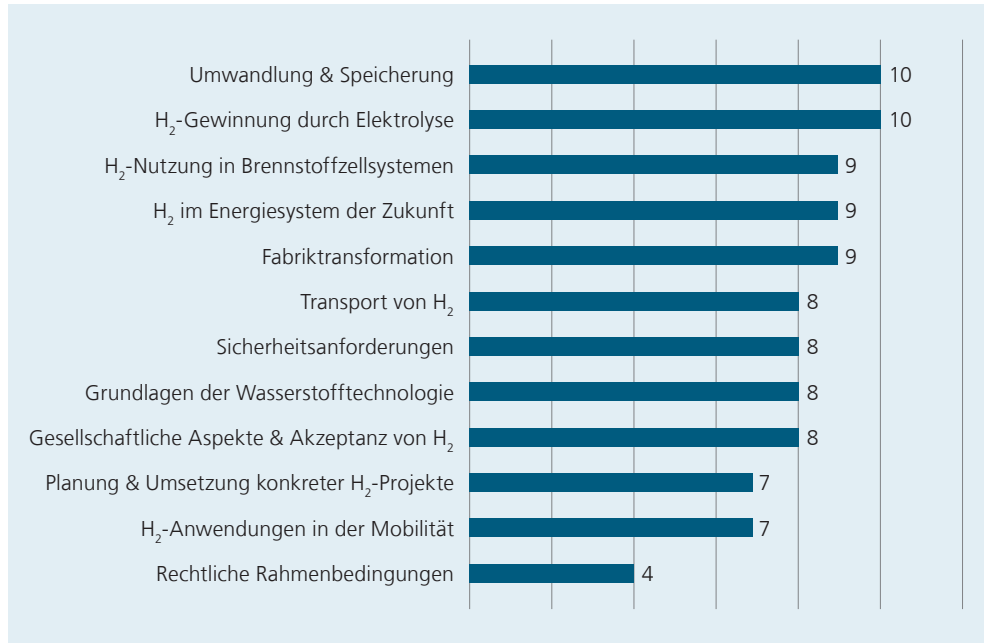


Abbildung 9: H₂-Kompetenzprofil für Mitarbeitende in Forschung und Entwicklung

Entscheidungsträger:innen in Banken / Behörden / Verwaltung

Wie bei der Zielgruppe der Führungskräfte und Entscheidungsträger:innen in Unternehmen wurden auch der Zielgruppe der Entscheidungsträger:innen in Banken, Behörden und Verwaltung rechtliche Rahmenbedingungen als wichtigster Weiterbildungsinhalt angegeben, neben den Grundlagen der Wasserstofftechnologie. Ebenfalls für diese Zielgruppe bedeutend seien die Themen H₂ im Energiesystem der Zukunft, gesellschaftliche Aspekte und Akzeptanz, Fabriktransformation sowie die Planung und Umsetzung konkreter H₂-Projekte (siehe Abbildung 10).

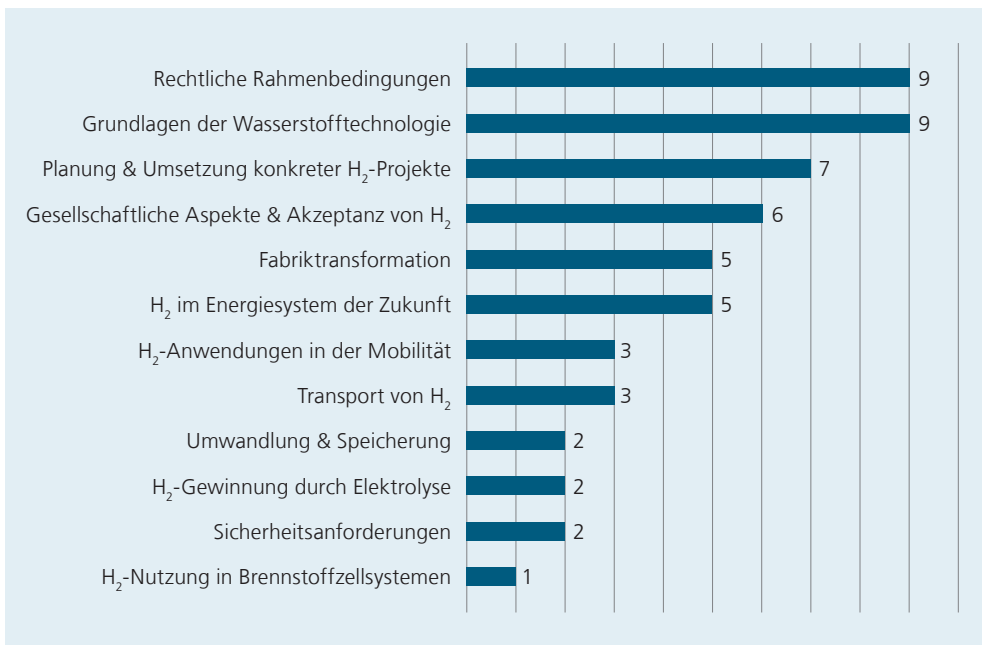


Abbildung 10: H₂-Kompetenzprofil für Entscheidungsträger:innen in Banken/Behörden/Verwaltung

Energie- und Umweltbeauftragte

Für die Zielgruppe der Energie- und Umweltbeauftragten stehen laut der Einschätzung der Befragten Sicherheitsanforderungen und rechtliche Rahmenbedingungen als Weiterbildungsinhalte im Vordergrund. Ebenfalls wichtig seien neben den Grundlagen Wasserstofftechnologie die Themen Fabriktransformation, H₂ im Energiesystem der Zukunft und auch gesellschaftliche Aspekte und Akzeptanz (siehe Abbildung 11).

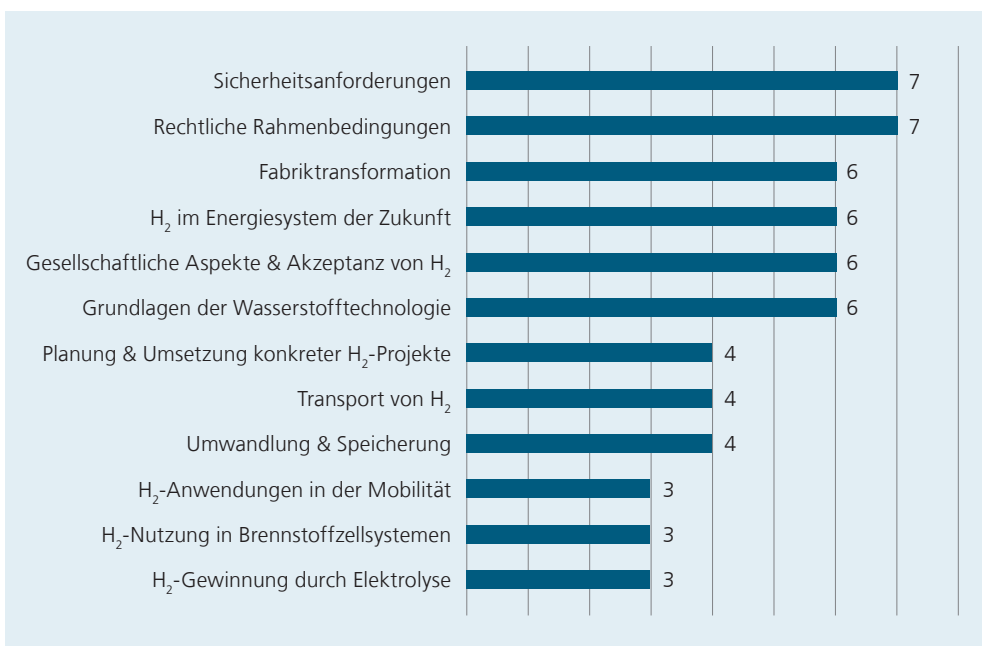


Abbildung 11: H₂-Kompetenzprofil für Energie- und Umweltbeauftragte

Überblick der Kompetenzprofile

Aus den zuvor vorgestellten Einschätzungen der Befragten an Weiterbildungsbedarfen pro Zielgruppe lassen sich zusammenfassend mit Hilfe der untenstehenden Tabelle 9 die Kompetenzprofile gegenüberstellend darstellen. Pro Zielgruppe sind die fünf bis sechs Weiterbildungsinhalte kenntlich gemacht, die am häufigsten als relevant beurteilt wurde. Dabei wurde zwischen besonders bedeutsam (»X«) und bedeutsam (»X«) unterschieden.

Tabelle 9: Überblick der Kompetenzprofile nach Zielgruppen und Inhalten

	Führungskräfte & Entscheidungsträger:innen in Unternehmen	Projektverantwortliche und Planende	Technische Fachkräfte	Mitarbeitende in Forschung und Entwicklung	Entscheidungsträger:innen in Banken/Behörden/Verwaltung	Energie- & Umweltbeauftragte
H ₂ im Energiesystem der Zukunft	X	X		X	X	X
Gesellschaftliche Aspekte & Akzeptanz von Wasserstoff	X	X			X	X
Grundlagen der Wasserstofftechnologie	X	X	X		X	X
Rechtliche Rahmenbedingungen im Zusammenhang mit Wasserstoff	X				X	X
Sicherheitsanforderungen im Zusammenhang mit Wasserstoff		X	X			X
Planung & Umsetzung konkreter Wasserstoffprojekte	X	X			X	
Fabriktransformation				X	X	X
H ₂ -Gewinnung durch Elektrolyse			X	X		
Umwandlung & Speicherung		X	X	X		
Transport von Wasserstoff			X			
H ₂ -Nutzung in Brennstoffzellsystemen		X		X		
H ₂ -Anwendungen in der Mobilität			X			

Beim Vergleich der Kompetenzprofile der unterschiedlichen Zielgruppen fällt auf, dass den Führungskräften und Entscheidungsträger:innen in Unternehmen sowie den Entscheidungsträger:innen in Banken, Behörden und Verwaltung überwiegend identische Weiterbildungsinhalte zugeordnet wurden. Bei diesen beiden Zielgruppen wurden rechtliche Rahmenbedingungen im Zusammenhang mit Wasserstoff als besonders wichtige Weiterbildungsinhalte aus Sicht der Teilnehmenden der Befragung bewertet. Für die Zielgruppe der Energie- und Umweltbeauftragten sind ebenfalls die rechtlichen Rahmenbedingungen besonders bedeutsam, aber auch die Sicherheitsanforderungen im Zusammenhang mit Wasserstoff. Letztere wurden ebenfalls für Projektverantwortliche und Projektplanende als sehr wichtiger Weiterbildungsinhalt genannt, dazu das Thema Wasserstoff im Energiesystem der Zukunft sowie die Planung und Umsetzung von konkreten Wasserstoffprojekten.

Mit Ausnahmen von Mitarbeitenden in Forschung und Entwicklung wurden allen zur Auswahl stehenden Zielgruppen Grundlagen der Wasserstofftechnologie als wichtiger Weiterbildungsinhalt zugeordnet. Eher technische Themen wie Wasserstoffgewinnung durch Elektrolyse, Umwandlung, Speicherung und Transport wurden vor allem den Technischen Fachkräften, Mitarbeitenden in Forschung und Entwicklung sowie auch Projektverantwortlichen bzw. -planenden zugeschrieben.

Zusätzlicher Weiterbildungsbedarf aus Sicht der Teilnehmenden

Nach der obigen Zuordnung der vorgeschlagenen Weiterbildungsinhalte zu den Zielgruppen hatten die Teilnehmenden die Möglichkeit, im Rahmen einer offenen Frage weitere Themen im Zusammenhang mit Wasserstoff zu nennen, bei denen sie konkreten Weiterbildungsbedarf in ihrem Unternehmen sehen. Folgende Rückmeldung gab es:

- Wasserstoff nicht ohne E-Technik denken
- Sicherheitsanforderungen im Anlagenbau
- Wasserstoff-Wissen für Rettungskräfte, Feuerwehren, Gutachter:innen
- Erstellung erfolgreicher Förderanträge
- Umsetzung realer Nutzung von Wasserstoff im Rahmen von F&E Projekten

3.2.4 Teil (D): Rahmenbedingungen für H₂-Weiterbildung

Um bedarfsgerechte Weiterbildungsangebote entwickeln zu können, beinhaltete der letzte Teil der Online-Befragung Fragen zu präferierten Rahmenbedingungen bzgl. Zeitpunkt des Weiterbildungsbedarfs, Dauer, Form und Tiefe der Weiterbildung sowie Art des Weiterbildungsnachweises. Zunächst wurde jedoch nach der voraussichtlichen Anzahl an Personen mit H₂-Weiterbildungsbedarf gefragt.

Anzahl der Mitarbeitenden mit Weiterbildungsbedarf

Knapp zwei Drittel der Teilnehmenden gab an, dass voraussichtlich für 1 bis 9 Personen Weiterbildungsbedarf zum Thema Wasserstoff besteht. Dies würde einer Teilnahme an offenen Weiterbildungsangeboten entsprechen. Zusammengefasst gaben mehr als ein Drittel der Teilnehmenden an, dass für mindestens 10 Mitarbeitende H₂-Weiterbildungsbedarf besteht. Dies zeigt das Potenzial für Inhouse-Schulungen bzw. interne/firmenspezifische Seminare.

Tabelle 10: Für wie viele Mitarbeitende besteht voraussichtlich Weiterbildungsbedarf zum Thema Wasserstoff?

Anzahl MA im Unternehmen mit WB-Bedarf	Häufigkeit (n=19)	Anteil
1 - 9	12	63%
10 - 49	3	16%
50 - 250	3	16%
501 - 999	1	5%

Dauer der Weiterbildung

Mit Blick auf die Dauer der Weiterbildung wurden die Teilnehmenden gefragt, wie viel Zeit den Mitarbeitenden für Weiterbildung zum Thema Wasserstoff zur Verfügung steht. Mehrfachantworten waren möglich. Auffällig ist, dass sowohl Kurzformate von weniger als einem Tag oder einem Tag als auch mehrwöchige berufsbegleitende Weiterbildungslehrgänge gleichermaßen gefragt sind (jeweils 47%). Den meisten Zuspruch fanden mit 59% der Antworten zwei- bis dreitägige Weiterbildungen (siehe Tabelle 11). Unter »Sonstiges« wurde zudem im offenen Antwortfeld sowohl variabel und bedarfsgerecht als auch abhängig von Qualifikation und Tätigkeit vermerkt.

Tabelle 11: Wie viel Zeit steht Ihren Mitarbeitenden für die Weiterbildung zum Thema Wasserstoff zur Verfügung?

Zeit für Weiterbildung	Häufigkeit (n=17)	Anteil
weniger als 1 Tag	8	47%
1 Tag	8	47%
2 - 3 Tage	10	59%
Mehrwöchiger berufsbegleitender Weiterbildungslehrgang	8	47%
Sonstiges	2	12%

Form der Weiterbildung

Bei der Frage zur bevorzugten Form der Weiterbildung war wie zuvor eine Mehrfachauswahl bei den Antworten möglich. Am stärksten präferiert werden sowohl Präsenz- als auch Online-Kurse (jeweils 53%). Etwas mehr als ein Drittel der Teilnehmenden würde ebenfalls ein Blended-Learning-Kurs mit einer Mischung aus Präsenz- und Selbstlernphasen sowie ggf. Live-Online-Treffen zusagen. Ganztagsveranstaltungen sind eher gewünscht als Halbtagsveranstaltungen oder Blockpräsenzen an Freitagen oder an Wochenenden. Lunch-Meetings und Abendveranstaltungen wurden nicht ausgewählt (siehe Tabelle 12).

Tabelle 12: Welche Form der Weiterbildung sagt Ihren Beschäftigten am meisten zu?

Form der Weiterbildung	Häufigkeit (n=19)	Anteil
Präsenz-Kurs	10	53%
Online-Kurs (Mischung aus Live-Online-Treffen und Selbstlernphasen)	10	53%
Blended Learning-Kurs (Mischung aus Präsenzphasen und Selbstlernphasen sowie ggf. Live-Online-Treffen)	7	37%
Ganztagsveranstaltungen	9	47%
Halbtagsveranstaltungen (vormittags)	4	21%
Halbtagsveranstaltungen (nachmittags)	3	16%
Lunch-Meetings	0	0%
Abendveranstaltungen	0	0%
Blockpräsenzen an Freitagen oder an Wochenenden	4	21%
Keine Präferenz	2	11%
Ich weiß es nicht.	1	5%

Tiefe der Weiterbildung

Bei der gewünschten Tiefe einer Weiterbildung zum Thema Wasserstoff bevorzugen zwei Drittel der Teilnehmenden Themenworkshops oder ein- bis zweitägige Seminare. 44 Prozent sprachen sich für mehrwöchige berufsbegleitende Lehrgänge aus, für ein Drittel käme ein weiterbildendes Zertifikatsstudium infrage und für 22 Prozent ein berufsbegleitendes Bachelor- oder Masterstudium. Auch bei dieser Frage waren Mehrfachantworten möglich (siehe Tabelle 13).

Tabelle 13: Welche Tiefe der Weiterbildung würden Sie bevorzugen?

Tiefe der Weiterbildung	Häufigkeit (n=18)	Anteil
Themenworkshops (themenbezogener Austausch)	12	67%
Weiterbildungs-Seminar (ein- oder mehrtägige Veranstaltung)	12	67%
Berufsbegleitend mehrwöchiger Lehrgang	8	44%
Weiterbildendes Zertifikatsstudium	6	33%
Berufsbegleitendes Bachelor- oder Masterstudium	4	22%

Art des Weiterbildungsnachweises

In der letzten Frage wurden die Teilnehmenden nach der Art des gewünschten Weiterbildungsnachweises befragt (siehe Tabelle 14). Auch bei dieser Frage waren Mehrfachnennungen möglich. Beim Universitätszertifikat sowie Bachelor- oder Masterabschluss decken sich die Antworten mit der Frage zuvor. Bei den nicht-universitären Weiterbildungsnachweisen wurden jeweils von 72 Prozent der Teilnehmenden sowohl Teilnahmebescheinigungen mit und ohne Test als auch eine Personenzertifizierung als möglicher gewünschter Weiterbildungsnachweis angegeben.

Tabelle 14: Welche Art des Weiterbildungsnachweises ist gewünscht?

Art des Weiterbildungsnachweises	Häufigkeit (n=18)	Anteil
Teilnahmebescheinigung ohne Test	13	72%
Teilnahmebescheinigung/Zertifikat mit Test	13	72%
Personenzertifizierung	13	72%
Universitäts-Zertifikat mit 15 ECTS	6	33%
Universitätsabschluss (Bachelor/Master)	4	22%

Abschließende freie Kommentare der Teilnehmenden

Abschließend hatten die Teilnehmenden die Möglichkeit, Kommentare zur Befragung zu hinterlassen. Dies wurde von einer Person wahrgenommen. Die Teilnehmerin merkte an, dass eine Schulung für mehr als 500€ im Monat für eine Mutter mit Kindern nicht leistbar sei. Sie regte die Entwicklung eines Kurses aufbauend auf ingenieur-technischen Grundkenntnissen an. Zudem befürwortet sie eine Spezialisierung auf Wasserstoff im Rahmen des Gastechnik-Studiums.

3.3 Bildungsbedarfs-Workshops

Im Projektverlauf werden regelmäßig Bildungsbedarfs-Workshops mit unterschiedlichen Zielgruppen durchgeführt. Dabei wurden sowohl innerhalb des hyBit Projektkonsortiums potenzielle Bildungsbedarfe anhand bisheriger interner Forschungsergebnisse erarbeitet sowie vor Ort einem Partnerunternehmen ein Bildungsbedarfsworkshop durchgeführt, dessen Ergebnisse hier nicht ausgeführt werden. Darüber hinaus fand in einem Workshop mit dem Verband der Elektrotechnik Elektronik und Informationstechnik (VDE) zu H₂-Bildungsbedarfen ein Austausch statt. Hinzu kommen regelmäßige Workshops mit der Fraunhofer H₂ Education Community, in welcher die Ergebnisse der Expert:innengespräche und Online-Befragung vorgestellt und diskutiert wurden, um daraus Schlüsse für die (Weiter-)Entwicklung von Weiterbildungsangeboten zum Thema Wasserstoff zu ziehen.

3.3.1 hyBit Bildungsbedarfs-Workshop

Vor dem Hintergrund der Entwicklung von H₂-Weiterbildungsangeboten für Industrie, Verwaltung und Behörden fand am 09.10.2023 der hyBit Bildungsbedarfs-Workshop statt, welcher von Viktor Deleski und Dr. Anja-Christina Greppmair moderiert wurde und online stattfand (Screenshot vom Conceptboard siehe Abbildung 12).

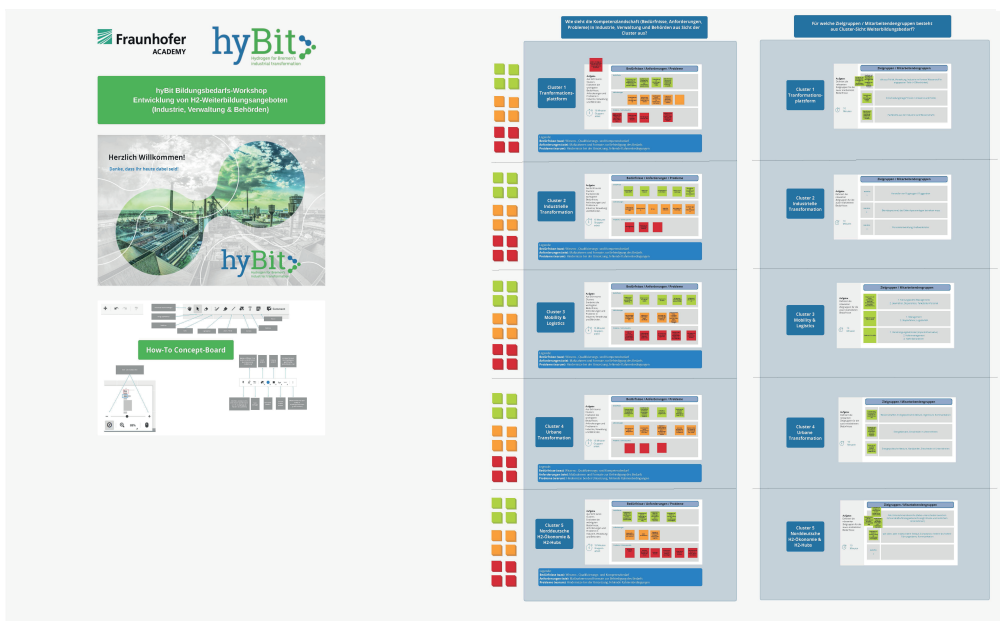


Abbildung 12: Screenshot vom Conceptboard des hyBit Bildungsbedarfsworkshops

Die elf teilnehmenden Projekt-Mitarbeitenden erarbeiteten aus der Forschungsperspektive der fünf Cluster potenziellen Wissens-, Qualifizierungs- und Kompetenzbedarf, welchem in einem zweiten Schritt spezifische Zielgruppen zugeordnet wurden. Die Leitfragen hierfür lauteten:

- Wie sieht die Kompetenzlandschaft (Bedürfnisse, Anforderungen, Probleme) in Industrie, Verwaltung und Behörden aus Sicht der Cluster aus?
- Für welche Zielgruppen / Mitarbeitendengruppen besteht aus Cluster-Sicht Weiterbildungsbedarf?

Als **Herausforderungen bzw. Schmerzpunkte der Wasserstoff-Transformation** identifizierten die Workshop-Teilnehmenden u.a. fehlendes H₂-Wissen, ein fehlendes Bewusstsein der Relevanz der Wasserstofftransformation, den Fachkräftemangel in Industrie, Mobilität und Logistik, die Umstellungsdynamik (was passiert in welchen Zeiträumen?) sowie viele Unsicherheiten, welche zu Verzögerungen führten, bspw. bei Genehmigungen.

In diesem Zusammenhang wurden u.a. **folgende Bedürfnisse (Wissens-, Qualifizierungs- und Kompetenzbedarfe)** genannt:

- **Cluster 1 (Transformationsplattform):** grundlegendes und spezifisches Verständnis, wie eine Transformation aussehen könnte, Informationen über Wasserstoff als Energiespeicher und in industriellen Prozessen allgemein, State-of-the-art Methoden für Modellierung, Optimierung und Vernetzung (Industrie) sowie Unterstützung bei Entscheidungen (Industrie & Politik)
- **Cluster 2 (Industrielle Transformation):** Anwendungen des Wasserstoffs, Wissen zu Transport, Verfahrenstechnik und Verdichtung sowie Informations- und Bildungsbedarf zur Sicherheitstechnik
- **Cluster 3 (Mobility & Logistics):** Verfügbarkeit und Preise von H₂, Einsatz von Wasserstoff im Verkehr (bspw. Brennstoffzelle, Betankung), in der internen Logistik und im Hafen
- **Cluster 4 (Urbane Transformation):** Zusammenhang von Wasserstofferzeugung und Abwärmeproduktion, technische und wirtschaftliche Identifikation (vermeidbarer und unvermeidbarer) Abwärme, Umsetzung der Abwärme-Konzepte sowie Errichtung von Anlagentechnik
- **Cluster 5 (Norddeutsche H₂-Ökonomie und H₂-Hubs):** Transformation des Industriesystems, der Wechselwirkungen mit dem Energiesystem und langfristiger Handlungsperspektiven; Verständnis für Energie- und Industriewende vor dem Hintergrund der Klimaneutralität, Langfristszenarien und Roadmaps, politische Ziele; aktuell diskutierte Instrumente im Strom-, Wärme-, Verkehrs- und Industriesektor; Herausforderungen der Umsetzung/Transformation kurz/mittel/langfristig, Verständnis schaffen für Fragen der Nachhaltigen Entwicklung in allen Sektoren und in Bezug auf SDGs und EU-Taxonomie (insbesondere Berücksichtigung von ökologischen und sozialen Faktoren) sowie Sensibilisierung zum Thema Wasserstoffimporte aus der MENA-Region in Bezug auf Umwelt-, Sozial- und Nachhaltigkeitsstandards

Um den zuvor genannten Problemen bzw. Schmerzpunkten und Bedürfnissen im Rahmen der Wasserstofftransformation zu begegnen, erarbeiteten die Workshop-Teilnehmenden u.a. folgende Anforderungen bzw. Maßnahmen und Formate: Verknüpfung der Akteure/Dialogprozesse, Schaffung eines klaren Rechtsrahmens (z.B. beim Thema Abwärme), Verankerung von Wasserstoff in der Unternehmenskultur, didaktische Aufbereitung komplexer Themen, Aufnahme von Abwärmepotenzialen in Energieaudits, Schulungen für Genehmigungsbehörden, Aufklärung zu Gefahrgut/Risiken (Zertifikate), zielgruppenspezifische Schulungen, Podiumsdiskussionen, Informationsabende, Infobroschüren, Handreichung H₂-Transformation für Politiker:innen, Software-Entwicklung.

- Abgerundet wurde der Bildungsbedarfs-Workshop durch die Zuordnung von potenziellen Zielgruppen/Mitarbeitendengruppen zu den in den Clustern individuell identifizierten Bedürfnissen bzw. Wissens-, Qualifizierungs- und Kompetenzbedarfen. Hier wurden genannt: Genehmigungsbehörden bzw. Entscheidungsträger:innen in Politik,
- Verwaltung und Industrie,
- Kraftwerksleitungen,
- Fach- und Führungskräfte aus Industrie, Betriebspersonal von Elektrolyseuranlagen, Personalentwickler:innen,
- Hafenmanagement sowie Hafenmitarbeitende,
- Logistik-Mitarbeitende,
- Stapler- und LKW-Fahrer:innen,
- Tankstellen-Personal,
- Disponenten,
- Wissenschaftler:innen,
- Energiepolitische Akteure und Berater:innen,
- Ingenieur:innen,
- Handwerker:innen und Mitarbeitende aus dem Bereich Kommunikation.

Mit Bezug auf das Thema Transformation des Industriesystems, der Wechselwirkungen mit dem Energiesystem und langfristiger Handlungsperspektiven wurden High-Level-Veranstaltungen mit der Strategieebene und mit foresight-Abteilungen industrieller Unternehmen aus dem Kontext der norddeutschen H₂-Ökonomie vorgeschlagen. Sensibilisierung zum Thema Wasserstoffimporte aus der MENA-Region in Bezug auf Umwelt-, Sozial- und Nachhaltigkeitsstandards sei vor allem für die Zielgruppe Einkauf, Compliance, mittlere bis höhere Führungsebenen und Kommunikation von Bedeutung.

In einem nächsten Schritt werden die Workshop-Ergebnisse zusammen mit den Ergebnissen aus der hyBit Online-Befragung zum H₂-Bildungsbedarf und aus Expert:innengesprächen analysiert. In darauffolgenden Workshops innerhalb der Fraunhofer H₂ Education Community werden diese Ergebnisse diskutiert, um bereits laufende Weiterbildungsprogramme der Fraunhofer Gesellschaft ggf. anzupassen sowie neue Weiterbildungsformate zu entwickeln, welche den aktuellen Marktbedürfnissen bzw. Anforderungen aus Industrie, Verwaltung und Behörden entsprechen.

3.3.2 VDE Experten-Workshop »Fachkräftemangel, Recruiting, Aus- und Weiterbildung«

Am 23.10.2023 nahm Viktor Deleski (Fraunhofer Academy) an einem Experten-Workshop in München zum Thema Fachkräftemangel, Recruiting, Aus- und Weiterbildung teil, welcher vom Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (VDE) organisiert wurde. Ebenfalls teilgenommen haben Vertreter:innen aus dem Handwerk, ein Manager eines Brennstoffzellenherstellers, ein Vertreter von InnoEnergy sowie Vertreter:innen anderer Bildungsinstitutionen. Das Ergebnis des Workshops war, dass es weder DIE Wasserstoffwirtschaft gäbe noch DEN Ausbildungsberuf Wasserstofffachkraft geben werde. Es fehlten zwar noch Fachkräfte im H₂-Umfeld, aber es gäbe noch genügend Arbeitskräfte am Markt und da sei es die Aufgabe, genügend Qualifizierungs-Angebote zu schaffen, um das Fachwissen zum Thema Wasserstoff zu vermitteln. Entscheidend sei die frühzeitige Identifizierung von Wissensbedarfen sowie normungsrechtlichen Anforderungen an die Mitarbeitenden in unterschiedlichen Berufen. Hierbei sei es vor allem wichtig, frühzeitig Know-how aufzubauen, um sowohl die Transformation mitzugestalten als auch neue Geschäftsmodelle zu entwickeln bzw. bestehende Geschäftsmodelle zu bewerten.

3.3.3 Fortlaufende Workshops mit der Fraunhofer H₂ Education Community

Innerhalb der Institute der Fraunhofer-Gesellschaft, die Weiterbildung zum Thema Wasserstoff anbieten bzw. anbieten möchten, wurde die Fraunhofer H₂ Education Community gegründet, welche sich zwei-wöchentlich zu einem Online-Austausch trifft. Bei diesen Treffen haben die Mitarbeitenden der Institute die Möglichkeit, ihre Konzepte und bereits laufenden Angebote zum Thema Wasserstoff vorzustellen, Herausforderungen anzusprechen, gemeinsame Lösungsmöglichkeiten zu erarbeiten, Kooperationsmöglichkeiten zu finden etc. Im Rahmen dieser Community fanden sechs Workshops im Zusammenhang mit dem hyBit-Projekt statt:

- Zielgruppen-Check: Welche Zielgruppen nehmen an den laufenden H₂-Weiterbildungen teil? Entsprechen diese den zuvor definierten Personas / Zielgruppen?
- Feedback zum Fragenkatalog der Online-Befragung
- Test der Online-Befragung
- Vorstellung & Diskussion der Erkenntnisse aus dem hyBit Bedarfsworkshop
- Entwicklung neuer Personas / Zielgruppen auf Basis der Erfahrungen der weiterbildenden Institute und den bisherigen Ergebnissen der hyBit Bildungsbedarfsanalyse
- Diskussion der Ergebnisse aus Expert:innengesprächen und Online-Befragung

Im Rahmen des Zielgruppen-Checks kam heraus, dass an den bisherigen Wasserstoff-Weiterbildungen an erster Stelle (technische) Führungskräfte, gefolgt von Projektmanager:innen und Entscheider:innen (Managementebene) teilgenommen haben. Mitarbeitende aus Behörden oder auch technische Fachkräfte wurden bisher weniger erreicht.

Aus den bisherigen Erfahrungen der weiterbildenden Institute und der Diskussion der Ergebnisse der hyBit Bildungsbedarfsanalyse (Workshops, Online-Befragung und Expert:innengespräche) wurde geschlussfolgert, dass es einerseits ein eigenständiges Seminar für Mitarbeitende in Ämtern und Behörden geben sollte und andererseits auch Kommunikationsabteilungen, Marketing und PR stärker bei der Angebotsentwicklung in den Fokus genommen werden sollten – Stichwort Sensibilisierung für das Thema Wasserstoff und Vermittlung von Basiswissen. Als potenzielle weitere neue Zielgruppen wurden Arbeitssuchende genannt, die sich umorientieren möchten und auch Start-ups, die mit dem Thema Wasserstoff in Berührung kommen.

Der Weiterbildungsbedarf für technische Fachkräfte wird in den kommenden Jahren mit dem Voranschreiten der Wasserstoff-Transformation steigen und voraussichtlich stärker durch maßgeschneiderte Weiterbildungen im Unternehmen mit Arbeitsplatzbezug und ggf. Zertifizierung zur Arbeitsberechtigung erfolgen als in standardisierten offenen Weiterbildungslehrgängen.

4. Zusammenfassung der Ergebnisse der Bildungsbedarfsanalyse

Die Ergebnisse aus den drei unterschiedlichen Formaten der Bildungsbedarfsanalyse werden nun nacheinander zusammengefasst, angefangen mit den Expert:innengesprächen und im Anschluss daran der Online-Befragung und den Bildungsbedarfs-Workshops.

4.1 Essentials aus den Expert:innengesprächen

Aus den 13 Gesprächen zum Weiterbildungsbedarf Wasserstoff lassen sich die folgenden Kernpunkte zusammenfassen:

- **Akzeptanzförderung:**
Es besteht insgesamt noch viel Aufklärungsbedarf: Einerseits, um Verständnis und Akzeptanz für das Thema in der Bevölkerung zu schaffen und andererseits, um Wasserstoff in die Praxis zu bringen.
- **Hürde der Transformation:**
Als Hürde der Wasserstoff-Transformation wurden die langen Wartezeiten auf Förderbescheide genannt, da somit die entsprechenden Mittel fehlten, um die Vorhaben zu starten und die benötigten neuen Mitarbeitenden einzustellen bzw. weiterzubilden.
- **Identifizierung von Use Cases und Prozessen:**
In einigen Unternehmen findet aktuell die Identifizierung von internen Use-Cases bzw. Prozessen und damit auch die Identifizierung von Mitarbeitenden statt, die von einer Wasserstoff-Transformation betroffen sein könnten. Die genauen Weiterbildungsbedarfe sind daher vielfach noch nicht konkret darstellbar.
- **Weiterbildung nach individuellem Bedarf:**
Weiterbildungen zum Thema Wasserstoff in Unternehmen wird in den kommenden Jahren zunehmen. Wichtig sei dabei die Entwicklung individueller Schulungen je nach Unternehmensbedarf bzw. Arbeitsplatz und Anwendung.
- **Auswirkungen auf technische Ausbildungsberufe:**
Ein Ausbildungsberuf mit Wasserstoff-Spezialisierung ist nicht notwendig. Technisches Grundwissen ist Voraussetzung genug, um notwendiges Wasserstoff-Wissen für den

speziellen Unternehmensbedarf aufzusatteln. Ausnahmen sind die Berufe Kapitän:innen, Schiffsführer:innen und Steuerleute/frauen, deren Arbeit auf einem Wasserstoff betriebenen Tanker den Wegfall von Maschinenpflege und Ölwechsel bedeutet und sich signifikant in Richtung Elektronik verändert.

■ **Qualifizierung technischer Fachkräfte:**

Für technische Fachkräfte reicht es nicht aus, nur eine mit Wasserstoff-betriebene Anlage bedienen zu können. Sie sollten zudem über Grundlagenwissen der Wasserstofftechnologien, inklusive der Themen Sicherheit und Gefährdungsbeurteilung, verfügen und ein Zertifikat als Voraussetzung zur Arbeit an entsprechenden Anlagen erlangen.

■ **Weitere Zielgruppen mit Weiterbildungsbedarf (Akzeptanzförderung & Beurteilungskompetenz):**

Bürger:innen, Stadtwerke, (Außen-) Handelskammern, Landwirtschaftsverbände, Banken, Versicherungen und Krankenkassen (Thema Arbeitsunfälle). Der Bereich Sanitär-Heizung-Klima wird derzeit noch als Nischenprodukt wahrgenommen.

■ **Weiterbildungsformat:**

Aus Sicht von Unternehmen werden 2-3-tägige Schulungen bevorzugt, die mit einem Zertifikat enden. Ein modulares Weiterbildungsangebot ist gewünscht.

■ **Wasserstoff-Trainer:innen:**

Da ein Mangel an qualifizierten Trainer:innen besteht, wurde der Aufbau eines Netzwerkes an Dozierenden sowie entsprechender Train-the-Trainer-Angebote als Idee geäußert.

4.2 Essentials aus der Online-Befragung

An der Online-Befragung zum Bildungsbedarf-Wasserstoff haben 35 Personen teilgenommen. Dabei waren die Bereiche Energie und Umwelt (knapp ein Drittel), Dienstleistungen (20%) und Industrie bzw. verarbeitendes Gewerbe (11%) am häufigsten vertreten. Dies sind die Hauptergebnisse:

■ **Relevanz von H₂ für das Unternehmen:**

Für 85% der Teilnehmenden ist das Thema Wasserstoff (eher bis sehr) wichtig für das Unternehmen.

■ **Teams/Abteilungen mit H₂-Bezug:**

Direkten Bezug zum Thema Wasserstoff haben folgende Teams oder Abteilungen: Forschung und Entwicklung, Abteilung zur Bewilligung von (Förder-) Geldern/Krediten, Marketing, Produktion, Einkauf, Logistik, Geschäftsführung, eigene Wasserstoffabteilung, der ganze Fachbereich, Planung, Lehre, Finanzierung, Genehmigungsplanung, Fachabteilung Mobilität und Nachhaltigkeit.

■ **Weiterbildungsbedarf:**

42% der Teilnehmenden schätzen den Bedarf an Weiterbildung zum Thema Wasserstoff als (sehr) groß ein – unabhängig von der Unternehmensgröße. Branchen bzw. Sektoren mit Weiterbildungsbedarf sind: Energie & Umwelt, Industrie bzw. verarbeitendes Gewerbe, Bildungsbereich (Hochschule, Weiterbildungsanbieter), Unternehmensberatungen, Staat & Verwaltung, Dienstleistungen, Handwerk.

■ **Vorwissen:**

Die Teilnehmenden gaben an, dass in den meisten Unternehmen bereits Mitarbeitende mindestens mit Wasserstoff-Grundkenntnissen und in zehn Fällen sogar Expertenwissen gibt. Letzteres ist vor allem in den Sektoren Energie und Umwelt, Forschung und Entwicklung sowie Chemie und Rohstoffe anzutreffen. Keine Wasserstoff-Vorkenntnisse wurden bei Teilnehmenden aus dem Handwerk und dem Bausektor angegeben.

■ **Berufe mit Wasserstoff-Bezug:**

Als Berufe mit aktuellem oder zukünftigem Bezug zum Thema Wasserstoff wurden von den Teilnehmenden vor allem Ingenieursberufe und Projektverantwortliche bzw. Beratungen (für Unternehmen, Bürger:innen und auch bzgl. Fördermitteln) genannt, dicht gefolgt von Technikberufen. Darüber hinaus wurden mehrfach Berufe aus den Bereichen Forschung, IT sowie Energie und Umwelt erwähnt. Aber auch für Geschäftsführungen, Marketing, Finanzierer und Dozierende sei das Thema Wasserstoff relevant.

■ **Verfolgte Ziele durch H₂-Weiterbildung:**

Die Teilnehmenden der Befragung gaben an, dass mit Weiterbildung zum Thema Wasserstoff folgende Ziele erreicht werden sollen:

- generelles Verständnis der Technologie (60%)
- Innovations- und Wettbewerbsvorteil (57%)
- Reduktion von CO₂-Emissionen (51%)
- Erlangen von Hintergrundwissen zur Freigabe von (Förder-) Geldern und Krediten (43%)
- Bürgerdialog bzw. Marketing (34%)
- Sonstige: Verkauf von H₂-Schulungen, Fachkräftevermittlung, Unternehmensgruppe basierend auf Wasserstoff-Anwendungen.

■ **Im Unternehmen wahrgenommene Zielgruppen für H₂-Weiterbildung:**

Projektverantwortliche bzw. -mitarbeitende (62%), Technische Fachkräfte (62%) und Führungskräfte und Entscheidungsträger:innen (59%) werden als die Zielgruppen mit dem größten H₂-Weiterbildungsbedarf wahrgenommen.

■ **Kompetenzprofile:**

Den unterschiedlichen Zielgruppen wurden durch die Teilnehmenden Weiterbildungsinhalte zugeordnet, die sich zusammenfassend als Kompetenzprofile darstellen lassen (siehe oben). Der Übersichtstabelle (siehe Tabelle 9) lässt sich entnehmen, dass sich je nach Zielgruppe unterschiedliche Weiterbildungs-Schwerpunkte ergeben.

■ **Anzahl der Mitarbeitenden im Unternehmen mit H₂-Weiterbildungsbedarf:**

Für 37% der Unternehmen besteht Wasserstoff-Weiterbildungsbedarf für mehr als 10 Personen. Dies deutet das Potenzial von Inhouse Schulungen bzw. internen/firmenspezifischen Seminaren an.

■ **Weiterbildungsformat:**

Hinsichtlich der Dauer und Tiefe der Weiterbildung sind sowohl Kurzformate wie Themenworkshops gefragt (67%), aber auch ein- oder mehrtägige Weiterbildungsveranstaltungen (67%) sowie berufsbegleitende mehrwöchige Lehrgänge (44%). Für ein Drittel der Befragten käme sogar ein weiterbildendes Zertifikatsstudium in Frage, für 22% ein berufsbegleitendes Bachelor- oder Masterstudium. Weiterbildungen in Präsenz oder Online (Mischung aus Live-Online-Treffen und Selbstlernphasen) sind gleichermaßen nachgefragt (jeweils 53%). Etwas mehr als ein Drittel der Teilnehmenden würde ein Blended Learning-Kurs (Mischung aus Präsenzphasen und Selbstlernphasen sowie ggf. Live-Online-Treffen) zusagen.

4.3 Essentials aus den Bildungsbedarfs-Workshops

Im Folgenden werden die Ergebnisse aus den unterschiedlichen Bildungsbedarfs-Workshops zusammengefasst.

4.3.1 hyBit Bildungsbedarfs-Workshop

Die elf teilnehmenden Mitarbeitenden des hyBit-Projektes erarbeiteten aus Forschungsperspektive der fünf Cluster in einem ersten Punkt Herausforderungen bzw. Schmerzpunkte der Wasserstoff-Transformation. Anschließend formulierten sie diesbezügliche potenzielle Wissens-, Qualifizierungs- und Kompetenzbedarfe. In einem letzten Schritt wurden Zielgruppen definiert.

- **Schmerzpunkte der Wasserstoff-Transformation:**
 - fehlendes Bewusstsein der Relevanz der Wasserstoff-Transformation
 - fehlendes H₂-Wissen
 - Fachkräftemangel
 - Umstellungsdynamik (was passiert in welchen Zeiträumen?)
 - Unsicherheiten und Verzögerungen (bspw. bei Genehmigungsverfahren)

- **Wissens-, Qualifizierungs- und Kompetenzbedarf:**
 - Verständnis für eine Transformation (inkl. Wechselwirkungen mit dem Energiesystem & langfristiger Handlungsperspektiven)
 - H₂ als Energiespeicher & Anwendungen in industriellen Prozessen
 - State-of-the-Art-Methoden für Modellierung, Optimierung & Vernetzung Unterstützung bei Entscheidungen (Industrie und Politik)
 - Wissen zu Transport, Verfahrenstechnik und Verdichtung
 - Sicherheitstechnik
 - Aufklärung zu Gefahrgut/Risiken (Zertifikate)
 - Verfügbarkeit und Preise von H₂,
 - Einsatz von H₂ in Verkehr (Brennstoffzelle, Betankung, ...), Logistik & Hafen
 - Zusammenhang von H₂-Erzeugung & Abwärme-Produktion/-Konzepten

- **Zielgruppen:**
 - Genehmigungsbehörden bzw. Entscheidungsträger:innen in Politik, Verwaltung und Industrie
 - Kraftwerksleitungen
 - Fach- & Führungskräfte (Industrie)
 - Betriebspersonal Elektrolyseanlagen
 - Personalentwickler:innen
 - Hafenmanagement und -mitarbeitende
 - Logistik-Mitarbeitende
 - Stapler- und LKW-Fahrer:innen
 - Tankstellen-Personal
 - Disponent:innen
 - Wissenschaftler:innen
 - Energiepolitische Akteure und Berater:innen
 - Ingenieur:innen
 - Handwerker:innen
 - Mitarbeitende im Bereich Kommunikation

Um den zuvor genannten Herausforderungen bzw. Schmerzpunkten und Bedürfnissen im Rahmen der Wasserstoff-Transformation zu begegnen, identifizierten die Workshop-Teilnehmenden u.a. folgende Maßnahmen hinsichtlich Akzeptanzförderung und Wissensaufbau:

- Zielgruppenspezifische Schulungen, z.B. Schulungen für Genehmigungsbehörden
- Podiumsdiskussionen
- Informationsabende
- Infobroschüren
- Handreichung H₂-Transformation für Politiker:innen
- Software-Entwicklung

Über Weiterbildung und akzeptanzfördernde Maßnahmen hinaus wurden folgende Punkte genannt:

- Schaffung eines klaren Rechtsrahmens (z.B. beim Thema Abwärme)
- Verankerung von Wasserstoff in der Unternehmenskultur
- Aufnahme von Abwärmepotenzialen in Energieaudits.

4.3.2 VDE Experten-Workshop »Fachkräftemangel, Recruiting, Aus- und Weiterbildung«

Das Ergebnis des VDE Experten-Workshops ist:

- Es gibt nicht DIE Wasserstoffwirtschaft.
- Es wird nicht DEN Ausbildungsberuf Wasserstofffachkraft geben.
- Der Mangel an H₂-Fachkräften lässt sich durch Qualifizierungs-Angebote zur Vermittlung von Fachwissen zum Thema Wasserstoff abdecken.

4.3.3 Fortlaufende Workshops mit der Fraunhofer H₂ Education Community

Innerhalb der Fraunhofer H₂ Education Community wurden u.a. aus der Reflexion des bisherigen Weiterbildungsangebots Wasserstoff, den Ergebnissen der Online-Befragung, der Expert:innengespräche, der weiter oben genannten Workshops im Rahmen des hyBit-Projektes sowie weiterer interner Workshops folgende Schlussfolgerungen gezogen:

- **Bisher erreichte Zielgruppen:**
Mit dem aktuellen H₂-Weiterbildungsangebot wurden überwiegend (technische) Führungskräfte, Projektmanager:innen und Entscheider:innen (Managementebene) erreicht.
- **Neue / potenzielle Zielgruppen:**
Mit dem aktuellen Weiterbildungsangebot könnten durch gezielte Ansprache evtl. weitere Zielgruppen erreicht werden wie beispielsweise Arbeitssuchende und Start-ups. Für Mitarbeitende in Ämtern und Behörden sollte ein eigenständiges Seminar konzipiert werden. Für technische Fachkräfte werden voraussichtlich überwiegend maßgeschneiderte Schulungen relevant, welche neben Basiswissen Wasserstoff vor allem Arbeitsplatz bzw. Unternehmensspezifisches Wissen vermitteln. Eine weitere Zielgruppe, die es stärker zu adressieren gelte, sind Mitarbeitende in Kommunikationsabteilungen, Marketing und PR. Für diese Personen könnte ein akzeptanzförderndes Weiterbildungsformat neu konzeptioniert und angeboten werden, auch eine Teilnahme an einem Kurs mit Basiswissen wäre für diese Gruppe sinnvoll.

5. Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse der unterschiedlichen Teile der Bildungsbedarfsanalyse bestätigen die Ergebnisse vorangegangener Studien. So lassen sich die derzeitigen Qualifizierungsbedarfe im Themenbereich Wasserstoff durch Weiterbildung des vorhandenen Personals decken; weder sind ein spezieller Ausbildungsberuf noch ein reiner Studiengang Wasserstofftechnologien notwendig (IAB 2021, H₂PRO 2023, H₂Skills 2023, Projekt Revierwende 2024). Sollte ein Unternehmen im Rahmen der Wasserstoff-Transformation neue technische Fachkräfte einstellen müssen, sind technische Grundkenntnisse bzw. eine technische Ausbildung ausreichend, um durch passgenaue Weiterbildung die benötigten Kompetenzen im Zusammenhang mit Wasserstoff aufzusatteln (HYPOS e.V. 2022). Gleiches gilt für bestehendes Personal, dessen Expertise durch passgenaue Weiterbildung erweitert werden kann.

Derzeit ist der Weiterbildungsbedarf Wasserstoff noch hauptsächlich in den Bereichen Management, Planung und Genehmigung zu erkennen. Mit Voranschreiten des Wasserstoffhochlaufs in den nächsten Jahren wird der Weiterbildungsbedarf allgemein steigen und vor allem auch der Bedarf bei den technischen Fachkräften, die direkt an mit Wasserstoff-betriebenen Anlagen arbeiten. Technische Fachkräfte sollten nicht nur über Wissen zur Bedienung der mit Wasserstoff betriebenen Anlagen erlangen, sondern gleichzeitig auch über ein Basiswissen Wasserstoff verfügen und hinsichtlich Arbeitssicherheit, Gefährdungen und Risiken unterwiesen sein (BIBB, 2023b). Darüber hinaus werden Unternehmen maßgeschneiderte Weiterbildungsmodule gemeinsam mit Bildungsanbietern entwickeln müssen, welche die individuellen Bedürfnisse, Prozesse und Arbeitsplätze der Unternehmen berücksichtigen. Folglich wird der Bedarf an maßgeschneiderten bzw. individuell aufgebauten Inhouse-Schulungen zukünftig steigen. Aus diesem Grund und auch mit Blick auf die Vielzahl unterschiedlicher Zielgruppen für H₂-Qualifizierungsmaßnahmen sollten Weiterbildungsanbieter ihre Seminare modular aufbauen. Dies ermöglicht es, flexibel auf die unterschiedlichen Marktbedürfnisse einzugehen. Auch die im Rahmen der Online-Befragung entwickelten unterschiedlichen Kompetenzprofile sprechen für ein individuell aus einzelnen Modulen zusammenstellbares (Online-)Weiterbildungsprogramm.

Eine Herausforderung bei der Abdeckung des Weiterbildungsbedarfs Wasserstoff bleibt jedoch auf der Seite der Weiterbildungsanbieter bestehen, denn es gibt einerseits einen Mangel an qualifizierten Trainer:innen und andererseits die Abhängigkeit der Weiterbildungsinhalte vom beruflichen Hintergrund der verfügbaren Trainer:innen (siehe auch H₂Skills 2023, HYPOS e.V. 2022, Projekt Revierwende 2024).

Hinsichtlich der Weiterbildungsformate lässt sich aus den Ergebnissen der Online-Befragung eine nicht zu unterschätzende Nachfrage an Weiterbildungs-Kurzformaten ableiten. Um diesem Bedarf gerecht zu werden bietet es sich an, mehrstündige Themenworkshops sowie 1- bis 2-tägige Seminare zum Thema Wasserstoff in den Fokus zu nehmen. Um für das Thema Wasserstoff zu sensibilisieren (fehlende gesellschaftliche Akzeptanz als Hindernis; siehe acatech 2022), erscheint die Entwicklung von themenspezifischen Workshops – in Form von Wissensnuggets, Appetizern, Webinaren – als ein guter Einstieg. Letztere bieten zudem die Möglichkeit für die Fraunhofer H₂ Education Community, bestehende Weiterbildungsangebote nachzujustieren, Neues auszuprobieren und in kleinen »Häppchen« auf umfangreichere Weiterbildungsangebote hinzuweisen – beispielsweise im Rahmen einer »H₂-Weiterbildungs-Woche«. Im Kontakt mit den Teilnehmenden lassen sich dann ebenfalls mögliche weitere Weiterbildungsbedarfe ermitteln.

6. Handlungsempfehlungen

Aus den vorgestellten Ergebnissen der Bildungsbedarfsanalyse Wasserstoff lassen sich die folgenden Handlungsempfehlungen ableiten:

(1) **Maßnahmen zur Akzeptanzförderung**

Um Unsicherheiten im Zusammenhang mit der Wasserstoff-Transformation zu reduzieren und das Verständnis sowie die Akzeptanz für Wasserstofftechnologien in der Bevölkerung, in Politik, Verwaltung und Industrie zu fördern, sollten akzeptanzfördernde Maßnahmen initiiert werden. Dabei können verschiedene Kommunikationskanäle genutzt werden, wie z.B. Informationsveranstaltungen, Podiumsdiskussionen, Themenworkshops, Infobroschüren, Online-Kampagnen und Medienpartnerschaften, um über die Vorteile und Potenziale von Wasserstoff aufzuklären.

Durch die Ermöglichung von Praktika und Projekten im Wasserstoffbereich sollten zudem Bildungsanbieter wie Schulen und Hochschulen berücksichtigt werden, mit dem Ziel, das Bewusstsein und das Verständnis für Wasserstofftechnologien bei Lehrpersonal, Schülerinnen und Schülern sowie Studierenden zu fördern und den Nachwuchs für eine Karriere im Wasserstoffsektor zu begeistern.

(2) **Entwicklung eines H₂-Train-the-Trainer-Programms**

Die Entwicklung eines H₂-Train-the-Trainer-Programms würde dabei helfen, die Trainerkapazitäten im Themenbereich Wasserstoff weiter auszubauen und die Qualität der Qualifizierungsangebote zu sichern. Potenzielle Inhalte sind einerseits auf didaktisch-methodischer Ebene zu finden und sollten andererseits theoretisches Fachwissen und Praxisanteile beinhalten. Die Entwicklung eines H₂-Train-the-Trainer-Programms stellt sowohl für Weiterbildungsanbieter als auch für Unternehmen einen Mehrwert dar. Letztere könnten dieses Konzept beispielsweise auch zum Aufbau interner Multiplikator:innen nutzen, welche zusätzlich zu H₂-Grundlagenwissen individuelles, unternehmensspezifisches Anlagenwissen trainieren könnten.

(3) **Entwicklung eines Weiterbildungsprogramms für technische Fachkräfte**

Da es einerseits nicht den Ausbildungsberuf Wasserstofffachkraft gibt bzw. geben soll und um andererseits einem Fachkräftemangel im Bereich Wasserstoff entgegenzuwirken bedarf es der (Weiter-)Entwicklung von Qualifizierungsmaßnahmen explizit für technische Fachkräfte. Ein entsprechendes Weiterbildungsprogramm sollte u.a. Grundlagenwissen über Wasserstofftechnologien, Sicherheitsaspekte und Gefährdungsbeurteilung umfassen und modular aufgebaut sein, um den individuellen Bedürfnissen und Vorkenntnissen der Teilnehmenden gerecht zu werden. Das Weiterbildungsprogramm sollte mit einer Prüfung enden, welche eine Zertifizierung als Voraussetzung zur Arbeit an Wasserstoffanlagen beinhaltet.

- (4) **Förderung maßgeschneiderter Weiterbildungsprogramme für Unternehmen**
Angesichts des hohen Bedarfs an Wasserstoff-Weiterbildung in Unternehmen sollten aufgrund der unterschiedlichen Unternehmensbedarfe Initiativen zur Förderung von maßgeschneiderten Inhouse-Schulungen bzw. internen/firmenspezifischen Seminaren ergriffen werden. Dies ermöglicht es Unternehmen, ihre Mitarbeitenden effektiv und gezielt weiterzubilden, den Wasserstoffbezug im Unternehmen zu stärken und die Transformation voranzutreiben. Solche maßgeschneiderten Weiterbildungsprogramme sollten sowohl grundlegendes Verständnis für das Energiesystem der Zukunft und der Wasserstofftechnologien vermitteln als auch auf die individuellen Anforderungen und Interessen der jeweiligen Zielgruppen bzw. Unternehmensbereiche eingehen.
- (5) **Entwicklung eines (eigenständigen) Seminars für Ämter, Behörden & Verwaltung**
Aufgrund der spezifischen Anforderungen und Aufgaben in Ämtern, Behörden und Verwaltungen sollte ein eigenständiges Seminar konzipiert werden, das auf die Bedürfnisse und Anforderungen dieser Zielgruppe zugeschnitten ist. Dieses Seminar sollte sowohl Grundlagenwissen als auch praxisrelevante Inhalte zur Wasserstofftechnologie und deren Umsetzung in öffentlichen Institutionen vermitteln.
- (6) **Entwicklung von Weiterbildungsformaten**
Ergänzend zu den überwiegend mehrtägigen und berufsbegleitenden Weiterbildungsangeboten am Markt sollten Kurzformate entwickelt und angeboten werden, welche ein Überblickswissen vermitteln bzw. einzelne Schwerpunktthemen in mehrstündigen Workshops oder ein- bis zwei-tägigen Seminaren aufgreifen. Hiermit könnten Zielgruppen erreicht werden, die in ihrem Berufsalltag mit dem Thema Wasserstoff in Berührung kommen, aber kein Fachwissen benötigen, wie bspw. Führungskräfte und Entscheidungsträger:innen in der Energiewirtschaft, Marketing- und Vertriebsmitarbeitende in Unternehmen der Energiebranche, Mitarbeitende aus Kommunikationsabteilungen, Journalist:innen und Medienvertreter:innen, die über Energietechnologien berichten, Politiker:innen und Mitarbeitende in der Energie- und Umweltpolitik sowie Interessierte aus anderen (technischen) Berufen, die ihr Wissen erweitern möchten oder aber auch Privatpersonen, die am Thema Wasserstoff interessiert sind.

Es ist wichtig zu beachten, dass ein Überblickswissen in diesem kurzen Zeitrahmen nicht ausreicht, um detaillierte Fachkenntnisse zu erlangen. Es bietet jedoch eine Einführung und ermöglicht ein grundlegendes Verständnis der Wasserstofftechnologien und ihrer Bedeutung im Energiesystem der Zukunft.

Zusammengefasst stellen diese Handlungsempfehlungen eine Basis dar, die darauf abzielt, die erforderlichen Kenntnisse aufzubauen und die Akzeptanz zu schaffen, um Wasserstofftechnologien erfolgreich in unterschiedlichen Sektoren der Gesellschaft und Wirtschaft zu implementieren sowie die langfristigen Ziele der Energiewende zu erreichen und den Weg für eine kohlenstoffarme Zukunft zu ebnen.

7. Literatur

- acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (2022): Resultate der Stakeholder*innen-Befragung. Auf dem Weg in die Wasserstoffwirtschaft. In: *H2 WASSERSTOFF KOMPASS 04/2022*. https://www.wasserstoff-kompass.de/fileadmin/user_upload/img/news-und-media/dokumente/wasserstoffwirtschaft-2030-2050/Umfragebericht_Langversion.pdf.
- Bundesinstitut für Berufsbildung (2023a). Erste Abschätzung möglicher Arbeitsmarkteffekte durch die Umsetzung der Nationalen Wasserstoffstrategie bis 2030. *BIBB Discussion Paper*. <https://www.bibb.de/dienst/publikationen/de/18892..>
- Bundesinstitut für Berufsbildung (2023b). *Wasserstoff: Fachkräftequalifizierung für den Schlüsselrohstoff der Zukunft*. https://www.bibb.de/de/pressemitteilung_173616.php.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2020). *Die Nationale Wasserstoffstrategie*. https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/energieuende-und-nachhaltiges-wirtschaften/nationale-wasserstoffstrategie/nationale-wasserstoffstrategie_node.html.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2023). *Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie. NWS 2023*. https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/energieuende-und-nachhaltiges-wirtschaften/nationale-wasserstoffstrategie/nationale-wasserstoffstrategie_node.html.
- Die Senatorin für Wirtschaft, Arbeit und Europa (2022): *WASSERSTOFFSTRATEGIE LAND BREMEN*. https://www.bremen-innovativ.de/wp-content/uploads/2023/03/Wasserstoffstrategie_Bremen_Broschuere.pdf.
- Europäische Kommission (2020). *MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN. Eine Wasserstoffstrategie für ein klimaneutrales Europa*. (COM/2020/301). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0301>.
- Fraunhofer IAO (2024): *Wasserstoff als nachhaltiger Energieträger. Eine Analyse der Akzeptanzfaktoren und Ableitung von Handlungsempfehlungen für Unternehmen*. <https://publica-rest.fraunhofer.de/server/api/core/bitstreams/ec4579cf-09a4-4410-9be5-98f1c42f0b71/content>.

- HYPOS e.V. (2022). *Berufliche Qualifikationen in der Wasserstoffindustrie. Recherche und Katalogisierung von Berufsbildern sowie Kompetenzen für eine proaktive Qualifizierung in der Wasserstoffökonomie in den fünf ostdeutschen Bundesländern*. https://www.hypos-germany.de/wp-content/uploads/2023/06/Studie_Berufliche_Qualifikationen_in_der_Wasserstoffindustrie.pdf.
- H2Skills (2023). *Branchenübergreifende Bedarfsanalyse für Qualifizierungsangebote im Wasserstoff-Kontext in Nord-Ost-Niedersachsen*. <https://www.wasserstoff-niedersachsen.de/wp-content/uploads/2022/09/H2Skills-Bedarfsanalyse-Qualifizierung-Wasserstoff.pdf>.
- Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) der Bundesagentur für Arbeit (2021). *Neue Analyse von Online-Stellenanzeigen Kompetenzen für die Wasserstofftechnologie sind jetzt schon gefragt von Veronika Grimm, Markus Janser und Michael Stops*. In: *IAB-Kurzbericht 11|2021*. <https://doku.iab.de/kurzber/2021/kb2021-11.pdf>.
- Projekt Revierwende (2024). *BESTANDSAUFNAHME ZUM QUALIFIZIERUNGSBEDARF IN DER MITTELDEUTSCHEN WASSERSTOFFWIRTSCHAFT*. Im Auftrag der Gemeinnützigen Gesellschaft des Deutschen Gewerkschaftsbundes zur Förderung von Arbeitnehmerinnen, Arbeitnehmern und der Jugend mbH. <https://revierwende.de/wp-content/uploads/2024/03/Bestandsaufnahme-zum-Qualifizierungsbedarf-in-der-Mitteldeutschen-Wasserstoffwirtschaft-Maerz-2024.pdf>.
- Wirtschafts- und Verkehrsministerien der norddeutschen Küstenländer (2019). *NORDDEUTSCHE WASSERSTOFFSTRATEGIE*. <https://norddeutschewasserstoffstrategie.de/wp-content/uploads/2020/11/norddt-H2-Strategie-final.pdf>.

Gefördert durch:



**Bundesministerium
für Bildung
und Forschung**

**aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages**

Hinweis: Die Analyse spiegelt nicht zwangsläufig die Meinung des gesamten hyBit-Konsortiums oder des Fördermittelgebers wider.

Impressum

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.

Fraunhofer Academy
Hansastraße 27c
80686 München

Kontakt

Dr. Anja-Christina Greppmair
Learning Professional
anja-christina.greppmair@ifam.fraunhofer.de

Viktor Deleski
Learning Professional
viktor.deleski@zv.fraunhofer.de

Satz und Layout

Vierthaler & Braun, Visuelle Kommunikation

Titelbild

© Bildnachweis hyBit

Fraunhofer-Publica

<https://doi.org/10.24406/publica-3699>
<https://publica.fraunhofer.de/handle/publica/496147>

Alle Rechte vorbehalten

© Fraunhofer Academy, September 2024

Kontakt

Dr. Anja-Christina Greppmair
Learning Professional
Technische Qualifizierung und Beratung

Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und
Angewandte Materialforschung IFAM

Wiener Straße 12
28359 Bremen

anja-christina.greppmair@ifam.fraunhofer.de
www.qualifizierung.ifam.fraunhofer.de