

## Wasserstoffregion Mitteldeutschland



**BESTANDSAUFNAHME ZUM**

**QUALIFIZIERUNGSBEDARF IN DER MITTEL-**

**DEUTSCHEN WASSERSTOFFWIRTSCHAFT**

Im Auftrag der Gemeinnützigen Gesellschaft des Deutschen Gewerkschaftsbundes zur Förderung von Arbeitnehmerinnen, Arbeitnehmern und der Jugend mbH



Fraunhofer-Zentrum für  
Internationales Management und  
Wissensökonomie IMW



**EIN PROJEKT DER GFAAJ**

Gemeinnützige Gesellschaft des  
Deutschen Gewerkschaftsbundes zur Förderung  
von Arbeitnehmerinnen, Arbeitnehmern und  
der Jugend mbH

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## IMPRESSUM

V.i.S.d.P. Frederik Moch, GFAAJ mbH  
Keithstraße 1, 10178 Berlin

Projekt Revierwende  
Kirchplatz 3, 04523 Pegau  
Daniel Menning  
Peter Neßmann  
Norman Steigleder  
Kontakt: pegau@revierwende.de

Projekt Revierwende  
Röpziger Straße 19, 06110 Halle (Saale)  
Dr. Hilmar Preuß  
Rico Beweries  
Sandra Bartel  
Kontakt: halle@revierwende.de

Bildnachweis: HYPOS e.V.  
Gestaltung: Bugal Media  
Lektorat: Argwohn GbR, Leipzig  
Druck: Wir machen Druck  
Auflage: 175 Stück

Stand: März 2024

FRAUNHOFER-ZENTRUM FÜR INTERNATIONALES MANAGEMENT UND WISSENSÖKONOMIE IMW  
EIN GEMEINSCHAFTLICHES PROJEKT MIT HYDROGEN POWER STORAGE & SOLUTIONS E. V.

## **BESTANDSAUFNAHME ZUM QUALIFIZIERUNGS- BEDARF IN DER MITTELDEUTSCHEN WASSER- STOFFWIRTSCHAFT**

**Im Auftrag der Gemeinnützigen Gesellschaft des Deutschen  
Gewerkschaftsbundes zur Förderung von Arbeitnehmerinnen,  
Arbeitnehmern und der Jugend mbH**

**(GFAAJ mbH)**

**Projekt Revierwende: Büros Halle (Saale) und Pegau**

**Projektteam Fraunhofer-Institut für internationales  
Management und Wissensökonomie IMW**

Christian Klöppelt  
Patrick Wagner

**Projektteam Hydrogen Power Storage & Solutions e.V. (HYPOS)**

Florian Thamm

# Inhaltsverzeichnis

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>4</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>5</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>6</b>
<b>VORWORT</b> .....	<b>9</b>
<b>1. ABSTRACT</b> .....	<b>10</b>
<b>2. EINLEITUNG</b> .....	<b>11</b>
<b>3. AUSGANGSSITUATION</b> .....	<b>12</b>
3.1. WASSERSTOFFREGION MITTELDEUTSCHLAND .....	13
3.2. STUDIENSTAND „QUALIFIZIERUNG IN DER WASSERSTOFFWIRTSCHAFT“ .....	16
<b>4. FORSCHUNGSDESIGN</b> .....	<b>23</b>
4.1. ZIELE UND FORSCHUNGSFRAGE .....	23
4.2. INFORMATIONSBESCHAFFUNG .....	24
4.2.1 REGIONALE UND FACHLICHE ABGRENZUNG .....	24
4.2.2 LITERATURRECHERCHE UND QUALITATIVE INTERVIEWS .....	27
4.3. AUSWERTUNGSMETHODIK .....	29
<b>5. ERGEBNISSE</b> .....	<b>30</b>
5.1. MITTELDEUTSCHE WASSERSTOFFWIRTSCHAFT .....	30
5.2. HERAUSFORDERUNGEN UND CHANCEN DER WASSERSTOFFNUTZUNG .....	31
5.3. RECHTLICHE UND POLITISCHE RAHMENBEDINGUNGEN .....	33
5.3.1 NORMIERUNG, STANDARDISIERUNG UND ZERTIFIZIERUNG .....	33
5.3.2 FÖRDERUNGEN .....	34
5.4. FACHKRÄFTEBEDARF UND -VERFÜGBARKEIT .....	34
5.5. QUALIFIZIERUNGSBEDARF .....	36
5.6. QUALIFIZIERUNGSMAßNAHMEN .....	37
5.6.1 FOKUS ERSTAUSBILDUNG .....	37
5.6.2 WEITERBILDUNG UND UMSCHULUNG .....	40
5.7. ROLLE DER BETRIEBSRÄTE UND GEWERKSCHAFTEN .....	43
5.7.1 BETRIEBSRÄTE .....	44
5.7.2 GEWERKSCHAFTEN .....	45
5.8. VERNETZUNG .....	46
<b>6. FAZIT UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN</b> .....	<b>49</b>
<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>54</b>

## Abkürzungsverzeichnis

<b>BetrVG</b>	Betriebsverfassungsgesetz
<b>BIBB</b>	Bundesinstitut für Berufsbildung
<b>BMWK</b>	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
<b>COP</b>	United Nations Climate Change Conference
<b>CO<sub>2</sub></b>	Kohlenstoffdioxid
<b>EU</b>	Europäische Union
<b>GW</b>	Gigawatt
<b>HWK</b>	Handwerkskammer
<b>HYPOS</b>	Hydrogen Power Storage & Solutions e.V.
<b>H<sub>2</sub></b>	Wasserstoff
<b>IHK</b>	Industrie- und Handelskammer
<b>KMU</b>	Kleine und mittlere Unternehmen
<b>KohleAusG</b>	Gesetz zur Reduzierung und zur Beendigung der Kohleverstromung und zur Änderung weiterer Gesetze (Kohleausstiegsge-setz)
<b>MINT</b>	Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik
<b>MSc.</b>	Master of Science
<b>MW</b>	Megawatt
<b>NIMBY</b>	Not In My Backyard
<b>NWS</b>	Nationale Wasserstoffstrategie
<b>PhD</b>	Philosophical Doctorate – Allgemeiner Doktorgrad
<b>QINFORGE</b>	Qualification and Occupation in the INterindustry FORecasting GERmany – Qualifikation und Beruf in der branchenübergreifenden Prognose für Deutschland
<b>QuBe</b>	Qualifikations- und Berufsprojektionen
<b>TGA</b>	Technische Gebäudeausrüstung
<b>TWh</b>	Terrawattstunde

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1: Gesamtausbau der installierten Leistung nach Bundesland zum 31.12.2022</b> .....	<b>14</b>
<b>Abbildung 2: Forschung zu Grünen Gasen im Mitteldeutschen Revier</b> .....	<b>15</b>
<b>Abbildung 3: Forschung zu Grünen Gasen in Mitteldeutschland</b> .....	<b>16</b>
<b>Abbildung 4: Wirkung auf die Zahl der Erwerbstätigen nach Anforderungsniveaus im Jahr 2030 und 2045 (in Tausend Personen und in Prozent)</b> .....	<b>18</b>
<b>Abbildung 5: Sechs strategische Empfehlungen der European Hydrogen Skills Strategy</b> .....	<b>19</b>
<b>Abbildung 6: Prognose des Qualifizierungsbedarfs in der Wasserstoffwirtschaft</b> .....	<b>20</b>
<b>Abbildung 7: Interviewte Unternehmen nach Position in der Wertschöpfungskette</b> .....	<b>20</b>
<b>Abbildung 8: Verteilung der Akteure nach Landkreisen</b> .....	<b>23</b>
<b>Abbildung 9: Arbeitsmarktregion - Mitteldeutsches Revier</b> .....	<b>25</b>
<b>Abbildung 10: Entwicklung des zusätzlichen Wasserstoffbedarfs nach Sektoren</b> .....	<b>26</b>
<b>Abbildung 11: Rückgang der Arbeitsnachfrage nach Qualifikation und Landkreisen bzw. Stadt in Prozent</b> .....	<b>27</b>
<b>Abbildung 12: Schema eines Qualifikationsprozesses</b> .....	<b>31</b>
<b>Abbildung 13: Wasserstoffregionen</b> .....	<b>47</b>
<b>Abbildung 14: Wortwolke zur Nennungshäufigkeit</b> .....	<b>48</b>







## Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser,

unsere Gesellschaft erlebt große Veränderungen: Klimakrise, Digitalisierung und Globalisierung haben einen Wandel in Gang gesetzt, der alle Lebens- und Wirtschaftsbereiche erfasst. Gerade in den Kohlerevieren wird dieser Wandel wie unter einem Brennglas deutlich: In absehbarer Zeit wird die Kohleverstromung – wie im Kohlekompromiss vereinbart – enden. Für die Beschäftigten der Kohlewirtschaft wie auch für die Regionen insgesamt stellt das eine erhebliche Herausforderung dar. Mit unserem gewerkschaftlichen Projekt Revierwende begleiten und gestalten wir diesen Wandel aktiv vor Ort. Wir sind überzeugt: Es braucht aktive Strukturpolitik, um zukunftsfeste, hochwertige Wertschöpfung und Beschäftigung in den Revieren zu entwickeln.

Wasserstoff kann ein wichtiger Baustein für die nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung in den Revieren sein. Als perspektivisch klimaneutraler Energieträger und Rohstoff kann Wasserstoff in viele, insbesondere industrielle Prozessketten integriert werden und zur Dekarbonisierung der Wirtschaft beitragen. Die Wasserstoffwirtschaft wird aber nur kommen, wenn qualifizierte Beschäftigte die Potenziale erkennen und sich neu ausrichten. Diese Beschäftigungsdimension der Wasserstoffwirtschaft gilt es neben den technologischen Fragestellungen verstärkt in den Blick zu nehmen.

Im Mitteldeutschen Revier gibt es bereits Wasserstoffkompetenzen, an denen für den weiteren Aufbau der Wasserstoffwirtschaft angeknüpft werden kann. Mit der vorliegenden Studie untersuchen wir die Qualifizierungsbedarfe in diesem Bereich und entwickeln entsprechende Handlungsempfehlungen. Damit wollen wir einen Beitrag zur Wasserstoffwirtschaft im Mitteldeutschen Revier und zu einer stärker arbeitspolitisch ausgerichteten Strukturentwicklung leisten.

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre und ein herzliches Glück auf!

### **Frederik Moch**

*Projektleiter Revierwende und Leiter der Abteilung  
Struktur-, Industrie- und Dienstleistungspolitik beim DGB Bundesvorstand*



## 1. Abstract

Die Studie „Bestandsaufnahme zum Qualifikationsbedarf in der mitteldeutschen Wasserstoffwirtschaft“ nähert sich der Thematik über qualitative Interviews mit verschiedenen Beteiligten der Bereiche Wasserstoff und Qualifizierung in der Region Mitteldeutschland. Neben einer Einordnung der Rolle Mitteldeutschlands hinsichtlich der aktuellen und zukünftigen Nutzung von Wasserstoff wird die Studienlandschaft im Kontext der Qualifizierung in der Wasserstoffwirtschaft betrachtet. Die Studie unterstreicht die Notwendigkeit strategischer Ansätze zur Deckung des Qualifikationsbedarfs von Arbeitskräften im Wasserstoffsektor. Sie erörtert zudem die Rolle von Gewerkschaften und Betriebsräten in diesem Bereich sowie das Potenzial von Aus- und Weiterbildungsformaten, um den Anforderungen der sich entwickelnden Branche gerecht zu werden. Die Studie bietet weiterhin Einblicke in den aktuellen und zukünftigen Qualifikationsbedarf in der Region und gibt Empfehlungen für die Bewältigung von Herausforderungen sowie zu einer Nutzung von Chancen der Wasserstoffwirtschaft.

Die Ergebnisse deuten auf einen wachsenden Bedarf an qualifizierten Fachkräften in der Wasserstoffwirtschaft hin, insbesondere vor dem Hintergrund des demografischen Wandels und des technologischen Fortschritts. Dabei ist noch nicht vollumfänglich klar, wo und in welcher Anzahl diese Arbeits- und Fachkräfte benötigt werden, da Anforderungsprofile in Unternehmen noch unscharf sind. Gleichzeitig werden die Bedeutung flexibler Reaktionen von Bildungseinrichtungen auf Marktveränderungen und der Bedarf an spezialisierten Ausbildungsprogrammen für technische Expert\*innen hervorgehoben. Darüber hinaus unterstreicht die Studie die zunehmende Abhängigkeit der Unternehmen von Kooperationsvereinbarungen mit Bildungseinrichtungen, um junge Talente

anzuziehen und zu halten. Sowohl bei der Quantifizierung des Qualifikationsbedarfs als auch bei der Transparenz des Weiterbildungsmarktes wurden Herausforderungen festgestellt.

Das Papier geht auch auf die Rolle von Betriebsräten und Gewerkschaften bei der Bewältigung von Transformations- und Qualifizierungsfragen ein und betont die Notwendigkeit eines koordinierten und strategischen Ansatzes, um die Qualifizierung der Arbeitskräfte im Wasserstoffsektor voranzutreiben. Das gestiegene Interesse der Beschäftigten an der Wasserstoffqualifizierung und die Notwendigkeit passgenauer Qualifizierungsmaßnahmen werden diskutiert, um Fachkräfte auf die Anforderungen einer zukünftigen Wasserstoffwirtschaft vorzubereiten. Die Studie empfiehlt niedrigschwellige Angebote zur Annäherung an die Technologie, insbesondere in der Anfangsphase der Sensibilisierung für Wasserstofftechnologien, etwa über Sicherheitsschulungen sowie maßgeschneiderte Qualifizierungsmaßnahmen zur Verbesserung der Fähigkeiten und Kompetenzen der Beschäftigten.

Die Studie gibt zudem Handlungsempfehlungen für den Aufbau einer zentralen Qualifizierungsplattform und für die Einbindung von Betriebsräten und Gewerkschaften in die Qualifizierung der Beschäftigten. Das Papier unterstreicht zudem die Bedeutung von Vernetzung und Wissensaustausch, um den Herausforderungen und Chancen der Wasserstoffwirtschaft gerecht zu werden. Diese Bestandsaufnahme bildet somit einen Ausgangspunkt für die Entwicklung zielgerichteter Maßnahmen zur Stärkung der Qualifikationsstruktur und zur Förderung einer wettbewerbsfähigen mitteldeutschen Wasserstoffwirtschaft.

## 2. Einleitung

Der Beschluss der aktuellen Weltklimakonferenz (COP28) in Dubai setzt ein deutliches Zeichen im Prozess hin zu einer defossilisierten Gesellschaft. Im überarbeiteten Beschlusstext ist die Rede von einem „Übergang weg von fossilen Energien in einer gerechten, geordneten und ausgewogenen Weise“.<sup>1</sup> In diesem Prozess können nicht alle Bereiche des privaten und wirtschaftlichen Lebens über Batterien und die direkte Nutzung von Strom realisiert werden. Klima-neutraler Wasserstoff als Energieträger und Grundstoff gilt deshalb als wichtiges Puzzleteil der Energiewende. In der EU-Wasserstoffstrategie<sup>2</sup> wurden Rahmenbedingungen formuliert und Entwicklungsprogramme sowie Projekte initiiert. Die geopolitische Lage und weltweite Bemühungen zur Diversifizierung der Energieversorgung verstärken die Bedeutung von Wasserstoff als global handelbarer chemischer Grundstoff und Sekundärenergieträger.

Die Wasserstoffwirtschaft erlebt daher eine fortschreitende technologische Entwicklung. Gleichzeitig gibt es viele neue Akteur\*innen in diesem Bereich, die sich nun konkreter mit teils noch unklaren Anforderungen auseinandersetzen müssen. Die Herausforderung besteht darin, Schritt zu halten und Weichen richtig zu stellen. Ein Bereich spielt eine besonders wichtige Rolle: die Qualifizierung der Beteiligten am Markt. Nur so können Entscheidungen getroffen werden, durch die der Hochlauf des Wasserstoffs ohne Verzögerungen und wirtschaftlich wie gesellschaftlich sinnvoll funktioniert. Die vorliegende Studie untersucht Potenziale konkret für eine Transformationsregion: Sachsen und Sachsen-Anhalt, die zum Mitteldeutschen Revier gehören. Die traditionelle Kohleverstromung endet 2038. Als wichtige Energieregion in Deutschland besteht großes Potenzial, den neuen Wirtschaftsfaktor Wasserstoff aus erneuerbarer Energie für die Region zu nutzen und eine innovative und zukunftsorientierte Wirtschaftsstruktur zu etablieren. Hierfür soll ein Überblick über den aktuellen und zukünftigen Qualifizierungsbedarf in der Region erarbeitet werden.

Einschätzungen verschiedener Akteur\*innen aus der Region und darüber hinaus werden abgebildet. Dafür wurden in qualitativen Interviews Unternehmen, Expert\*innen im Bereich Wasserstoff, (Weiter-)Bildung sowie betrieblicher Mitbestimmung und gewerkschaftlicher Arbeit befragt.

Doch ist dies der richtige Zeitpunkt für eine Bestandsaufnahme des Qualifizierungsbedarfs in der mitteldeutschen Wasserstoffwirtschaft, wenn noch viele Fragen offen sind? Zahlreiche Infrastrukturprojekte in der Wasserstoffwertschöpfungskette wurden bereits angestoßen. Pionierunternehmen können erste Erfahrungen im Umgang mit der Wasserstofftechnologie vorweisen. Darüber hinaus hat die Nationale Wasserstoffstrategie (NWS)<sup>3</sup> erste Leitplanken gesetzt. Um die Ziele der Strategie zu erreichen, ist heute proaktives Handeln der Beteiligten im Vorfeld notwendig, damit qualifiziertes Personal an allen Stellen der Wertschöpfungskette von der Erzeugung über die Speicherung bis zur Nutzung eingesetzt werden kann. Frühzeitig und systematisch müssen passgenaue Bildungsformate entwickelt und kontinuierlich angepasst werden.

Die Studie ist wie folgt aufgebaut: Zunächst wird in Kapitel 3 die Ausgangssituation der Wasserstoffregion Mitteldeutschland sowie der Qualifikationsstand der Wasserstoffwirtschaft auf regionaler und überregionaler Ebene dargestellt. In Kapitel 4 folgt die Vorstellung des Forschungsdesigns. Dabei werden das Forschungsziel, die Informationsbeschaffung und die Auswertungsmethodik näher beleuchtet. Erkenntnisse aus den Interviews werden in Kapitel 5 dargestellt. Darauf aufbauend folgen in Kapitel 6 ein Fazit sowie Handlungsempfehlungen. Neben der Bedarfsanalyse werden in den einzelnen Kapiteln aktuelle (regionale) Programme und Literatur zur Wasserstoffqualifizierung eingeordnet und in den Kontext der Interviewergebnisse gestellt.

---

1 Deutschlandfunk 2024.

2 Europäische Kommission 2020.

3 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 2020.

### 3. Ausgangssituation und Rahmenbedingungen

Der demografische Wandel mit seinen Auswirkungen auf die Arbeits- und Fachkräfteverfügbarkeit ist in den letzten Jahren zu einem immer sichtbarerem Problem für Unternehmen und Gesellschaft geworden. Fehlte es noch vor wenigen Jahren in einzelnen Branchen an Fachkräften, so zeigt sich heute, dass Unternehmen in großem Umfang von einem Mangel an Talenten auf dem Arbeitsmarkt betroffen sind. Durch den Eintritt der geburtenstarken Jahrgänge (Babyboomer) in das Rentenalter und einer geringen Geburtenrate wird sich dieser Trend mittelfristig fortsetzen. Tabelle 1 beschreibt diese Fachkräfteentwicklung bis 2040 im

Mitteldeutschen Revier. So ist erkennbar, dass in allen Landkreisen (insbesondere Burgenlandkreis, Altenburger Land und Mansfeld-Südharz) das Arbeitsangebot zurückgeht.<sup>4</sup> Die Situation in den Städten Leipzig und Halle verbessert sich dagegen rechnerisch. „Die an Leipzig angrenzenden Landkreise Nordsachsen und Leipzig profitieren von der Nähe zur Stadt und verzeichnen einen [geringeren] Rückgang der erwerbsfähigen Bevölkerung. [...] Im Jahr 2040 wird knapp ein Drittel der erwerbsfähigen Bevölkerung des gesamten Untersuchungsraumes in der Stadt Leipzig wohnen“.<sup>5</sup>

	Leipzig	Halle (Saale)	Leipzig, LK	Nord-sachsen	Saalekreis
<b>2019</b>	391.643	149.229	154.040	120.417	111.695
<b>2040</b>	448.397	153.347	134.364	103.248	82.875
<b>Wachstum</b>	<b>14 %</b>	<b>3 %</b>	<b>-13 %</b>	<b>-14 %</b>	<b>-26 %</b>

	Anhalt-Bitterfeld	Burgenlandkreis	Altenburger Land	Mansfeld-Südharz
<b>2019</b>	96.243	106.960	51.439	79.452
<b>2040</b>	68.450	76.003	35.781	51.240
<b>Wachstum</b>	<b>-29 %</b>	<b>-29 %</b>	<b>-30 %</b>	<b>-36 %</b>

Tabelle 1: Entwicklung der erwerbsfähigen Bevölkerung in der Region Mitteldeutschland zwischen 2019 und 2040. Quelle: In Anlehnung an Arbeitslandschaft-Modell. Prognos und index Research 2021.

<sup>4</sup> Prognos AG und index Research 2021.

<sup>5</sup> Prognos AG und index Research 2021.

### 3.1 Wasserstoffregion Mitteldeutschland

Für eine Defossilisierung der Wirtschaft und eine nachhaltige Energiewende ist Wasserstoff aufgrund seiner vielseitigen Einsatzmöglichkeiten in der stofflichen und energetischen Nutzung attraktiv. Vor allem aufgrund seiner Eigenschaft als Energiespeicher spielt er eine bedeutende Rolle bei der Speicherung erneuerbarer Energien sowie deren Transport und Nutzung in wirtschaftlichen und gesamtgesellschaftlichen Bereichen, die nicht direkt elektrifiziert werden können.<sup>6</sup>

Die Region Mitteldeutschland umfasst die Bundesländer Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen und bietet gute Voraussetzungen für die Entwicklung und Erprobung von Wasserstoffanwendungen – mit ihrer vielfältigen Wirtschaftsstruktur, wichtigen Verkehrsknotenpunkten und einer günstigen Infrastruktur für die Entwicklung von Logistikzentren und der Automobilindustrie mit den Werken von BMW und Porsche, die die regionalen Zulieferer stärken, sowie der Dichte an Forschungseinrichtungen mit Forschungsschwerpunkten rund um das Thema Energie. Hinzu kommt das traditionsreiche Cluster der chemischen Industrie im Mitteldeutschen Chemiedreieck mit den Standorten Schkopau, Leuna und Bitterfeld. Außerdem ist der Industriestandort Böhlen-Lippendorf als „[größter] Standort der Chemie in Sachsen“<sup>7</sup> zu nennen. Die ansässigen Unternehmen nutzen bereits heute große Mengen Wasserstoff.<sup>8</sup> Und auch die Energiewirtschaft mit ihrem derzeitigen Schwerpunkt der Gewinnung und Umwandlung von Braunkohle in Energie und Wärme ist ein wichtiger Wirtschaftszweig in der Region. Die Klimaziele der Bundesrepublik machen allerdings einen Ausstieg aus der energetischen Nutzung der Braunkohle notwendig. Das Kohleausstiegsgesetz (KohleAusG) sieht eine Beendigung für das Jahr 2038 vor. Neben den Herausforderungen, die dieser Transformationsprozess zwangsläufig mit sich bringt, bieten sich auch Chancen für die finanzielle Förderung, die Neuausrichtung von Unternehmen und die Nutzung von Flächen für die Erzeugung erneuerbarer

Energien. Mitteldeutschland hat mit bereits bestehender Wasserstoffinfrastruktur wie dem zweitlängsten Wasserstoffpipeline-Netz Deutschlands (150 km)<sup>9</sup> und Möglichkeiten der Kavernenspeicherung<sup>10</sup> von großen Mengen Wasserstoff (z. B. Energiepark Bad Lauchstädt) unterirdische Speichermöglichkeiten.<sup>11</sup>

Neben diesen Großprojekten gibt es viele weitere Projekte und Initiativen, welche sich im Bereich der anwendungsorientierten Forschung und der konkreten wirtschaftlichen Nutzung bewegen.<sup>12</sup> Im Jahr 2023 fand der 3. Mitteldeutsche Wasserstoffkongress statt, veranstaltet vom größten ostdeutschen Wasserstoffnetzwerk HYPOS e. V. und der Metropolregion Mitteldeutschland.<sup>13</sup> Zudem finden sich in der Region weitere Netzwerke und Verbünde,<sup>14</sup> welche einen aktiven Beitrag leisten, um einen Wasserstoffhochlauf in der Region zu etablieren.

Die Verfügbarkeit von erneuerbaren Energien spielt bei der Erzeugung von grünem Wasserstoff über Elektrolyse eine entscheidende Rolle. Die Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien an der gesamten Bruttostromerzeugung im Berichtsjahr 2020<sup>15</sup> betrug für Thüringen 61,77 %, für Sachsen-Anhalt 61,51 % und für Sachsen 17,85 %.<sup>16</sup> Der Gesamtausbau der installierten Leistung stellt die Region nochmals in Relation zum Bundesvergleich und zeigt, dass zwar der Anteil an der Bruttostromerzeugung zwischen Thüringen und Sachsen stark voneinander abweicht, die installierte Leistung mit 4.444 MW in Thüringen und 4.594 MW in Sachsen jedoch nur eine geringe Differenz aufweist (Abbildung 1).<sup>17</sup> In diesem Kontext ist auch auf die Einwohner\*innenzahl hinzuweisen, die in Sachsen mit 4,08 Millionen fast doppelt so hoch ist wie in Thüringen mit 2,13 und Sachsen-Anhalt mit 2,19 Millionen zusammen. Im Vergleich: Bayern hat 13,40 Millionen Einwohner\*innen.<sup>18</sup>

6 Bundesregierung 2023.

7 Gemeinde Neukieritzsch 2024.

8 Aktuell noch Wasserstoff aus vorrangig fossilen Energieträgern.

9 TÜV NORD 2023.

10 Als Kavernen werden große, natürliche oder künstlich geschaffene Höhlen oder Hohlräume im Gestein bezeichnet.

11 VNG AG 2023.

12 Metropolregion Mitteldeutschland; HYPOS e. V. 2022.

13 Metropolregion Mitteldeutschland 2023.

14 Ludwig-Bölkow-Systemtechnik 2022.

15 2020 ist das aktuellste Bezugsjahr der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder für Thüringen, Sachsen und Sachsen-Anhalt.

16 Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2024.

17 BMWK 2024a.

18 Statistisches Bundesamt 2024.

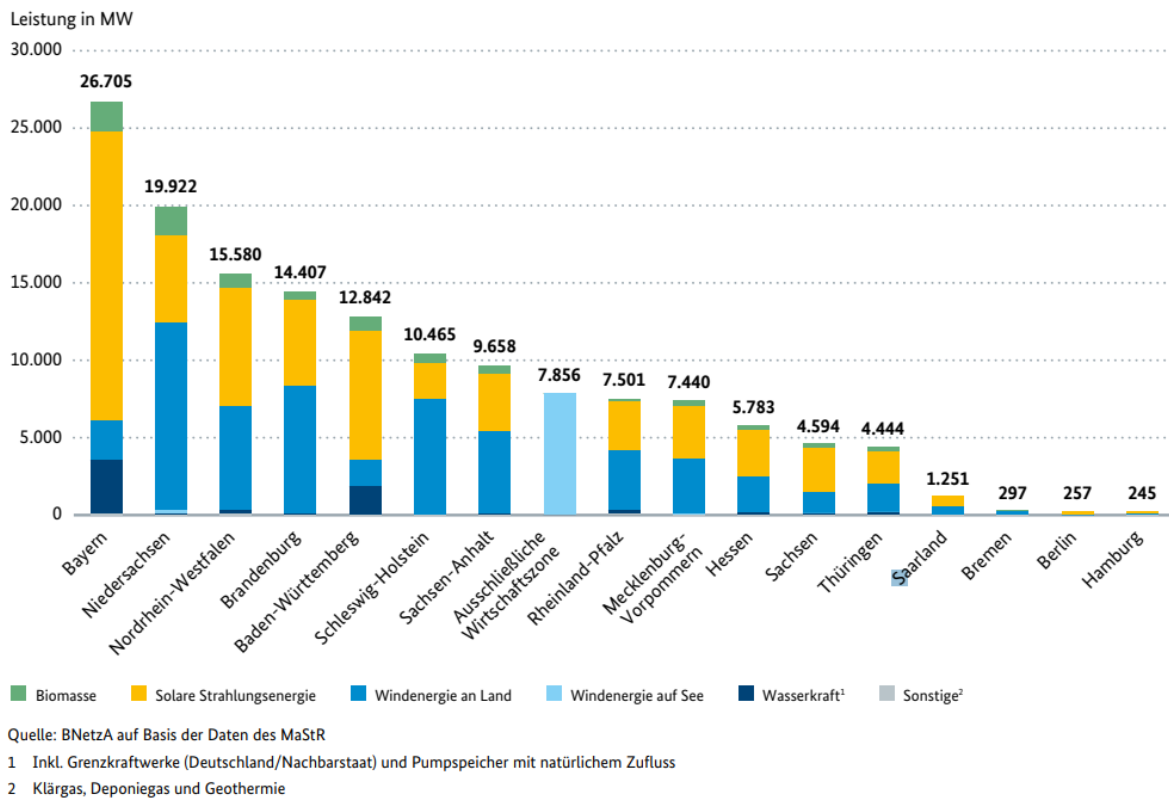


Abbildung 1: Gesamtausbau der installierten Leistung aus Erneuerbaren Energien nach Bundesland zum 31.12.2022. Quelle: BMWK 2024a.

Aber nicht nur die Verfügbarkeit von Energie ist für die Wasserstoffwirtschaft entscheidend, sondern auch entsprechendes Know-how. Hier ist die Forschungslandschaft der Region gut aufgestellt und nutzt Synergien zwischen universitärer, außeruniversitärer und privatwirtschaftlicher Forschung. Die beiden folgenden Abbildungen zeigen, wo es Forschungscluster gibt und Potenziale zwischen öffentlicher Forschung und Privatwirtschaft entstehen. Neben Forschung und Entwicklung gibt es eine Vielzahl von Institutionen, die einen originären Bildungs- und Weiterbildungsanspruch haben, zum Beispiel Hochschulen

und Universitäten. Andere Forschungseinrichtungen wie die anwendungsorientierten Institute der Fraunhofer-Gesellschaft betreiben in unterschiedlichen Formaten einen aktiven Wissenstransfer aus der Forschung in öffentliche und private Einrichtungen und Organisationen. Doch auch die forschende Privatwirtschaft leistet über die Erstausbildung hinaus einen wichtigen Beitrag im Bereich des lebenslangen Lernens in der Region, etwa die DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH mit Weiterbildungsformaten wie der „Grundlagentraining Wasserstoff“.<sup>19</sup>

<sup>19</sup> DBI-Gruppe 2023.



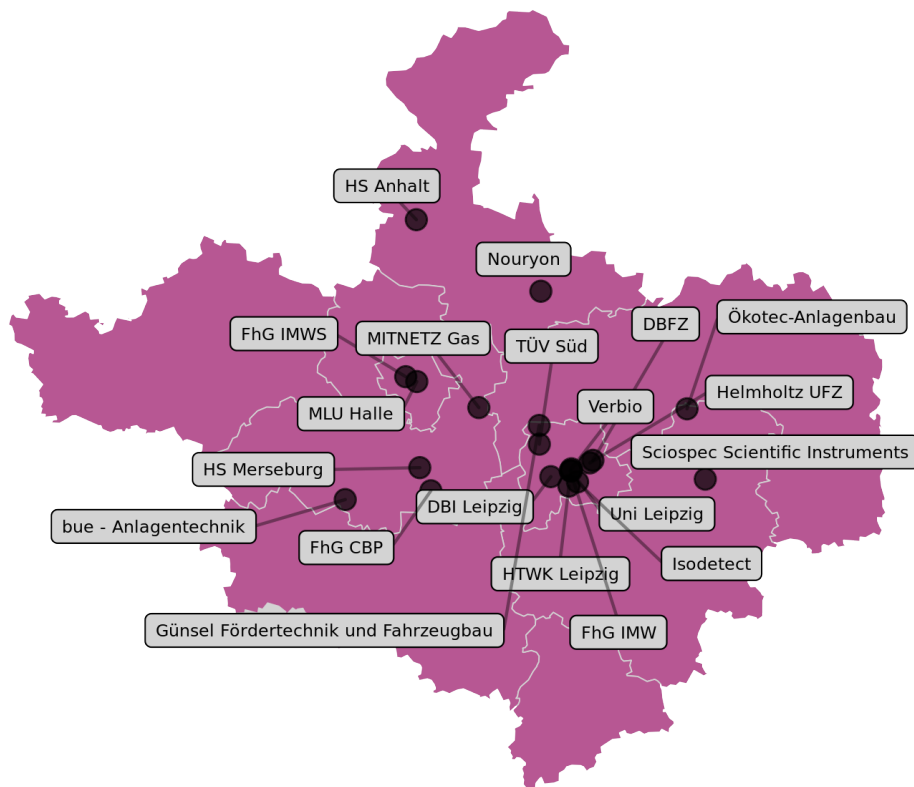


Abbildung 2: Forschung zu Grünen Gasen in Sachsen-Anhalt und Sachsen. Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 2 zeigt die Forschungsaktivitäten im Bereich Grüner Gase Sachsen-Anhalt und Sachsen. Zu ihnen zählen gasförmige Energieträger, bei deren Verbrennung nicht mehr CO<sub>2</sub> freigesetzt wird, als zu-

vor der Atmosphäre entnommen wurde.<sup>20</sup> Diese Forschung setzt Abbildung 3 in den Kontext der gesamten Region Mitteldeutschland und zeigt anschaulich die Verteilung wichtiger Forschungsinfrastruktur auf.

<sup>20</sup> BdeW 2023.

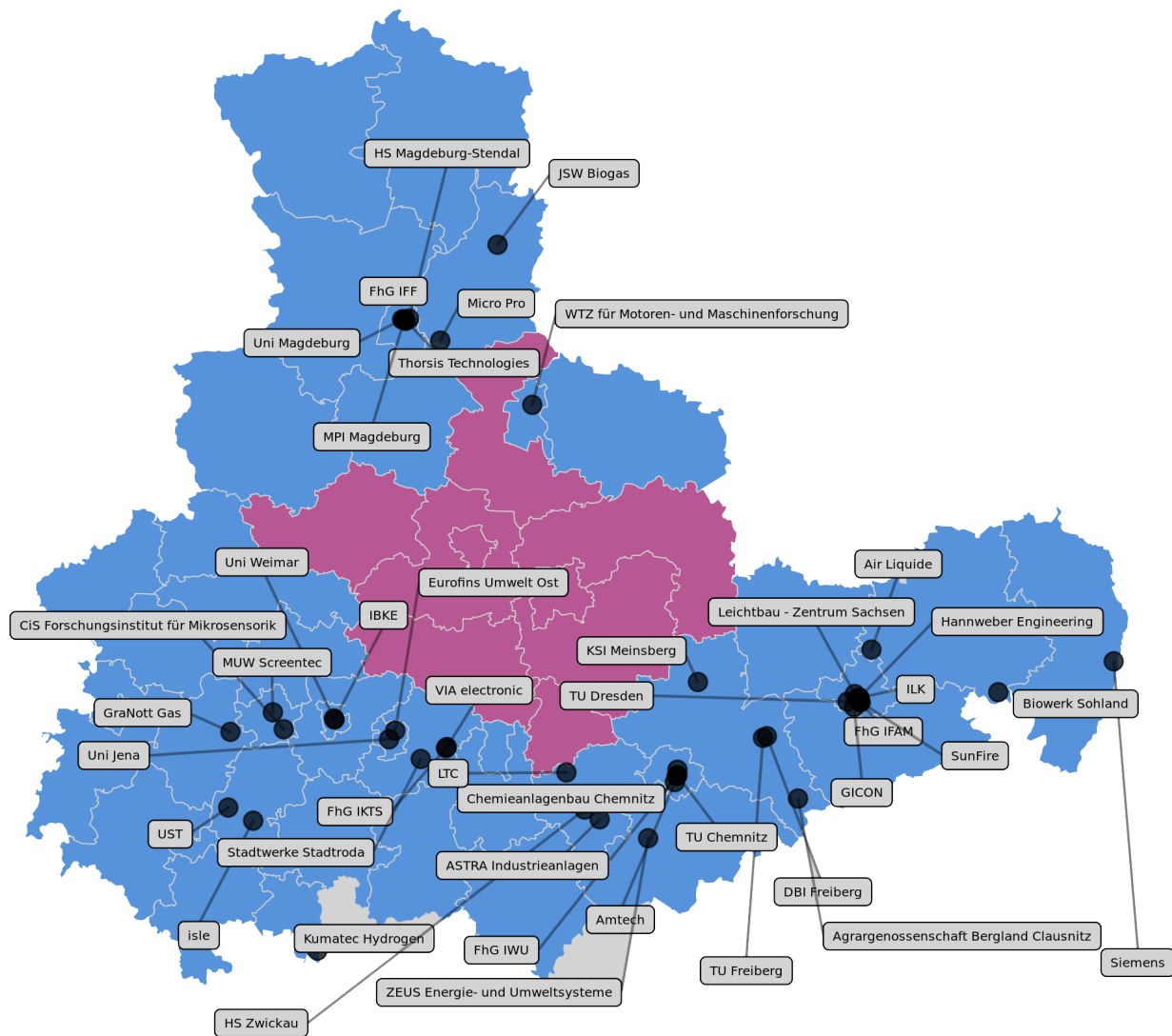


Abbildung 3: Forschung zu Grünen Gasen in Mitteldeutschland.  
Quelle: Eigene Darstellung.

### 3.2 Studienstand zur Qualifizierung in der Wasserstoffwirtschaft

Die Qualifizierung von Fachkräften ist entscheidend für einen erfolgreichen Aufbau der mitteldeutschen Wasserstoffwirtschaft. Um den Status quo darzustellen, werden in diesem Kapitel aktuelle und relevante Veröffentlichungen und deren Erkenntnisse grob

skizziert. Auf dieser Basis werden die Ergebnisse in Kapitel 5 interpretiert. Diese Übersicht ist nicht als vollumfänglich anzusehen und zeigt lediglich eine für die Studie relevante Auswahl von Veröffentlichungen.



## H2-Masterplan für Ostdeutschland – Fraunhofer IEG, IKTS, ISI

Als Kooperationsarbeit der Fraunhofer-Institute für Energieinfrastrukturen und Geothermie (IEG), für System- und Innovationsforschung (ISI) und für Keramische Technologien und Systeme (IKTS) entstand 2021 eine Studie im Auftrag der VNG AG, die das Ziel hatte, einen H2-Masterplan für Ostdeutschland aufzustellen. Diese Arbeit kam zu dem Schluss, dass der Aufbau und die Etablierung eines Stakeholder-Gremiums „Wasserstoffagentur Ostdeutschland“ und ein unabhängiges Expert\*innengremium im Sinne einer Taskforce als sehr sinnvoll zu erachten sind. In Handlungsempfehlungen zur Umsetzung werden auch Qualifizierungsthemen angesprochen. Qualifizierungsprogramme frühzeitig zu entwickeln, Themengebiete in bestehende Studiengänge zu integrieren, länderübergreifende Weiterbildungskonzepte für Genehmigungsbehörden zu konzipieren und eine Bestandsaufnahme der Bildungsprogramme zu erstellen, sind nur einige der genannten Vorschläge.<sup>21</sup>

Die Wasserstoffwirtschaft in Deutschland: Folgen für Arbeitsmarkt und Bildungssystem. Eine erste Bestandsaufnahme – Bundesinstitut für Berufsbildung

Das Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) erarbeitete in einem Diskussionspapier 2022 eine Bestandsaufnahme zu Auswirkungen der NWS auf den Arbeitsmarkt und das Bildungssystem. Demnach wird ein Beschäftigungsaufbau im produzierenden Gewerbe, aber auch in öffentlichen Forschungseinrichtungen und dem zum Aufbau der Infrastruktur nötigen Baugewerbe erwartet. Es konnte festgestellt werden, dass sich die Arbeitswelt der Schwer- und Grundstoffindustrie sowie die Arbeitsweise in den energieintensiven Branchen stark verändern (werden). So werden neue Berufe wie Betriebsleiter\*in Wasserstoffanlage im Rahmen der Wasserstoffwertschöpfungskette entstehen. Des Weiteren zeigte sich, dass die Anzahl an Stellenanzeigen, die das Wort Wasserstoff beinhalten, seit 2018 kontinuierlich stark zunahm.

Das Papier bezieht sich auch auf einen Kurzbericht des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung aus dem Jahr 2021, in dem Onlinestellenanzeigen aus der Jobbörse der Agentur für Arbeit hinsichtlich Wasserstoffkompetenzen analysiert wurden. Dabei wurde festgestellt, dass eine Nachfrage der Unternehmen „nach expliziten Kompetenzen mit Bezug zu Wasserstofftechnologien bereits sichtbar ist“ und „die

entsprechenden Stellenanzeigen mittlere und höhere Anforderungsniveaus“ aufweisen. Insbesondere gilt dies für ausgeschriebene Stellen von Berufsgruppen wie Technische Forschung und Entwicklung, Maschinenbau- und Betriebstechnik sowie Elektro- und Energietechnik. Der Kurzbericht kommt zu dem Schluss, dass „die Forschungs- und Entwicklungsbedarfe der Wasserstoffwirtschaft zu einem höheren Bedarf an Fachkräften, insbesondere auf Expertenniveau führen [werden, während] keine Stellen mit H2-Kompetenzen auf dem Niveau von Helfer- und Anlernertätigkeiten ausgeschrieben sind“.<sup>22</sup>

Deutlich wurde zudem, dass Wissenstransfer aus Forschungs- und Bildungseinrichtungen auf allen Ebenen der Gesellschaft eine große Rolle spielt. Daher müssen Wasserstoffinhalte in Bildungsgänge integriert werden. Während Anpassungen für Hochschulen schneller möglich sind, dauert dies in bundes- und landesweiten Ausbildungsgängen deutlich länger.<sup>23</sup>

Arbeitskräftebedarf und Arbeitskräfteangebot entlang der Wertschöpfungskette „Wasserstoff“ – Bundesinstitut für Berufsbildung

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) und der Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforchung mbH (GWS) veröffentlichte das BIBB Mitte 2023 ein weiteres Diskussionspapier mit Modellrechnungen (QuBe-Projekt<sup>24</sup> und Modell QINFORGE<sup>25</sup>) und einer Szenarioanalyse. Es wird von einem Wasserstoffgesamtbedarf von 96 TWh (412 TWh) und einem Importbedarf von 69 TWh (284 TWh) im Jahr 2030 (2045) ausgegangen. Die Untersuchung kommt zu der Erkenntnis, dass „in Summe mehr Arbeitsplätze auf- als abgebaut werden“. In absoluten Zahlen seien vor allem das Baugewerbe sowie Architektur- und Ingenieurbüros von einem höheren Arbeitskräftebedarf betroffen. Abbildung 4 zeigt „die Abweichungen der Erwerbstätigenzahlen zum Referenz-Szenario im Jahr 2030 und 2045 getrennt nach Anforderungsniveau sowohl absolut als auch relativ“. Es zeigt sich, dass der Bedarf in absoluten Zahlen bei den Fachkräften mit fast 41.000 Erwerbstätigen am stärksten zunimmt. Relativ betrachtet ist der Anstieg bei den Expert\*innen und Spezialist\*innen am größten. Dieser Trend verstärkt sich langfristig, wie die Differenz zwischen 2030 und 2045 zeigt.<sup>26</sup>

21 Ragwitz et al. 2021. 24 Qualifikations- und Berufsprojektionen.

22 Grimm et al. 2021. 25 Qualification and Occupation in the Interindustry Forecasting Germany.

23 Steeg et al. 2022. 26 Schur et al. 2023.

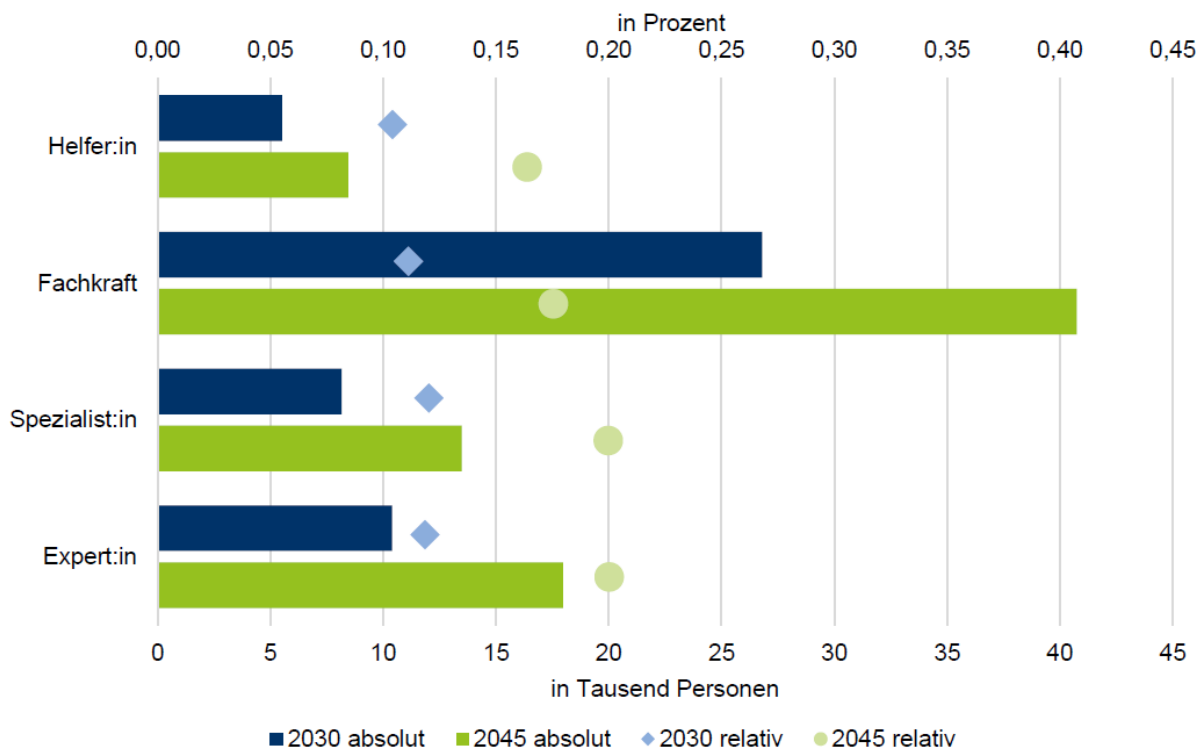


Abbildung 4: Wirkung auf die Zahl der Erwerbstätigen nach Anforderungsniveaus im Jahr 2030 und 2045 (in Tausend Personen und in Prozent). Quelle: Schur et al. 2023.

### European Hydrogen Skills Strategy – Green Skills for Hydrogen

Das ERASMUS+Projekt der Initiative „Green Skills for Hydrogen“ untersuchte das Angebot an Aus- und Weiterbildungsprogrammen im europäischen Raum für die Wasserstoffindustrie. Ziel war es, stark nachgefragte Berufsprofile zu identifizieren, die Merkmale und die Intensität dieser Nachfrage zu bewerten und das erforderliche Wissensniveau für identifizierte Profile zu analysieren. Die Studie kam zu der Erkenntnis,

dass besonders technische Berufe, aber auch Projektmanager\*innen dringend nachgefragt werden. Dabei wird auf Basis der Hydrogen Roadmap Europe davon ausgegangen, dass bis zum Jahr 2030 eine Million Jobs durch die Wasserstoffwertschöpfungskette entstehen werden. Im Bereich der Qualifizierung wurden sechs strategische Handlungsfelder ausführlich diskutiert (siehe Abbildung 5).



Abbildung 5: Sechs strategische Empfehlungen der European Hydrogen Skills Strategy.  
Quelle: Green Skills For Hydrogen 2023.

### H2Skills – IHK Lüneburg-Wolfsburg und HWK Braunschweig-Lüneburg-Stade

Eine Studie der IHK Lüneburg-Wolfsburg in Zusammenarbeit mit der HWK Braunschweig-Lüneburg-Stade aus dem Jahr 2022 enthält eine Bedarfsanalyse für Qualifizierungs- und Weiterbildungsangebote in Nord-Ost-Niedersachsen. Anschließend wurden auf Basis dieser Untersuchung Schulungsformate entwickelt und ein Förderprojekt im Mobility-Bereich analysiert. Der methodische Ansatz setzte sich aus einer Umfrage unter den Mitgliedsunternehmen, Gesprächen und einer Literaturrecherche zusammen. Die

Studie schlussfolgert unter anderem, dass die Anpassung von Lehrinhalten aufgrund des aktuell geringen Bedarfs an Wasserstofffachkräften (noch) nicht sinnvoll erscheint. Dagegen sei die Sensibilisierung über alle Bildungszweige hinweg wichtig, insbesondere per Weiterbildung. „Neben Grundlagenschulungen sind Informationsveranstaltungen sowie eine technische Ausbildung für Fahrzeugtechniker gefragt. Zusätzlich sollte der Engpass an möglichen Dozierenden minimiert werden.“<sup>30</sup>

### Berufliche Qualifikationen in der Wasserstoffindustrie – HYPOS e. V.

Eine Studie des HYPOS e. V. aus dem Jahr 2022 beschäftigte sich mit Berufsbildern und Kompetenzen der Wasserstoffökonomie in den östlichen Bundesländern. Dabei wurden existierende Qualifizierungsangebote recherchiert und bezüglich Inhalt und Fokus analysiert (quantitativer Ansatz). Diese Ergebnisse wurden durch eine qualitative Inhaltsanalyse mit Expert\*inneninterviews ergänzt. Hier stand unter anderem die Ermittlung der Qualifizierungsbedarfe im Mittelpunkt. Die Studie identifizierte 91 Studiengänge und 23 Weiterbildungsformate im Bereich der

Wasserstoffwirtschaft mit sehr diversen Umfängen und Schwerpunkten. Daher bedürfe es einer Standardisierung. Eine weitere Erkenntnis ist, dass Schulungen für Genehmigungsbehörden wichtig sind. Außerdem schlussfolgert die Studie auf Grundlage der in Abbildung 6 dargestellten Qualifizierungsbedarfe, dass „eine grundständige akademische oder berufliche Ausbildung in den etablierten Berufsbereichen [...] mit Spezialisierungen auf Wasserstofftechnologien [...] förderlicher [erscheint] als eine bereits spezialisierte Ausbildung bzw. Bachelor-Studiengänge“.<sup>31</sup>

<sup>30</sup> Braun und Lenz 2023.

<sup>31</sup> Wald 2022.

	2020	2030	langfristig
<b>Berufliche Skills</b>	Inventarisierung von Bedarfen & Potenzialen Zertifikate und Zusatzqualifikationen	Weiterbildung: Module für Upskilling	Grundständige Ausbildung
<b>Akademische Skills</b>	MSc./PhD Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie	Industrial Processing Bachelor Brennstoffzelle Bachelor Elektrolyse	Weitere Ausdifferenzierung Bachelor/Master H <sub>2</sub> -Systemtec

Abbildung 6: Prognose des Qualifizierungsbedarfs in der Wasserstoffwirtschaft. Quelle: In Anlehnung an Krichewsky-Wegener et al. 2020.

**Auf dem Weg in die Wasserstoffwirtschaft: Resultate der Stakeholder\*innenbefragung – Wasserstoffkompass**

Die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech) und die Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V. (DECHEMA) veröffentlichten 2022 die Ergebnisse einer anonymen quantitativen Umfrage, an der 596 Personen teilnahmen. Der überwiegende Teil der Befragten kam aus den Feldern Großunternehmen, kleine und mittelständische Unternehmen (KMU), öffentliche Verwaltung und Wissenschaft. Dabei lag der Median des angegebenen deutschen Wasserstoffbedarfs bei 100 TWh (höher als in der NWS) und einer installierten Leistung bei 8 GW

(geringer als in der NWS). Die Untersuchung kommt zu dem Ergebnis, dass Aus- und Weiterbildungen im Bereich der Wasserstoffwirtschaft unverzichtbar sind. 68 % der Befragten hielten diese für notwendig, 17 % für bedingt notwendig. Wie Abbildung 7 verdeutlicht, ist die überwiegende Mehrheit der Meinung, dass derartige Maßnahmen schon hätten umgesetzt werden müssen (2022) oder sehr zeitnah (2025) umgesetzt werden sollten. Dies veranschaulicht die Dringlichkeit von Qualifizierungsmaßnahmen.<sup>32</sup>

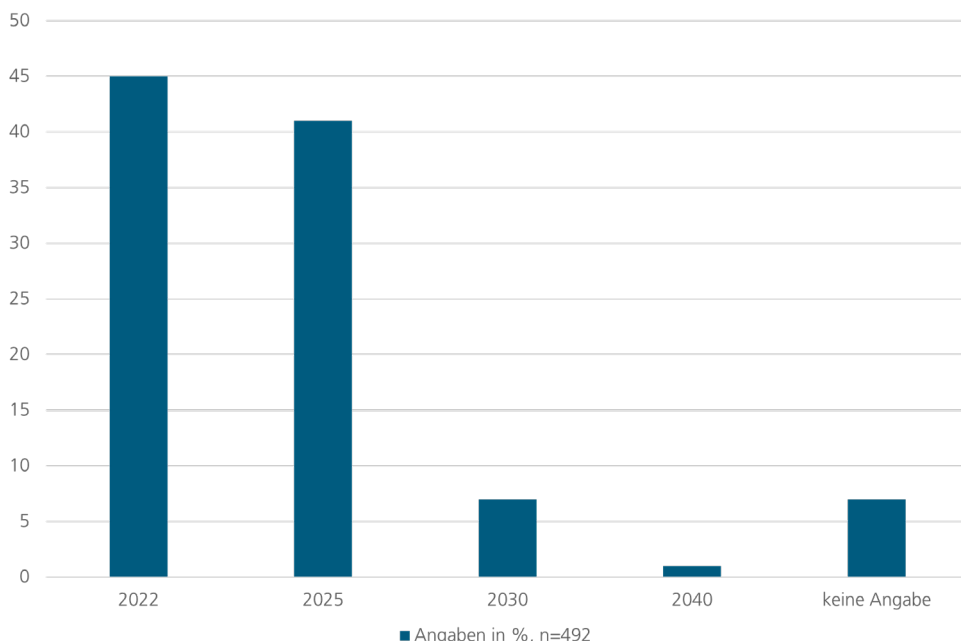


Abbildung 7: Antworten auf die Frage „Bis wann müssen Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen umgesetzt werden?“. Quelle: acatech und Dechema 2022.

<sup>32</sup> acatech und DECHEMA 2022.

## Nationale Weiterbildungsstrategie, Umsetzungsbericht, Fortführung und Weiterentwicklung der Strategie – Bundesministerium für Bildung und Forschung

Im Jahr 2019 veröffentlichte das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), der Bundesagentur für Arbeit und drei Fachministerkonferenzen der Länder sowie

Gewerkschaften und Wirtschaftsverbänden die Nationale Weiterbildungsstrategie, um berufliche Weiterbildung im Rahmen des Strukturwandels zu stärken.<sup>33</sup> Dabei wurden zehn zentrale Handlungsziele formuliert. Ein Auszug der für diese Studie relevantesten Punkte wird folgend dargestellt:

### 1. Transparenz von Weiterbildungsmöglichkeiten unterstützen

Um Weiterbildungsoptionen transparent zu gestalten, ist die Plattform „mein NOW“ der Bundesagentur für Arbeit entstanden, welche im Januar 2024 freigeschaltet wurde. Privatpersonen und Unternehmen können sich dort über Berufsbilder und deren Perspektiven informieren oder nach regionalen und bundesweiten Weiterbildungsangeboten verschiedener Anbieter\*innen suchen. Bildungsdienstleistende können Angebote auflisten lassen.<sup>34</sup>

### 2. Lebensbegleitende Weiterbildungsberatung flächendeckend vernetzen und Qualifizierungsberatung insbesondere für KMU stärken

Die Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie (IG BCE) und der Bundesarbeitgeberverband Chemie (BAVC) haben ein Projekt initiiert, in dem Personen zu Weiterbildungsmentor\*innen ausgebildet werden.

### 3. Verantwortung der Sozialpartner\*innen stärken

Hier werden Gewerkschaften in die Pflicht genommen, „den Beschäftigten auf der Grundlage des Qualifizierungschancengesetzes sinnvolle Weiterbildung“ zu vermitteln. Zudem sollen sie die veränderten Anforderungen an die Arbeitsplätze erfassen und mit Betriebsräten, Vertrauensleuten und Arbeitgeber\*innen „den Stand der Transformation und die Auswirkungen auf die Beschäftigten systematisch erfassen“. Auch Weiterbildung in Tarifverträgen zu verankern, sei eine Möglichkeit. So verhandeln die IG BCE und der BAVC laut Nationaler Weiterbildungsstrategie über tarifliche Regelungen und „werden in einem paritätisch besetzten Bildungsrat über geeignete weitere Maßnahmen und Kampagnen beraten, um die betrieblichen Akteure bei der Fortentwicklung ihres Weiterbildungsangebotes zu unterstützen“.<sup>35</sup>

### 4. Fortbildungsabschlüsse und Weiterbildungsangebote entwickeln

Angebote sollen weiterentwickelt und Bildungsk Kooperationen gefördert werden. In diesem Zusammenhang sollen etwa über den Innovationswettbewerb InnoVET<sup>36</sup> 17 Konzepte gefördert und erprobt werden.<sup>37</sup>

### 5. Personal in der Weiterbildung stärken und für den digitalen Wandel qualifizieren

Als eine Maßnahme soll eine Initiative zum „Transfer von Schlüsselkompetenzen zur Nachhaltigkeit in der beruflichen Weiterbildung“ geprüft werden.<sup>38</sup>

Ein 2021 veröffentlichter Umsetzungsbericht bescheinigt, dass die meisten Maßnahmen bereits umgesetzt wurden oder werden. Außerdem sei eine Kooperationskultur entstanden. „Um die Weiterbildungskultur in Deutschland nachhaltig zu stärken, müssen die aufgegriffenen Themen in den Handlungsfeldern weiterentwickelt werden.“ Zugänge zu erleichtern, Kooperationen zu vertiefen und Konzepte weiterzuentwickeln, werden als zentrale Themen identifiziert.<sup>39</sup>

33 BMWi 2020.

37 BMBF 2019.

34 Bundesagentur für Arbeit 2024b.

38 BMBF 2019.

35 BMBF 2019.

39 BMBF 2021.

36 BMBF 2024.

Damit dies erreicht werden kann, wurde 2022 die Fortführung der Nationalen Weiterbildungsstrategie beschlossen.<sup>40</sup> Im November 2023 fand die Erste Nationale Weiterbildungskonferenz statt. Daraus entstehen derzeit Vernetzungsveranstaltungen in der Region Mitteldeutschland wie das Werkstattgespräch „Regionale Transformation durch Weiterbildung gestalten“.<sup>41</sup> Außerdem ist eine der zentralen Aussagen der Fortführung, dass die Weiterbildungsbeteiligung, insbesondere bei Geringqualifizierten, gesteigert werden soll.

### **Zusammenfassung Studienlandschaft**

In den Studien besteht ein Konsens über den steigenden Bedarf an Fachkräften und damit an (frühzeitiger) Wasserstoffqualifizierung. Auch hinsichtlich der Integration von Lehrinhalten in Studien- und Ausbildungsgänge sind sich die Veröffentlichungen grundsätzlich einig. Das Thema Vernetzung spielt häufig eine tragende Rolle. Sowohl auf EU-Ebene als auch für Ostdeutschland im Speziellen wurden bestehende

und zukünftig gefragte Qualifizierungsmaßnahmen für die Wasserstoffindustrie beleuchtet. Eine spezifische Ermittlung des Qualifizierungsbedarfs für den mitteleutschen Raum fehlt jedoch. Inwieweit sich die Ergebnisse dieser Studie von den genannten Untersuchungen unterscheiden oder ihnen entsprechen, wird in den Kapiteln 5 und 6 dargestellt.

---

<sup>40</sup> BMBF 2021.

<sup>41</sup> forum wbv 2024.

## 4. Forschungsdesign

Dieses Kapitel dient dazu, Ziel und Forschungsfrage der Studie zu definieren sowie die Informationsbeschaffung und die Auswertungsmethodik zu erläutern. Zunächst wird eine regionale und fachliche Abgrenzung zur Auswahl geeigneter Interviewpartner\*innen vorgenommen. Darüber hinaus umfasst

Kapitel 4 die Beschreibung der Literaturrecherche und der qualitativen Interviews. Die Auswertungsmethodik legt fest, wie die Daten analysiert und interpretiert werden. Zusammen bilden diese Aspekte die Grundlage für eine fundierte Darstellung der Ergebnisse in Kapitel 5.

### 4.1 Ziele und Forschungsfrage

Die Studie soll einen Überblick über den Status quo und die Erwartungen in der Region zum Thema Qualifikationsbedarf in der Wasserstoffwirtschaft geben und daraus Handlungsmöglichkeiten ableiten, um optimale Voraussetzungen für einen Wasserstoffhochlauf zu schaffen. Hierfür wurden regionale Unternehmensvertreter\*innen, Expert\*innen und Akteur\*innen der Mitbestimmung befragt. Anschließend wurden die offenen Gespräche ausgewertet und mit bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnissen verglichen.

Anzumerken ist, dass die Studie keine quantitativen Angaben zu benötigten Fachkräften oder Qualifizierungen je Tätigkeitsfeld erheben kann, da sich die deutsche Wasserstoffwirtschaft im Aufbau befindet. Dies ist in einer möglichen Folgestudie zu klären.

Der Begriff Qualifizierungsbedarf bezieht sich auf den Bedarf an Qualifizierungsmaßnahmen, um Fähigkeiten und Kompetenzen von Mitarbeitenden zu verbessern, damit diese den Anforderungen des Arbeitsplatzes gerecht werden. Dieser Bedarf wird durch die Ermittlung der Fähigkeiten und Entwicklungspotenziale von Mitarbeitenden sowie durch die Analyse von Defiziten (üblicherweise qualitativ und quantitativ) und zukünftigen Anforderungen ermittelt. Dabei müssen Anforderungs- und Eignungsprofil miteinander verglichen werden. Wie Abbildung 8 zeigt, ist eine Identifizierung des Qualifizierungsbedarfs entscheidend, um gezielte Maßnahmen zu planen und umzusetzen, die zu einer Verbesserung der Leistungsfähigkeit und zur Anpassung an Veränderungen im Arbeitsumfeld (Transformation) beitragen.



Abbildung 8: Schema eines Qualifikationsprozesses. Quelle: In Anlehnung an Schneller, o. J.

## 4.2 Informationsbeschaffung

### 4.2.1 Regionale und fachliche Abgrenzung

Der Schwerpunkt der Studie liegt auf der strukturierten und qualitativen Inhaltsanalyse von Interviews mit Unternehmensvertreter\*innen, Expert\*innen, Gewerkschaftsvertreter\*innen und Betriebsräten, vorrangig mit konkretem Bezug zum Mitteldeutschen Revier und in Kombination mit den Themen Wasserstoff und Qualifizierung. Die Akquisephase und der Erstkontakt wurde maßgeblich von HYPOS e. V. geleitet. Daher ist für die Einordnung der Ergebnisse zu erwähnen, dass die eingebundenen Unternehmen auch Mitglieder des HYPOS e. V. sind. Aufgrund der zehnjährigen Tätigkeit des HYPOS e. V. und seiner Vernetzung und Vertrauensarbeit in der Region konnte gewährleistet werden, dass die Einordnung der

Unternehmen auf Erfahrung beruhte und sich die Akquise hocheffizient gestaltete. Über 70 Akteur\*innen wurden angesprochen; in 23 Gesprächen wurden 28 Personen interviewt. Fünf Interviews wurden mit zwei Gesprächspartner\*innen geführt – dabei handelte es sich immer um das gleiche Unternehmen, aber unterschiedliche Expertise (meist Wasserstoff und Qualifizierung). Die Größe der befragten Unternehmen reicht von 50 bis hin zu mehreren tausend Beschäftigten in Mitteldeutschland. Die Größe der Stichprobe ist bei der Ergebnisinterpretation zu beachten. Es lässt sich eine regionale und eine fachliche Abgrenzung vornehmen, die im Folgenden erläutert wird.

### Fachliche Abgrenzung

Um einen bestmöglichen Einblick in den aktuellen Stand der Qualifizierungsbedarfe und -anstrengungen im regionalen Untersuchungsraum zu erhalten, wurden in Vorbereitung auf die Akquisephase die wichtigsten Gruppen für die Untersuchung festgelegt. Damit kann die bestmögliche Abdeckung der Stakeholder gewährleistet und somit ein möglichst vollständiges Bild gezeichnet werden. Drei Gruppen wurden identifiziert: Unternehmen, Expert\*innen und Akteure der Mitbestimmung.

Die größte Gruppe mit 13 Interviews umfasst Unternehmen und deren fachkundige Vertreter\*innen aus den Bereichen Wasserstoffaktivitäten und/oder Qualifizierung. Um hier die Wasserstoffwertschöpfungskette abzubilden und gleichzeitig die Aussagen einzelner Gesprächspartner\*innen zu anonymisieren und sinnvoll zu gruppieren, wurden die Unternehmen anhand ihrer aktuellen oder zukünftigen Rolle in der Wasserstoffwirtschaft eingeordnet. Daraus ergeben sich die folgenden Kategorien:

- **„Erzeugung“**

Diese Untergruppe umfasst Unternehmen, welche aktuell bereits Wasserstoff produzieren und solche, die planen, Wasserstoffherzeugung in ihr Leistungsportfolio aufzunehmen und hier bereits konkrete Maßnahmen vorbereiten. Dabei sind vor allem Betriebe aus den Bereichen Energieerzeugung und chemische Industrie zu nennen.

- **„Infrastruktur und Digitalisierung“**

Unternehmen aus diesem Bereich werden in ihrer aktuellen oder zukünftigen Tätigkeit definiert, eine Wasserstoffinfrastruktur aufzubauen – das bedeutet, dass sie Anlagen für die Gewinnung und Verwertung oder Komponenten hierfür bauen sowie Unternehmen, welche die Transportinfrastruktur entwickeln und bereitstellen. Dies sind zum großen Teil Rohrleitungs- und Anlagenbauer, welche bereits mit Wasserstoffanlagen oder dem Rohrleitungsbau im Bereich Erdgas arbeiten. Außerdem wurden Netzbetreiber und -entwickler befragt. Im Bereich Digitalisierung wurden Firmen befragt, die aktiv an der Digitalisierung von Energieversorgungssystemen arbeiten.

- **„Verbrauch“**

In der Kategorie Verbrauch wurden Unternehmen subsumiert, welche bereits Wasserstoff stofflich oder energetisch verwerten oder planen, Wasserstoff einzusetzen. Dabei steht in der künftigen Anwendung vor allem die Transition von fossilen zu erneuerbaren Energien im Fokus. Wasserstoff spielt in diesen Fällen eine große Rolle, um schwer zu elektrifizierende Bereiche wie die Intra- oder Extralogistik oder andere punktuell energieintensive Prozesse zu defossilisieren. In diese Untergruppe fallen in erster Linie Unternehmen aus Fahrzeugbau und Logistik.



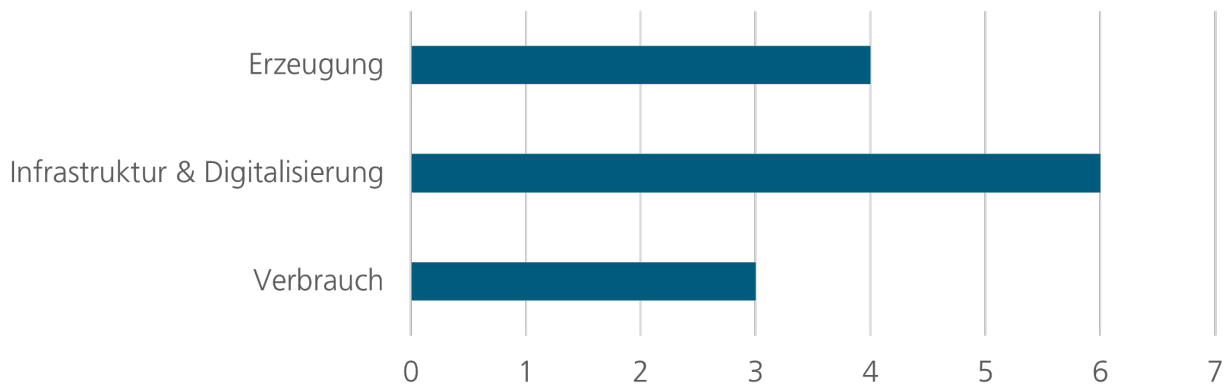


Abbildung 9: Interviewte Unternehmen nach Position in der Wertschöpfungskette. Quelle: Eigene Darstellung.

Neben Unternehmen, die sich in ihrer täglichen Arbeit konkret mit den Themen Qualifizierung und Wasserstoff auseinandersetzen, wurden Expert\*innen dieser Themenfelder befragt. Dabei sollten vor allem Informationen auf der Makroebene einer Qualifizierungs- und Wasserstoffstruktur in Mitteldeutschland gewonnen werden. Zusätzlich wurden Erfahrungen und Eindrücke von (Weiter-)Bildungsanbietern gesammelt. In diesem Bereich wurden in fünf Interviews sechs Personen befragt. Zwei Personen aus der Gruppe „Makroevaluation Arbeits- und Energiemarkt“ und vier Personen aus dem Bereich „Aus- und Weiterbildung“ konnten gewonnen werden. Fünf der sechs Personen sind in Mitteldeutschland ansässig.

Als weitere wichtige Gruppe wurden Akteur\*innen der betrieblichen Mitbestimmung angesehen und deshalb in die Befragung einbezogen. Zu dieser Gruppe gehören Mitglieder von Betriebsräten und Gewerk-

schaften. In der Studie konnten Interviews mit vier Personen aus Betriebsräten und einer Person aus einer Gewerkschaft geführt werden. Sie alle hatten einen regionalen Bezug.

#### Regionale Abgrenzung

Um die Herausforderungen des Strukturwandels und die Chancen sowie Hemmnisse einer Wasserstoffwirtschaft in einer Region mit historischem Bezug zur Kohleförderung und -verstromung abbilden zu können, wurden ausschließlich Unternehmen und Personen der Mitbestimmung befragt, die in der Region des Mitteldeutschen Reviers ansässig sind. Die Anzahl der Befragten aus den Bereichen „Unternehmen“ und „Betriebsräte“ werden differenziert nach Landkreis auf der folgenden Karte dargestellt (Abbildung 10).



Abbildung 10: Verteilung der Befragten nach Landkreisen. Quelle: Eigene Darstellung.

Es wurde vermutet, dass die Grenzen des Mitteldeutschen Reviers (Abbildung 11) nicht allen Befragten bekannt sind und unnötige Verständnisfragen entstehen könnten. Gleichzeitig sind die Grenzen Mitteldeutschlands auch die Außengrenzen der Bundeslän-

der Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen. Daher wurde in der Befragung der Begriff Mitteldeutschland gewählt und Fragen mit regionalem Bezug waren auf die Region Mitteldeutschland bezogen.



Abbildung 11: Arbeitsmarktregion - Mitteldeutsches Revier. Quelle: Kropp et al. 2019.<sup>42</sup>

#### 4.2.2 Literaturrecherche und qualitative Interviews

Die Informationsbeschaffung setzt sich aus zwei Methoden zusammen: Literaturrecherche und qualitative Interviews. Letztere werden in der Forschung eingesetzt, um tiefe Einblicke in subjektive Erfahrungen und Meinungen von Befragten zu gewinnen und dienen somit als Basis der darauffolgenden Inhaltsanalyse. Im Zentrum qualitativer Interviews stehen:

- Subjektbezogenheit und Alltagsorientierung (Interviews wurden online oder in der Arbeitsstätte geführt, sodass die Befragten in ihrer alltäglichen Umgebung sein konnten)
- Offenheit und Reflexivität (systematische und kontrollierte Vorgehensweise durch offene Fragen)
- Explorativer Charakter und induktive Theorienbildung (aus Erkenntnissen werden Theorien oder Thesen entwickelt)
- Interpretative Auswertungsverfahren (kontrollierter Interpretationsprozess)<sup>43</sup>

<sup>42</sup> Kraftwerk Deuben wurde im Jahr 2021 stillgelegt.

<sup>43</sup> Ritschl et al. 2023.

Für die halbstrukturierten Interviews war ein zielorientierter Leitfaden essenziell. Er zielt darauf ab, eine Struktur vorzugeben, sodass die wichtigsten Aspekte angesprochen werden. Gleichzeitig haben Befragte die Möglichkeit, durch eine offene Gesprächsführung frei zu erzählen.

Beim Erstellen des Fragebogens wurden Fragen in Themenfeldern aggregiert. Die Themenblöcke unterscheiden sich in Hinblick auf die interviewte Gruppe.

Nach Unterzeichnung einer Datenschutzerklärung wurden die Interviews mit einem kurzen Small Talk eingeleitet und Rahmenbedingungen wie Aufzeichnung und Anonymisierung geklärt. Es folgte ein Opening in Form einer kurzen Vorstellung des\*der Befragten. Anschließend wurde die inhaltlich relevanteste Phase unter Einbezug der folgend grob skizzierten Themenblöcke und beispielhaften Fragen durchlaufen.

### **Block I: Status quo im Unternehmen und Standort in Mitteldeutschland**

- Wie beurteilen Sie die Voraussetzungen Mitteldeutschlands in Bezug auf Wasserstoff?
- Welche Herausforderungen sehen Sie künftig in Bezug auf die Nutzung und Verwendung von Wasserstoff?

### **Block II: Aktueller und künftiger Qualifikationsbedarf**

- Inwiefern deckt das aktuelle Fachkräfteangebot auf dem Arbeitsmarkt den Bedarf hinsichtlich der Nutzung von Wasserstoff?
- Wie bewerten Sie die rechtlichen Rahmenbedingungen zum Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft?

### **Block III: Inner- und außerbetriebliche Ausbildung**

- Wurden bereits Lehrinhalte in Bezug auf Wasserstoff und Erneuerbare Energien an Berufsschulen oder im Unternehmen angepasst?
- Gibt es Kooperationen mit Forschungseinrichtungen oder Bildungsträgern?

### **Block IV: Weiterbildung von Bestandspersonal**

- Sehen Sie, dass Beschäftigte in den letzten Jahren ein erhöhtes Interesse zum Thema Wasserstoff entwickelt haben?
- Wie steht es um den Status quo der Weiterbildung in Ihrem Unternehmen?

### **Block V: Rolle von Betriebsräten und Gewerkschaften**

- Wie sind diese Gruppen in Qualifizierungsthemen und Transformationsprozesse eingebunden?
- Welche Rolle kann ihnen zukommen?

### **Block VI: Zusätzliche Fragen an Expert\*innen**

- Inwiefern hat sich der Qualifizierungsbedarf im Bereich Wasserstoff in den letzten Jahren geändert?
- Wo sehen Sie den Fokus der Qualifizierung? Ausbildung, Studium oder Weiterbildung?

Abgeschlossen wurden die Interviews über eine offene Frage sowie mit der Erläuterung des weiteren Vorgehens der Studie. Insgesamt wurden 1.144 Minuten Interviewmaterial gesammelt, dies entspricht einer durchschnittlichen Länge von etwa 48 Minuten pro Interview.

### 4.3 Auswertungsmethodik

Bei dieser Studie wurde die qualitative Inhaltsanalyse in Anlehnung an Mayring genutzt. Die Methode lässt sich als „systematische Auslegung von Texten“ definieren und eignet sich für die Erfassung von nicht-nummerischen Daten sowie für das Erlangen eines tieferen Verständnisses dieser Daten. Dabei werden Muster, Themen und Bedeutungen mithilfe von definierten Kategorien identifiziert. Ein systematisches und regelgeleitetes Vorgehen ist an dieser Stelle unabdingbar. Das Codesystem ist zentraler Bestandteil der Methodik.<sup>44</sup>

Die Interviews wurden transkribiert. Die qualitative Datenanalyse erfolgte mit der Software MAXQDA. Somit konnte sichergestellt werden, dass die Daten strukturiert und umfassend ausgewertet wurden. Die Fassung der Datensammlung und -auswertung vor der Interpretationsphase beinhaltete 1.181 Codesegmente, kategorisiert in 70 (Sub-)Codes. Zur Vereinfachung der Interpretation wurden die Codes zu Themenschwerpunkten aggregiert.

Es gibt verschiedene Grundformen des Interpretierens. Eine umfassende Häufigkeitsanalyse ergibt in dieser Studie aufgrund des offenen Gesprächsdesigns und der Tatsache, dass die meisten Aussagen nominalskaliert<sup>45</sup> sind, wenig Sinn. Deshalb kann die Interpretationstechnik als ein Mix aus Valenz- (Bewertung der Inhalte inkl. einer Einschätzung als positiv oder negativ) und Kontingenzanalyse (Zusammenhänge) beschrieben werden.<sup>46</sup> Nur in Einzelfällen ist eine Quantifizierung möglich.

Die Interviews wurden anonymisiert ausgewertet, um die Vertraulichkeit der Teilnehmenden zu wahren und deren persönliche Angaben zu schützen. Diese Anonymisierung führte zu einer größeren Bereitschaft der Befragten, Auskünfte zu geben und ermöglicht es, die Aussagen und Ergebnisse dieser Studie zu veröffentlichen.

---

<sup>44</sup> Mayring 2022.

<sup>45</sup> Aussagen können unterschieden werden, haben aber keine natürliche Reihenfolge.

<sup>46</sup> Mayring 2022.

## 5. Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die relevantesten Erkenntnisse aus den Interviews beschrieben und mit Aspekten aus der Literaturrecherche angereichert. Zunächst werden der Status quo der mitteldeutschen Wasserstoffwirtschaft, anschließend die Herausforderungen und Chancen der aktuellen und künftigen Nutzung von Wasserstoff dargelegt. Die politischen und rechtlichen Gegebenheiten sowie der Fachkräftebedarf und die Fachkräfteverfügbarkeit vervollständigen die

Rahmenbedingungen für die Qualifizierung im Wasserstoffbereich. Auf dieser Basis geht das Kapitel auf die Themen Qualifizierungsbedarf sowie Arten der Qualifizierung und Bildung ausführlich ein. Weiterhin werden die Rolle der Betriebsräte und Gewerkschaften als auch der Vernetzungsaspekt diskutiert. Eine Zusammenfassung rundet das Ergebniskapitel ab.

### 5.1 Mitteldeutsche Wasserstoffwirtschaft

Während in Kapitel 3.1 bereits die Ausgangssituation der Mitteldeutschen Region beschrieben wurde, erfolgt in diesem Abschnitt die Darstellung des Status quo der mitteldeutschen Wasserstoffwirtschaft auf Basis der Aussagen in den Interviews. Dabei werden auch Vor- und Nachteile gegenüber anderen Regionen beleuchtet.

Das Thema Wasserstoff ist für die Region nicht neu. Bereits seit Jahrzehnten wird Wasserstoff für die Herstellung von Methanol, Dünger sowie für unterschiedliche Hydrierprozesse im Mitteldeutschen Chemiedreieck genutzt.<sup>47</sup> Dafür wurde entsprechende Infrastruktur (Pipelines) geschaffen. Aufgrund der Weichenstellungen in der Vergangenheit ist die Mehrheit der Befragten der Meinung, dass die Region eine Vorreiterrolle in Bezug auf Wasserstoff eingenommen hat. Zudem gibt es durch die bestehenden Wirtschafts- und Infrastrukturen viele potenzielle (Groß-) Abnehmer unter anderem in den Bereichen Logistik und produzierendes Gewerbe. Das macht die Erzeugung von Wasserstoff skalierbar und senkt die relativen Infrastrukturkosten. Außerdem ist ein gewisses Know-how im Wasserstoffbereich vorhanden. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Wasserstoff Erdgas im Handling ähnlich ist (Kapitel 3), bereits einige Ankerkunden als Treiber aktiv sind und Leuchtturmprojekte (Energiepark Bad Lauchstädt, Wasserstoffdorf Chemiepark Bitterfeld-Wolfen) umgesetzt werden. Auch wird der Region eine hohe Dichte an Start-ups im Bereich Wasserstoff zugeschrieben, was die Innovationskraft der Region in diesem Bereich widerspiegelt. Eine Vernetzung über Netzwerke wie HYPOS wird von einigen zudem als vorteilhaft angesehen.

Des Weiteren verfügt die Region über eine solide Bildungsinfrastruktur und Forschungslandschaft, die bedeutendes Wissen und junge Fachkräfte für die

Wasserstoffwertschöpfungskette bereitstellen kann. Der Strukturwandel ist ein großer Treiber und bietet infrastrukturelle Vorteile, wie die Nutzung von Kavernen zur Speicherung von Wasserstoff. Der Region wird von einigen Befragten Expansions- und Entwicklungspotenzial bei neuen Technologien sowie räumlich für die Ansiedlung neuer und die Erweiterung bestehender Unternehmen zugeschrieben. Dies bietet gute Entwicklungsmöglichkeiten und damit eventuell einen Standortvorteil. Außerdem treten Unternehmen, die zuvor nicht in der Wasserstoffwertschöpfungskette aktiv waren, in den Markt ein, indem sie ihre Produktportfolios anpassen. Zusätzlich werden Start-ups gegründet.

Jedoch gibt es auch Herausforderungen für die Untersuchungsregion. Hierbei wurde genannt, dass auch andere Regionen in Deutschland ähnlich gut oder sogar besser aufgestellt seien. Das Ruhrgebiet etwa könnte durch die hohe Anzahl an Großunternehmen schnelle und kostengünstige Skaleneffekte (Erzeugung, Infrastruktur) erzielen. Die Bundesländer stehen in Standortfragen der künftigen Wasserstoffwirtschaft in Konkurrenz zueinander. Da Mitteldeutschland als insgesamt wirtschaftsschwache Region angesehen wird, äußerte ein\*e Befragte\*r aus der Gruppe „Verbrauch“ die Befürchtung, dass die Region nicht attraktiv genug für Auszubildende sein könnte. Dies wiederum könnte zu einer Benachteiligung im Strukturwandel führen. Mitteldeutschland hat aufgrund seiner Binnenlage außerdem ein Defizit im direkten Vergleich zu norddeutschen Bundesländern mit Seeanbindung, vor allem in den Bereichen der zwingend benötigten erneuerbare Energieerzeugung und -infrastruktur. Im Kampf um Fachkräfte steht die Region in internationaler Konkurrenz. Aufgrund seiner großen Bedeutung wird dieses Thema in Kapitel 5.4 ausführlicher beleuchtet.

<sup>47</sup> Förderverein Sachzeugen der chemischen Industrie e. V. 2021.

Die Kommunikation von Standortvorteilen, insbesondere gegenüber jüngeren Menschen, die Förderung vom Strukturwandel betroffener Unternehmen sowie die Entwicklung gezielter Maßnahmen werden als entscheidende Schritte betrachtet, um die Region weiter zu stärken. Trotz vorhandener Infrastruktur und Unternehmen, die Erfahrungen im Wasserstoffbereich haben, gibt es immer noch Entwicklungsbedarf. Die Qualifizierung von Personal und Schaffung einer umfassenden Infrastruktur für Wasserstoff stehen hierbei an erster Stelle.

Es bleibt abzuwarten, wie stark politische Entscheidungen und Weichenstellungen das Potenzial der Region unterstützen oder hemmen werden. Sie nehmen entscheidend darauf Einfluss, wie viel Wertschöpfung in Deutschland und insbesondere in Mitteldeutschland verbleibt.

## 5.2 Herausforderungen und Chancen der Wasserstoffnutzung

Innovative Technologien bedeuten stets Herausforderungen und Chancen. In diesem Bereich konnten Befragte beides für eine (künftige) Nutzung von Wasserstoff beschreiben. Die mit Abstand am häufigsten genannte Herausforderung ist die Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff. So stellt sich die Frage, wie der

künftige Wasserstoffbedarf gedeckt wird. Dieser liegt laut der Fortschreibung der NWS bei 95 bis 130 TWh im Jahr 2030 und einem Ausbauziel von installierter Elektrolyseleistung von mindestens 10 GW.<sup>48</sup> Abbildung 12 veranschaulicht den zusätzlichen Bedarf in den einzelnen Sektoren in Deutschland.

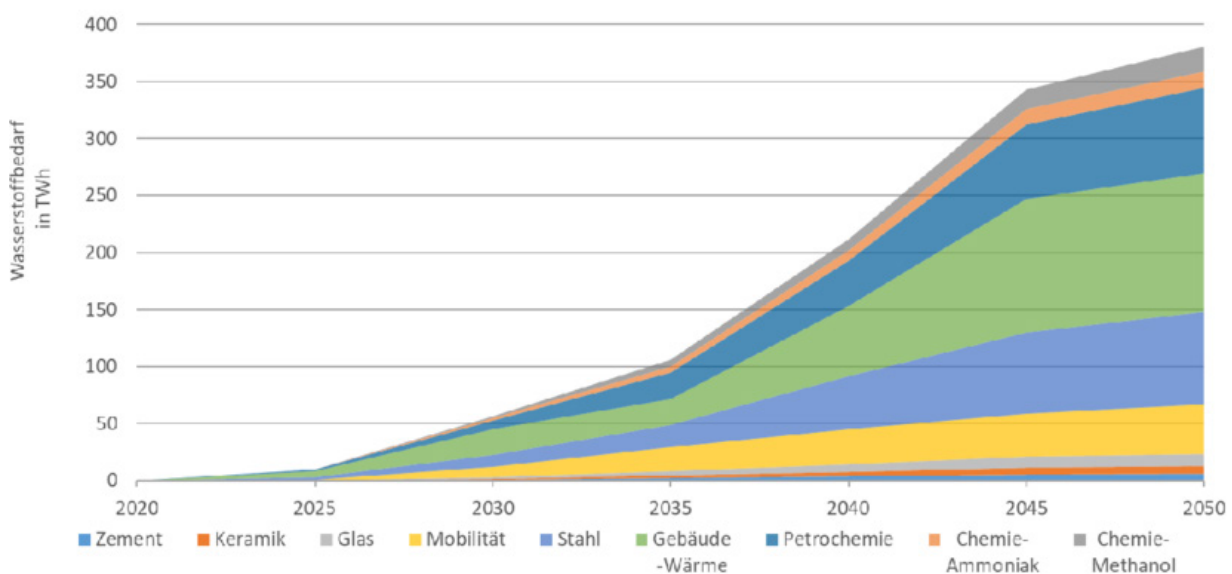


Abbildung 12: Entwicklung des zusätzlichen Wasserstoffbedarfs nach Sektoren. Quelle: Schlichtmann et. al 2022.



Bereits die dafür benötigte Strommenge stellt ein Problem dar. So bezweifeln einige der Befragten, dass inländisch (bezogen auf ganz Deutschland) genug Strom erzeugt werden kann. Sollte dies nicht der Fall sein, woher kommt der Strom dann? Wird eventuell direkt Wasserstoff importiert? Wie wird dieser transportiert? Auch im Bereich der Stromversorgung ist der Vorteil des deutschen Nordens zu erwähnen, da über Offshore-Parks potenziell mehr Strom als in Mitteldeutschland erzeugt werden kann (Flächenverfügbarkeit). Beim Ausbau von Stromtrassen stellt das NIMBY-Phänomen<sup>49</sup> ein Problem dar. Entscheidend ist, inwieweit Überschussstrom genutzt werden kann. Doch auch die Frage nach ausreichenden Speichermöglichkeiten ist noch nicht vollständig geklärt.

Eine weitere relevante Herausforderung ist die für den Hochlauf erforderliche Skalierung. Solange Investitionen (z. B. in passende Tankstellen) wirtschaftlich nicht rentabel sind und Technologien wie Brennstoffzellen keine vollständige Marktdurchdringung vorweisen, wird die Anzahl an Unternehmen im Wasserstoffmarkt zu gering bleiben. Zudem fehlt es an klaren Normen, technischen Richtlinien und Zertifikatsmöglichkeiten. Eine Tatsache, die sowohl die Entwicklung als auch die Sicherheit von Wasserstofftechnologien beeinflusst (siehe Kapitel 5.3).

Im Rahmen des Projekts „Integrative Erhöhung des Sicherheitsniveaus in der Wertschöpfungskette für Wasserstoff“ (INES) veröffentlichte der HYPOS e. V. in Zusammenarbeit mit der Dr.-Ing. Veenker Ingenieurgesellschaft mbH, der TU Dresden, der Universität Magdeburg sowie dem Fraunhofer IMWS unter der Leitung der TÜV SÜD Industrie Service GmbH<sup>50</sup> einen Leitfaden zu sicherheitstechnischen Aspekten im Bereich Wasserstoff. Er soll eine Anleitung für künftige Wasserstoffprojekte sein und „enthält sicherheitstechnische und organisatorische Hinweise, die den sicheren Betrieb von Anlagen für Wasserstoffherzeugung, -transport, -speicherung und -verwertung ermöglicht“.<sup>51</sup>

Das Thema Sicherheit spielt vor allem in der öffentlichen Wahrnehmung eine Rolle. Einige der Befragten nehmen zwar kaum Bedenken wahr und betrachten die breite Öffentlichkeit aktuell nicht als richtige Zielgruppe. Doch viele andere merkten an, dass Akzeptanz geschaffen werden müsse, da Unklarheiten vor allem im Hinblick auf sicherheitstechnische Aspekte existierten. Dabei wurde auch formuliert, dass die Bedenken eine reale Gefahr übersteigen. Havarien seien selten und Personenschäden bisher gering. Das Medieninteresse an möglichen Havarien zeigt sich hingegen überproportional groß. Dies wird von einigen

Befragten als problematisch empfunden, da es die öffentliche Wahrnehmung negativ beeinflusst. Einfluss auf Sicherheitsbedenken des Personals hat dies jedoch nicht, was auch daran liegt, dass Sicherheit einen hohen Stellenwert in den befragten Unternehmen einnimmt und so eine besondere Priorisierung bei Schulungen besteht.

Um eine breite Akzeptanz in der Öffentlichkeit zu schaffen, erscheint der Mix einiger Methoden erfolgversprechend. Eine umfassende Aufklärung und Transparenz können durch die Kommunikation der Vorteile und Sicherheitsmaßnahmen erreicht werden. Dies kann wie folgt umgesetzt werden:

- Marketing der Unternehmen (Informationen zu Projekten)
- Einbindung der Öffentlichkeit in Entscheidungsprozesse
- Direkter Kontakt der Bevölkerung mit Wasserstofftechnologien – Zitat Unternehmensvertreter\*in aus der Gruppe „Infrastruktur und Digitalisierung“: „Wenn sie es ein, zwei Mal gemacht haben, dann ist es schon Normalität. Also, es braucht diesen Kontakt, es braucht diese Erfahrung.“
- Berichterstattung – Zitat Expert\*in: „Das finde ich dann immer ein bisschen schade, dass die Berichterstattung ein bisschen [...] zu reißerisch ist.“

Der Mangel an Fachkräften (siehe Kapitel 5.4) und fehlendes Fachwissen im Bereich Wasserstoff sind weitere Hindernisse. Der Qualifizierungsbedarf wird in Kapitel 5.5 ausführlicher erläutert. Andererseits wird Wasserstoff als sauberer und vielseitig einsetzbarer Energieträger betrachtet, der das Potenzial besitzt, zu einer Dekarbonisierung beizutragen und die Energiewende voranzutreiben. Die Wasserstoffnutzung eröffnet Chancen für die Schwerindustrie, den Verkehrssektor und die Energiespeicherung, was zu neuen Arbeitsplätzen und neuen Geschäftsfeldern, aber auch zu einer Reduzierung der Treibhausgasemissionen beitragen könnte. Die befragten Unternehmensvertreter\*innen sehen entlang der Wertschöpfungskette sehr individuelle Vorteile. Dazu zählen die Möglichkeit der schnellen Betankung sowie der geringe Platzbedarf gegenüber einem batteriebetriebenen Elektroantrieb in der (Intra-)Logistik. Es kristallisiert sich außerdem die Wahrnehmung heraus, dass vor allem bei verbrauchenden Unternehmen eine Wasserstoffnutzung aufgrund ihrer eigenen Dekarbonisierungsziele alternativlos ist. Für Unternehmen der Erzeugung und Infrastruktur bieten sich hier neue klimaneutrale Geschäftsfelder.

49 Not In My Backyard: Infrastrukturmaßnahmen, z. B. Windkraftanlagen, werden grundsätzlich befürwortet, aber in der Nähe des eigenen Wohnorts abgelehnt.

50 HYPOS e. V. 2018.

51 HYPOS e. V. 2021.



Inwieweit den Unsicherheiten und offenen Fragen der Unternehmen begegnet werden kann und Wasserstofftechnologien in das Energiesystem integriert werden können, hat maßgeblich Einfluss auf das

Marktdesign und den Anteil der inländischen, insbesondere der mitteldeutschen, Wertschöpfung.

## 5.3 Rechtliche und politische Rahmenbedingungen

Viele Betriebe der Wasserstoffwirtschaft befinden sich noch im Anfangsstadium.<sup>52</sup> Auch im Verbraucherbereich gibt es einige Unternehmen, die erste Anwendungen testen oder sich noch in der Entwicklung einer eigenen Roadmap befinden. Mit einem Beginn des Hochlaufs ist nach Aussagen einiger Befragter erst nach 2025 zu rechnen. Im Aufbau eines neuen Mark-

tes herrschen oft Unsicherheiten, die wirtschaftliches Handeln hemmen können. Sie bestehen nicht nur aufseiten der Unternehmen, sondern auch in Hinblick auf rechtliche und politische Rahmenbedingungen. In diesem Kapitel geht es daher um die Bewertung von Genehmigungsverfahren, Sicherheitsstandards und Förderungen.

### 5.3.1 Normierung, Standardisierung und Zertifizierung

Fehlende Standards und technische Regelwerke werden in vielen anwendungsorientierten Bereichen der Wasserstoffwirtschaft von allen befragten Gruppen bemängelt. Für eine langfristige Investitionssicherheit ist Rechts- und Planungssicherheit erforderlich, weshalb eine engere Zusammenarbeit zwischen Politik und Wirtschaft gewünscht wird. Aber auch in der Politik sollten häufiger gemeinsame Lösungen entwickelt werden, anstatt sich auf ein Ressortdenken zu konzentrieren. An dieser Stelle nannten Befragte vor allem nationale, aber auch regionale Unterschiede zwischen Rahmenbedingungen als Hochlaufhemmnisse. Sie betreffen zum Beispiel Strom- und Betriebskosten. Diese unterschiedliche Handhabung wird auch im Bereich der Genehmigungen gesehen. Prozesse werden häufig als zu langwierig und kompliziert empfunden und die Zuständigkeiten der Behörden seien nicht immer klar. Es bedürfe einer Harmonisierung der Bundes-, Landes- und EU-Ebene. Im Bereich der Wasserstoffgenehmigungen werden Entscheidungsprozesse durch zu geringe personelle Kapazitäten, das mangelnde Fachwissen von Beamt\*innen und Unterschiede zwischen Bundesländern sowie fehlende Vergleichsfälle im Genehmigungsprozess behindert. Das Genehmigungsverhalten der Behörden wird daher als zu vorsichtig und langwierig wahrgenommen. Dieses Problem sollte zeitnah gelöst werden, um eine schnelle Entwicklung und Marktdurchdringung von Wasserstoffproduktion und -anwendungen zu ermöglichen. In den Interviews beschrieben vor allem Unternehmensvertreter\*innen, dass sich Genehmigungsprozesse für Wasserstoffprojekte häufig verzögern, weil die Mitarbeitenden in den zuständigen Behörden nicht über die notwendige Erfahrung und Qualifikation verfügen und Genehmigungen daher nicht erteilt werden. Verzögerungen

bei Förderbescheiden oder Genehmigungsprozessen sind auch auf einen Personalmangel zurückzuführen. Eine Standardisierung des Antragsverfahrens sowie klare Verantwortungsstrukturen, fachspezifische Schulungen und eine bessere Personalausstattung könnten diesen Prozess verbessern.

Des Weiteren wird eine Art Henne-Ei-Problem im Bereich von Normen beschrieben. Während Unternehmen auf rechtliche Vorgaben setzen und warten, kann eine zielgerichtete Regulatorik erst auf Basis erprobter Techniken und Praktiken auf die Beine gestellt werden. Die Befragten erachten eine enge Zusammenarbeit und Abstimmung zwischen politischen und unternehmerischen Entscheidungsträger\*innen als wichtig. So setzt die NWS einen groben Planungshorizont. Es könnten Ausnahmegenehmigungen ausgestellt werden, die bei Erfolg per Best Practice-Ansatz in Standards übertragen werden.

Insgesamt lässt sich der Wunsch nach einer kohärenteren, weniger sprunghaften und innovativeren politischen Unterstützung der Energiewende ableiten. Bei diesem geht es darum, Ängste abzubauen, eine klare Vision zu entwickeln und Rahmenbedingungen zu schaffen, die Unternehmen zu einer Umsetzung der gewünschten Energiewende benötigen. Im Bereich der Qualifizierung werden rechtliche Rahmenbedingungen als essenziell für die Bestimmung von Bedarfen angesehen. Standardisierte Zertifizierungen und Qualifizierungen für verschiedene Rollen und Aufgaben im Wasserstoffbereich, die auch zwischen den Bundesländern vergleichbar sind, wünschen sich die Befragten. Fehlende Nachweise der Qualifikationen oder unklare Qualifizierungsvorgaben behindern hingegen den Genehmigungsprozess.

<sup>52</sup> acatech und DECHEMA 2022.

### 5.3.2 Förderungen

Die NWS hat den Weg für Förderungen geebnet, jedoch äußern Befragte Bedenken hinsichtlich der Wirksamkeit und der Verteilung von Mitteln. Sie waren davor, Gelder breit zu streuen und weisen darauf hin, Doppelförderungen zu vermeiden, da die Mittel so möglicherweise nicht die gewünschte Wirkung erzielen. Förderungen für Strukturwandelregionen wie die STARK-Initiative<sup>53</sup> bieten Instrumente zur Finanzierung von Projekten, die die Transformationsdynamik in bestimmten Regionen stärken können. Sie werden positiv wahrgenommen. Kritisiert wird allerdings, dass Fördermittel oft nicht an den richtigen Stellen ankommen. Statt auf die Gründung neuer Institute oder große Neuansiedlungen zu setzen, befürworten die Befragten eine stärkere finanzielle Unterstützung für konkrete Weiterbildungsmaßnahmen, den Ausbau von Instituten und die private Forschung.

Eine Herausforderung besteht demnach darin, Fördermittel effizient und zielgerichtet zu vergeben, um Wettbewerbsfähigkeiten zu erhalten und die Wertschöpfung im Land zu stärken. Alle befragten Gruppen entlang der Wasserstoffwertschöpfungskette wünschen sich unbürokratische, flexible, staatlich geförderte Umschulungs- und Weiterbildungsprogramme zur finanziellen Unterstützung der Unternehmen (z. B. Bildungsgutschein). Was flexibel und unbürokratisch in diesem Bereich bedeutet, wurde häufig nicht spezifiziert. Eine Person erwähnte schlanke Zugangsvoraussetzungen: Lediglich ein einfacher Nach-

weis, dass Personal mit Wasserstoffkompetenz benötigt wird, sollte ausreichen. Förderungen sollten auch für Bewerber\*innen greifen. Bestehende Förderungen wie der Bildungsgutschein der Bundesagentur für Arbeit<sup>54</sup> seien voraussetzungsreich und daher zu kompliziert und damit unattraktiv, erwähnte ein\*e Unternehmensvertreter\*in aus der Gruppe „Erzeugung“. Wenn innerhalb kürzester Zeit eine große Masse an Personen geschult werden soll, kommen, laut einer Aussage aus der Gruppe „Infrastruktur und Digitalisierung“, auch wirtschaftlich gut aufgestellte Unternehmen an ihre finanziellen Grenzen. Ein\*e Expert\*in sieht in der Förderung von Forschungsprojekten, Ausgründungen aus Hochschulen und der Anwerbung internationaler Studierender sinnvolle Maßnahmen der Förderpolitik.

Unterschiede zwischen den Bundesländern führen zu einer erhöhten Komplexität und Unsicherheit bei der Unterstützung von Bildungs- und Transformationsprojekten. Fördertöpfe im Kontext des Strukturwandels oder der NWS mit Wasserstoff- oder konkretem Bildungsbezug sollten bedarfsgerecht eingesetzt werden, da den Unternehmen auf diesem Weg eine gewisse Finanzierungssicherheit bereitgestellt wird. Welche Förderungen konkret bestehen, kann über die Förderberatung – Lotsenstelle Wasserstoff und das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) erfragt werden.<sup>55</sup>

## 5.4 Fachkräftebedarf und -verfügbarkeit

Für Unternehmen im Mitteldeutschen Revier stellt die Fachkräfteverfügbarkeit eine besondere Herausforderung dar, wie die Befragten einhellig feststellen, wobei allerdings Unterschiede hervorzuheben sind. Unternehmen, die ein bekanntes und positives Employer Branding (Arbeitgebermarke) vorweisen können, da sie eine attraktive Vergütung, gute Konditionen (z. B. über Tarifbindung) und vorteilhafte, flexible Arbeitsbedingungen bieten, sehen zwar langfristige Probleme, sind aber noch nicht übermäßig betroffen. Auch Größe und Bekanntheit des Unternehmens sind hier als Vorteile zu nennen. Der Fachkräftemangel wird von den Unternehmen als bedrohlicher wahrgenommen als der allgemeine Arbeitskräftemangel. Insbesondere Personen mit technischer Ausbildung sind, laut Aussage einiger Befragter über alle Gruppen hinweg, schwer zu finden. Ein spezifisches Wasserstoffkompetenzprofil ist nur sehr begrenzt vorhanden: „Jetzt irgendwelche Leute auf dem freien Markt zu finden, die wasserstoffsystemtechnische Ahnung haben, das ist extrem

schwierig. Die haben alle einen guten Job [...] und die sind ja auch alle ganz zufrieden, weil sie da interessante Aufgaben haben und wohl auch nicht allzu schlecht verdienen“ (Zitat Expert\*in).

Der „War for Talents“<sup>56</sup> ist bei vielen Akteur\*innen Alltag geworden. So komme es verstärkter zu Abwerbungen als einige Jahre zuvor. Dabei stehen Unternehmen in Mitteldeutschland auch im internationalen Wettbewerb. Ein\*e Unternehmensvertreter\*in aus der Gruppe „Infrastruktur und Digitalisierung“ gab an, dass Wasserstoffkompetenzen beim Recruiting keine Rolle spielen würden, sondern „man Leute, wenn sie denn dafür tauglich sind, qualifizieren“ könne. Welche Qualifikationen benötigt werden, sei von der Position in der Wertschöpfungskette und der Unternehmensstrategie abhängig. Vor allem die Berufsgruppen der (Fern)Monteur\*innen und Ingenieur\*innen wurden in den Interviews häufiger genannt.

53 Stärkung der Transformationsdynamik und Aufbruch in den Revieren und an den Kohlekraftwerkstandorten, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle 2023.  
54 Bundesagentur für Arbeit 2024a.

55 BMWK 2024b.  
56 Michaels et al. 2009.

Im regionalen Vergleich nannte ein\*e Expert\*in eine geringere Arbeitsplatzmobilität (geringere Bereitschaft, den Arbeitsplatz zu wechseln) aus Mangel an Alternativen, Identifikation mit dem\*r Arbeitgeber\*in und wegen familiärer Bindung an die Region. Dies steigere eventuell die Bereitschaft, an einer anderen Technologie zu partizipieren. Als Beispiel kann hier genannt werden, dass Mitarbeitende, welche bislang

in der Energieerzeugung arbeiten, gern in diesem Feld bleiben, selbst wenn sich das Anforderungs- und Tätigkeitsprofil ändert. Hier bieten sich Chancen zur Umschulung. Auch wenn dieses Thema Betriebe noch in den nächsten Jahren begleiten wird, sehen Befragte Möglichkeiten, um dem Fachkräftemangel zu begegnen.

- Einräumung eines hohen Stellenwerts der betrieblichen Erstausbildung
- Weiterbildung von Bestandspersonal
- Umschulung von Arbeitskräften verschwindender Branchen
- Anwerbung und Ausbildung von ausländischen Fachkräften
- Einstellung und Motivation im Recruiting wichtiger als vorhandene Qualifikationen
- Beheben der Train-the-Trainer-Problematik (siehe Kapitel 5.6.2)
- Effektive Kommunikation von Vorteilen der Region wie geringere Lebenshaltungskosten und Hervorhebung einer sinnvollen und nachhaltigen Tätigkeit (Wasserstoff als Chance für Energiewende und Klimaneutralität)

Der Bedarf der Unternehmen ist in den Branchen speziell vom Aufgabenprofil abhängig. Der Wunsch nach einer Kombination aus technischem Sachverstand, Projektabwicklungsfähigkeiten und Kenntnissen in der Betriebswirtschaft wird insbesondere für Führungskräfte sowie Personen in der Projektentwicklung und -steuerung geäußert. Dabei wird realistisch eingeschätzt, dass diese Suche nicht unbedingt von Erfolg gekrönt sein wird. Aus diesem Grund erhalten heute auch Branchenfremde eine Chance und werden über Weiterbildungen geschult. Ein\*e Unternehmensvertreter\*in aus dem Bereich „Infrastruktur und Digitalisierung“ erwähnte, nicht nur nach Akademiker\*innen zu suchen, sondern vor allem Fachkräfte mit Berufsausbildung („Praktiker“) einstellen zu wollen, die auf hohem Niveau diskutieren und handeln können.

Für Unternehmen aus den Gruppen „Sicherheit (Montage)“ sowie „Transport und Lagerung“ ist eine gewisse Reisebereitschaft und Schichtarbeit der Mitarbeitenden notwendig, um auch überregional Anlagen errichten zu können. Hier wird wahrgenommen, dass Bereitschaften dieser Art rückläufig sind und andere Anreize als früher gesetzt werden müssen. So könnten, neben Sonderzahlungen oder Dienstfahrzeugen, flexiblere Anpassungen der Arbeitszeitmodelle und Vereinbarungen zu einer Anzahl an Reisetagen getrof-

fen werden. Während den Unternehmen früher durch ein hohes Angebot an Fachkräften eine „Auslese der Besten“ möglich war und Arbeitnehmer\*innen aufgrund drohender Arbeitslosigkeit Kompromisse bei Arbeitsbedingungen eingingen, hat sich der Arbeitsmarkt „zu einem Arbeitnehmermarkt gewandelt“.<sup>57</sup>

Der Bedarf an hochqualifizierten Fachkräften, insbesondere im Bereich der Wasserstofftechnologie, ist hoch. Unternehmen stehen vor der Herausforderung, ausreichend qualifizierte Monteur\*innen zu finden und zu ersetzen. Möglich ist die verstärkte Anwerbung von Fachkräften aus dem Ausland, welche zumindest bei einem befragten Unternehmen aus der Gruppe „Infrastruktur und Digitalisierung“ über Rahmenverträge bereits heute gängige Praxis ist. Allerdings wird in einigen Interviews hervorgehoben, dass vor allem bei der Ausbildung von ausländischen Fachkräften zunächst sprachliche Hürden abgebaut und Grundausbildungsthemen nachgeholt werden müssen. Auch an dieser Stelle ist die Entwicklung passgenauer Qualifizierungsmaßnahmen notwendig, damit Fachkräfte in Beschäftigung, freie Arbeitskräfte auf dem Arbeitsmarkt, junge Talente oder ausländische Fachkräfte auf die Anforderungen der Wasserstoffwirtschaft vorbereitet werden können.

<sup>57</sup> Scheele 2022.

## 5.5 Qualifizierungsbedarf

Wenn Unternehmen, die bisher noch nicht mit dem Thema Wasserstoff gearbeitet haben, in die Wasserstoffwertschöpfungskette eintreten oder Unternehmen intern eine neuartige Nutzung von Wasserstofftechnologien etablieren, können sich interne Berufsbilder verändern, da sich technische Anforderungen ändern und/oder neue Stellen bis hin zu vollkommen neuen Bereichen entstehen. Dazu müssten Stellenpläne angepasst und neue Gefährdungsbeurteilungen der (bestehenden) Arbeitsplätze abgeleitet werden. Die Interviews haben ergeben, dass aufgrund der frühen Marktphase vieler Wasserstofftechnologien aktuell eine Sensibilisierung stattfindet. Sensibilisierung bezieht sich auf den Prozess, bei dem Personen oder Unternehmen auf ganz verschiedene Aspekte von Wasserstoff aufmerksam gemacht werden, wodurch das Verständnis für die Anwendung, den potenziellen Nutzen und bestehende Herausforderungen von Wasserstoff gefördert wird. Entsprechende Weiterbildungsmaßnahmen in diesen Bereichen seien laut Bildungsdienstleister\*innen häufiger nachgefragt. Insbesondere für ursprünglich branchenfremde Unternehmen oder für die breite Masse an Mitarbeiter\*innen besteht Bedarf an Basiswissen in Bezug auf chemische Grundlagen, Anwendungen, Recht, Sicherheit und die wirtschaftliche Betrachtung. Aber auch konkrete sicherheitstechnische Schulungen werden gebraucht, welche dem Aufgabenbereich der Arbeitskraft im Unternehmen entsprechen.

Viele der Gesprächspartner\*innen aus allen befragten Gruppen äußerten jedoch nur einen geringfügig veränderten oder ähnlichen Qualifikationsbedarf durch den Kontakt mit Wasserstoff. Dies wurde vor allem mit der Ähnlichkeit zu Erdgas begründet. So können beispielsweise Anlagenbauer auf bestehendes Know-how und bekannte Abläufe zurückgreifen. In bestimmten Branchen wie dem Spezialrohrleitungsbau und der chemischen Industrie ist bereits Wissen im Umgang mit Wasserstoff vorhanden (durch die historische Nutzung oder bereits durchgeführte Qualifizierungsmaßnahmen, siehe Kapitel 3.1).

Herausgestellt wurde, dass besonders Fachkräfte der Anwendung (z. B. Ingenieur\*innen, Technische Gebäudeausrüstung, Kraftfahrer\*innen) oder der Wartung (etwa Anlagenmechaniker\*innen Sanitär-Heizung-Klima) Qualifizierungsmaßnahmen benötigen. Aber auch Einsatzkräfte der Feuerwehren müssten laut Expert\*innen den Umgang mit Wasserstoff erlernen. Der Qualifizierungsbedarf im kaufmännischen Bereich, vor allem in den Branchen Erzeugung, Nutzung, Beratung sowie Infrastruktur und Digitalisierung, beinhaltet einigen Befragten zufolge Themen wie:

- Ermittlung von Wirtschaftlichkeit
- Projektabwicklungskompetenz
- Basiswissen rechtliche Themen
- Vertragsprozesse und Nachweisführung

Abhängig von dem spezifischen Einsatz von Wasserstoff in Unternehmen fallen auch spezifische Qualifizierungsbedarfe an. So seien Spezialist\*innen für Energiemanagement oder Wasserstofftechniker\*innen und -ingenieur\*innen (Verbraucher) nötig. Aus diesem Grund werde der Bedarf an speziellen und individuellen Schulungen zunehmen, sagten Bildungsdienstleister\*innen. Der Qualifizierungsbedarf ist jedoch keineswegs statisch, sondern entwickelt sich besonders im Bereich junger Technologien ständig weiter. So äußerte ein\*e Expert\*in: „Ich denke, dass sich die Art des Bedarfes in Abhängigkeit zu den aktuellen und kommenden Schwerpunkten des Markthochlaufs stetig weiterentwickelt.“ Bisher sei das Thema der Qualifizierung im Wasserstoffbereich eher vernachlässigt worden, gewinne aber aktuell an Bedeutung und Akzeptanz, bestätigten einige Expert\*innen.

Wie in Abbildung 12 skizziert, in der HYPOS-Studie „Berufliche Qualifikationen in der Wasserstoffindustrie“ (Kapitel 3.2) erläutert und von einigen befragte Expert\*innen bestätigt, ist eine ausführliche Bedarfsanalyse nötig, um zu ermitteln, welche Berufsgruppen welche Zielkompetenzen erfordern. Dies stellt Unternehmen vor eine enorme Herausforderung, da künftige Entwicklungen und damit Qualifizierungsbedarfe (insbesondere im Bereich der Erzeugung) schwer abschätzbar sind. Zudem ist nicht jede Kompetenz erlernbar. Ein bestimmter Grad an Qualifizierung könne nur im Rahmen von Erfahrungen erreicht werden. Der Wissensaustausch zwischen jungen Menschen (z. B. Studierenden) und erfahrenem Personal wird besonders von einem Befragten der Gruppe „Infrastruktur und Digitalisierung“ als notwendig und vorteilhaft angesehen:

„[Junge Menschen] bringen auch da mal ein bisschen anderes Feeling, ein bisschen anderes Arbeitsleben, andere Vorstellungen rein. Das ist immer sehr interessant, wenn die dann hier auf die Projektleiter treffen oder Projektingenieure, die hier schon 30 Jahre gestandene Männer im Unternehmen sind. Da prallen immer mal Welten aufeinander. Aber beide können voneinander lernen, und das gibt eigentlich einen guten Teamspirit.“

Durch den Fachkräftemangel sind die Weiterbildung von Bestandspersonal und Wissens- und Erfahrungsaustausch essenzielle Bausteine der Qualifizierung.

## 5.6 Qualifizierungsmaßnahmen

Somit existiert ein gewisser Qualifizierungsbedarf in der mitteldeutschen Wasserstoffwirtschaft. Dieser ergibt sich aus dem wachsenden Interesse der Unternehmen an Wasserstoff als zukunftssträchtigem Energieträger und der entsprechenden Bedeutung einer Fachkräfteaus- und -fortbildung. Zunächst wird nun

dargestellt, welche Rolle die verschiedenen Arten von Erstausbildung (Schule, Ausbildung, Hochschulbildung) bei dieser Qualifizierung spielen. Anschließend werden Maßnahmen zur Bildung von bereits ausgebildetem Personal sowie Ausbilder\*innen erläutert.

### 5.6.1 Fokus Erstausbildung

Auch wenn für Befragte die Weiterbildung des Personals für die spezifischen Anforderungen im Unternehmen im Vordergrund steht, sollten aufgrund des geringen Angebots auf dem Arbeitsmarkt auch Säulen der (Berufs-)Bildung nicht vernachlässigt werden. In diesem Zusammenhang wurden in der Studie sowohl die berufsorientierte Ausbildungsstufe als auch die duale Ausbildung und das Studium sowie die Einschätzung der Rolle von Wasserstoff in der allgemeinen Schulbil-

dung thematisiert. Es ist wichtig zu betonen, dass die Mehrheit der Befragten die Meinung äußerte, es solle keinen vorrangigen und „wichtigsten“ Bildungsweg geben. Stattdessen wurde ein ganzheitlicher Ansatz hervorgehoben, der sich auf alle Bildungsstufen konzentriert. Ziel ist es, ein Bewusstsein zu stärken und entlang der gesamten Wertschöpfungskette qualifizierte Arbeitskräfte auszubilden und zu gewinnen.

### Schulische Bildung

Einigen Interviewpartner\*innen empfehlen, Grundlagen über Brennstoffzellen und Elektrolyseure in Lehrpläne, insbesondere im Fach Physik, zu integrieren. Ein\*e Befragte\*r der Gruppe „Infrastruktur und Digitalisierung“ sagte:

„Wir haben es noch gelernt in der Physik, wie ein Zweitaktmotor und Viertaktmotor funktioniert, was der Unterschied zwischen Otto- und Dieselmotor ist. Schön und gut, aber [das kann man] dann im Prinzip [auf] Brennstoffzelle [oder] Elektrolyseur [übertragen]. [Damit] fängt das an, dass die Leute sich dafür interessieren, dass sie vielleicht auch mal ein Modell haben. Und dann geht es natürlich in der Ausbildung oder im Studium weiter. Man hat jetzt mal so ein bisschen reingeschnuppert in der Schule und sagt, das wäre vielleicht was für mich als Beruf.“

Darüber hinaus können Projektwochen zu Wasserstoff und erneuerbaren Energien als Beispiel für eine praktische Umsetzung durchgeführt werden. Praxisnah gestaltet können sie etwa durch Exkursionen das

Interesse von Schüler\*innen aller Jahrgangsstufen wecken. Dabei wurde von einigen Befragten das Gymnasium hervorgehoben, um über Projektwochen und eine praxisnahe Berufsorientierung das Interesse für MINT-Fächer<sup>58</sup> zu intensivieren und den Bildungsweg der Berufsausbildung als Alternative zum Studium zu thematisieren. Wie dies umgesetzt werden kann, zeigt das Projekt „HYPOS macht Schule“, mit dem Jugendliche über interaktive Workshops für Wasserstoff und dessen Nutzung sensibilisiert werden sollen.<sup>59</sup> Gleichzeitig wird in den Interviews auf Problematiken wie volle Lehrpläne und den Lehrkräftemangel hingewiesen und daher befürchtet, dass keine gewinnbringende Integration potenzieller Wasserstoffinhalte möglich ist.

58 Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik.

59 HYPOS e. V. 2023a.



## Berufsausbildung

Im Jahr 2022 befanden sich in der Region Mitteldeutschland 101.238 Personen in einer Berufsausbildung.<sup>60</sup> Die duale Ausbildung ist ein über Jahrhunderte gewachsenes System, in dem die Auszubildenden an zwei Lernorten lernen.<sup>61</sup> Grundlage hierfür ist das Berufsbildungsgesetz.<sup>62</sup> Die Aufteilung ermöglicht ein duales Lernsystem, in dem berufliches Grundwissen geschaffen wird, das in den Betrieben vertiefend in Anwendungsfällen zur Umsetzung kommt und so einen ganzheitlichen Ansatz bildet. Dabei sind Berufe wie Mechatroniker\*in oder Chemikant\*in festgelegt und Lernziele über Ausbildungsrahmenpläne vorgegeben.

Bei Veränderungen der Berufsbilder durch neue Technologien oder Verfahren ist zu prüfen, inwieweit eine Anpassung notwendig und sinnvoll ist. Für Unternehmen, die in der Erzeugung oder in den Bereichen Transport und Speicherung tätig sind, wird wenig Anpassungsbedarf gesehen. Adaptionen im Bereich der betrieblichen Ausbildung wurden bereits vorgenommen und über interne Schulungs- und Weiterbildungsmöglichkeiten gelöst. Unternehmen mit einem hohen zukünftigen wasserstoffrelevanten Tätigkeitsfeld sehen eher Bedarf an einer Anpassung der Ausbildungsinhalte.

Dabei sind jedoch zwei Aspekte zu beachten. Zum einen ist insbesondere Unternehmen, die neu im Wasserstoffmarkt agieren, auch aufgrund fehlender Standardisierung und Zertifizierung nur bedingt klar, welche Inhalte wirklich benötigt werden und daher in Ausbildungslehrpläne integriert werden sollten. Zum anderen hat sich die anfängliche Verunsicherung bezüglich einer Veränderung von Berufsbildern und Kompetenzbedarfen gelegt, laut Aussage einer Person der Gruppe „Erzeugung“ durch die Erkenntnis, dass nur ein geringer Anpassungsbedarf besteht:

„Wir haben uns, als es losging, lange damit beschäftigt und uns gefragt: Brauchen wir jetzt komplett neue Berufe? Wie sind wir denn überhaupt aufgestellt? Können das die Leute machen, die wir haben? Sind jetzt alle Berufe, die wir bisher ausgebildet haben, hinfällig? Unser Fazit: Letztendlich kommt man, wenn man sich das genauer ansieht, schon dahin, dass wahrscheinlich 80 Prozent der zu erlernenden Handfertigkeiten und Dinge gleichbleiben.“

Ein\*e Expert\*in fügt hinzu:

*„Die Erfahrungen aus dem Erdgasmarkt decken mit Sicherheit einen erheblichen Teil der Fragestellungen zur Wasserstoffwirtschaft ab. Wiederverwendung und Adaption dieses Erfahrungsschatzes liegen nahe. Spannend sind die möglicherweise 20 Prozent der Fragestellungen, die komplex und abweichend (zu den bisherigen Erfahrungen) sind – sowohl physikalisch als auch marktseitig (insbesondere im Bereich der Sektorenkopplung und Nachweisführung). In den 20 Prozent werden die meisten Qualifizierungsbedarfe liegen.“*

Große Übereinstimmung herrscht darüber, dass Basiswissen in sämtlichen Grundausbildungen im Bereich der Berufsausbildung verankert werden sollte. Spezialisiertes Fachwissen könnte dann über eine Zusatzaus- oder Weiterbildung vermittelt werden. Mehrmals wird der Gedanke geäußert, dass „nicht jeder, der eine Ausbildung macht in dem einen Bereich, [...] dann das Thema Wasserstoff auch in seinem späteren Job“ braucht (Zitat Expert\*in). Das Thema Modularität wurde während der Interviews häufiger, insbesondere durch Expert\*innen, sowohl im Ausbildungs- als auch im Weiterbildungsbereich angesprochen. Das aktuelle Bildungssystem wird teilweise hinterfragt. So äußert ein\*e Expert\*in:

*„Ich glaube, generell müssen wir unser Bildungssystem, Berufsbildungssystem [...] überdenken. [...] Wir haben, glaube ich, in Deutschland momentan über 350 Ausbildungsberufe. Das ist aus meiner Sicht viel zu viel. Diese Herangehensweise, dass wir eine Berufsausbildung haben, die alles abdeckt, das gilt nicht mehr. [...] Da können wir drüber diskutieren, ob es 10, 15 oder 20 [...] grundständige Berufsausbildungen gibt, die über zwei Jahre gehen [und] ein Grundwissen vermitteln. Im Anschluss gibt es eben ein Jahr der Anpassung in Abhängigkeit vom Ausbildungsberuf. [Dort kann ich dann] Module pflücken, [das] kann man auch mit E-Learning kombinieren. So kann ich mir dann Wissen aneignen, das ich tatsächlich brauche. [Das] bringt dem Unternehmen und den Menschen mehr.“*

60 Statistisches Bundesamt 2023b.

62 BBiG - Bundesbildungsgesetz 2023.

61 Bundeszentrale für politische Bildung 2022.

63 Bundesinstitut für Berufsbildung 2023.

Es wird jedoch betont, dass die Verankerung von Fachwissen zum Thema Wasserstoff in Qualifizierungsmaßnahmen notwendig ist und hier proaktiv gehandelt werden muss, um nicht zu spät auf Veränderungen zu reagieren. Dabei ist für die Befragten vor allem eine Abstimmung zwischen Unternehmen ein wichtiger Baustein, um eine kohärente Ausbildung gewährleisten zu können. Aber auch die IHK wird in der Verantwortung gesehen, auf veränderte Bedarfe der Unternehmen zu reagieren und im Austausch der Sozialpartner\*innen (Arbeitgeber\*innen und Gewerkschaften, in den zuständigen Gremien der Kammern) Ausbildungsinhalte anzupassen. Häufig wird bemängelt, dass sich Anpassungsprozesse der Kammern sehr langwierig gestalten. Zur Einordnung der Aussagen sei auf die Veröffentlichung des BIBB „Ausbildungsordnungen und wie sie entstehen“ verwiesen, in der der Prozess hin zu neuen oder veränderten Ausbildungsberufen beschrieben wird:

*„Wenn die Inhalte oder die Struktur eines Ausbildungsberufs modernisiert werden sollen oder ein neuer Beruf entstehen soll, geht die Initiative hierfür in der Regel von den Fachverbänden, von den Spitzenorganisationen der Arbeitgeber, von den Gewerkschaften oder vom Bundesinstitut für Berufsbildung aus. Nach Anhörung aller Beteiligten entscheidet das zuständige Bundesministerium in Abstimmung mit den Ländern.“<sup>64</sup>*

In diesem Zusammenhang werden auch Initiativen im eigenen Unternehmen hervorgehoben. Sie zielen bereits auf eine Anpassung der betrieblichen Inhalte ab. Gleichzeitig wird auf die Schwierigkeit hingewiesen, dass auch Ausbilder\*innen das notwendige Fachwissen vorweisen müssen, welches stark von zeitlichen Kapazitäten und Schulungsmöglichkeiten abhängt.

Insgesamt zeigt das vielfältige Stimmungsbild Handlungsbedarf auf. Unternehmen befinden sich auch in der betrieblichen Ausbildung in einer gewissen Henne-Ei-Problematik. Wer ist in der Pflicht, auf neue Anforderungen zu reagieren? Hier weichen der definierte Prozess (BIBB) und die Wahrnehmung der Betriebe teilweise voneinander ab. Wie kann der Bedarf richtig und zielgerichtet ermittelt werden? Wie viel Spezialisierung ist in der Ausbildung möglich und notwendig? Diese Fragen sollten in enger Kooperation einzelner Akteur\*innen diskutiert werden, um die Zukunft der dualen Ausbildung im Bereich Wasserstoff zu gestalten.

## Akademische Bildung

Hochschulen seien über ihre Forschungsaktivitäten oftmals früh in technologische Entwicklungen involviert. Dabei können neue Erkenntnisse der Forschung genutzt werden, um anwendungsorientiert auf Anforderungen der Wirtschaft zu reagieren. Hochschulen hätten somit die Möglichkeit, relativ flexibel und schnell auf Marktveränderungen zu reagieren und Studiengänge anzupassen. Für die interviewten Personen ist dies besonders wichtig, um vor allem Wissen zu Wasserstofftechnologien, aber auch zum Marktdesign zügig in Studiengänge aufzunehmen und auf Veränderungen reagieren zu können.

Die Frage, ob neue Studiengänge mit Wasserstofffokus notwendig werden, ist mit „Nein“ zu beantworten. Die Studienteilnehmenden sind eher der Meinung, dass besonders in Masterstudiengängen Vertiefungen angeboten oder Wahlmodule integriert werden sollten. Eine gesamte Bachelor- und Masterkombination wird abgelehnt, da dies eine zu starke Fokussierung darstellt und bei der Vielfalt des Spezialwissens entlang der Wertschöpfungskette im Einzelfall des Unternehmens nicht notwendig ist. Dies deckt sich mit den Ergebnissen der HYPOS-Studie „Berufliche Qualifikationen in der Wasserstoffindustrie“ (siehe Kapitel 3.2).

Auch die Integration von Studieninhalten zu Wasserstoff in das Portfolio der Hochschulen wird von einigen Teilnehmenden als gute Möglichkeit gesehen, ein innovatives Thema zu besetzen und Studierende für sich zu gewinnen. Für Unternehmen ist die Anpassung auch in dualen Studiengängen interessant, was teilweise schon umgesetzt wurde. Duale Studiengänge sind für viele Unternehmen aus den befragten Gruppen zudem aufgrund einer möglichen Bindung der Mitarbeitenden attraktiv. So wird neben der als gewinnbringend angesehenen Forschungsk Kooperation auch der Ausbildungskoope ration ein hoher Stellenwert eingeräumt. Konkret sei bereits zu beobachten, dass Wasserstoffthemen ergänzend in klassische Studiengänge wie Energietechnik oder Gastech n ik integriert werden, um ein breiteres Verständnis zu ermöglichen. Studiengänge, die Generalist\*innen ausbilden (z. B. Nachhaltigkeitsmanagement) werden als wichtig erachtet, um neue Themen beurteilen zu können. Darüber hinaus seien Grundlagenkenntnisse zum Thema Wasserstoff auch in den Wirtschaftswissenschaften von Vorteil. Spezialisierte Studiengänge schätzen vor allem Expert\*innen in technischen Bereichen als sinnvoll ein. Dahingehend gibt es bereits seit 2021 an der TU Dresden einen 1,5-jährigen Masterstudiengang, welcher Wasserstofftechnologien und wirtschaft behandelt.<sup>65</sup>

<sup>64</sup> Bundesinstitut für Berufsbildung 2017.

<sup>65</sup> DIU 2023.

Jedoch gibt es auch vereinzelte Gegenstimmen, wie die Aussage eines\*r Bildungsdienstleister\*in zeigt. So sei ein Zusatzmodul in bestehenden Studiengängen (technische Studiengänge, BWL etc.) für den Erwerb von Grundkenntnissen ausreichend. Spezialwissen könne bedarfsgerecht auch durch spätere Weiterbildungen erworben werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass Unternehmen verstärkt auf Kooperationsverträge mit Bildungsträgern setzen, um junge Talente wie Studierende, Auszubildende und Praktikant\*innen an sich zu binden. Das duale Studium wird als wichtige Möglichkeit gesehen, um Fachkräfte zu gewinnen. Gleichzeitig wurde betont, wie wichtig es sei, auf allen Bildungsebenen anzusetzen, um die Diskrepanz in der Wahrnehmung von be-

ruflicher und akademischer Bildung aufzubrechen. In der Grundbildung sollte die Basis gelegt werden, mit der eine Spezialisierung auf Wasserstoff oder ähnliche Themen in Fortbildungen erfolgen kann. Notwendige Spezialisierung sollten gezielt und effizient vermittelt werden, um sicherzustellen, dass Absolvent\*innen bereits über grundlegende Kenntnisse verfügen, wenn sie in die Unternehmen eintreten. Eine Hauptherausforderung besteht darin, dieses Denken und dieses spezialisierte Wissen von der Grundschule bis zur höheren Bildung zu etablieren. Doch die Quantifizierung des Bedarfs an dieser spezifischen Qualifikation gestaltet sich schwierig, da Anforderungen an Ausbildung und Spezialisierung je nach Branche und Unternehmen variieren können.

## 5.6.2 Weiterbildung und Umschulung

### Weiterbildungen

Im beruflichen Kontext dienen Weiterbildungen dazu, aufbauend auf der Erstausbildung, einer Person neue Qualifikationen zu vermitteln oder vorhandene zu erhalten.<sup>66</sup> Weiterbildungen führen zu schnellen Effekten und können Unsicherheiten der Mitarbeitenden beseitigen. Vor allem größere Unternehmen haben einen Weiterbildungsbedarf im Wasserstoffbereich erkannt und reagieren entsprechend. Dies ist ihnen aufgrund der finanziellen und infrastrukturellen Voraussetzungen möglich (z. B. eigenes Ausbildungszentrum).

Weiterbildung kann aber nicht nur durch das klassische Schulungsformat vermittelt werden, sondern auch über Konferenzen oder Fachtagungen, interne Forschungsprojekte, interne Multiplikator\*innen oder per Training-on-the-Job. Über diese Arten der Bildung können vielen Mitarbeitenden wichtige Grundlagen vermittelt werden. Die Mehrheit der befragten Unternehmensvertreter\*innen gab an, interne oder externe Schulungen grundsätzlich durchzuführen. Teilweise gibt es schon interne Schulungskonzepte und Wasserstoffmodule, teilweise sind Konzepte in der Planungs- oder Entstehungsphase. Ob intern oder extern weitergebildet wird, hängt stark von den finanziellen und infrastrukturellen Gegebenheiten ab. Ein interner, individueller Aufbau von Wissen wird von vielen befragten Unternehmen bevorzugt. Dazu bedarf es jedoch zusätzlicher Personalkapazitäten, welche sich erst rentieren, wenn der Qualifizierungsbedarf klar und etabliert ist. Bis zu diesem Punkt oder bei zu komplizierten Themen werde (zukünftig) auf externe Formate zurückgegriffen, die jedoch Anpassungsbedarf haben (siehe unten).

Ein\*e Befragte\*r merkt an, dass eine (aktualisierte) Gefährdungsbeurteilung des Arbeitsplatzes für einige Berufsgruppen bei der Ermittlung der Qualifikationsbedarfe helfen könnte. Um optimale Voraussetzungen für Weiterbildungen zu schaffen, sei zudem einerseits der Wille und die Offenheit des Unternehmens nötig und andererseits eine transparente und motivierende Kommunikation gegenüber Mitarbeitenden, bei der sich Chancen für Beteiligte, das Unternehmen und die Region zeigen.

Das Interesse der Mitarbeitenden an den Themen Weiterbildung und Qualifizierung ist ebenfalls ausschlaggebend und wird aus Sicht der Unternehmensvertreter\*innen unterschiedlich wahrgenommen. Eine Balance zwischen Zeitaufwand und Effektivität der Weiterbildung herzustellen, sei wichtig. Für die Mitarbeitenden ist besonders der erzielte Mehrwert von Bedeutung. Programme sollten so gestaltet werden, dass sie kurzweilig und auf den Punkt formuliert sind, damit für Mitarbeitende nicht das Gefühl entsteht, die Weiterbildung laufe einfach zusätzlich zu den eigenen Aufgaben. Eine offene Unternehmenskultur und Weiterbildungskontingente können dies abfedern.

Wenn zusätzlich Karrierechancen und Entwicklungsziele besprochen werden, kann dies Mitarbeitende motivieren, sich proaktiv um die eigene Weiterbildung zu kümmern und so ein möglicherweise besser passendes Programm zu finden.

<sup>66</sup> Schmid 2018.



In den Interviews werden Weiterbildungsangebote allerdings teils als nicht bedarfsgerecht, zu verallgemeinernd und zu kommerziell beschrieben. So äußerte ein\*e Befragte\*r aus der Gruppe „Infrastruktur & Digitalisierung“, es entstehe das Gefühl, die Anbieter\*innen versuchen, „auf dieses gehypte Thema jetzt aufzuspringen und [ein wenig] Grundlagen zu vermitteln

und dann eine durchaus satte Teilnahmegebühr dafür [...] zu verlangen“. Ein\*e Bildungsdienstleister\*in sagte: „Aber jetzt gerade habe ich so ein bisschen das Gefühl, dass es in der Weiterbildung den meisten so ein bisschen schwerfällt, sich festzulegen auf ein Thema und wirklich auch marktspezifische Themen anzubieten.“

Individualschulungen sind laut einem\*r Bildungsdienstleister\*in zwar möglich, aber sehr teuer. Als Hemmnis in Unternehmen wurde weiterhin häufig genannt, dass eine Planungssicherheit aufgrund fehlender oder unzureichender Regulatorik, Standardisierung und Zertifizierung nicht vorhanden sei und der Wissensbedarf nicht vollständig geklärt ist. Ein\*e Expert\*in sagte:

*„Insgesamt ist das Hochfahren der Technologien noch ganz am Anfang. Und deshalb weiß man sowieso noch nicht, mit welchen Arbeitskräften, mit welchen Fachkräften man diesen Strukturwandel am Ende realisieren wird. Und deshalb ist es auch schwer zu sagen, inwiefern zum Beispiel innerbetriebliche Weiterbildung genügt, oder wo gegebenenfalls externe Umqualifizierung nötig sein wird.“*

Unternehmen, die sich schon länger mit dem Thema Wasserstoff beschäftigen, nutzen meist Angebote der Sensibilisierung. Nur sehr vereinzelt mangelt es an Lernbereitschaft der Mitarbeitenden. Für kleinere Unternehmen oder Vereine (z. B. Freiwillige Feuerwehren) bedeuten Weiterbildungen oft einen kaum zu stemmenden finanziellen Aufwand. Zudem fehlen dafür die personellen und infrastrukturellen Ressourcen. So besteht die Überlegung, Kooperationen einzugehen und damit Synergieeffekte mit Ausbildungszentren der überbetrieblichen Ausbildung oder größerer Konzerne zu nutzen. Möglich ist auch die Nutzung von Aus- und Weiterbildungsverbänden oder eine Neugründung.

Transparenz ist vor allem in Hinblick auf die Vergleichbarkeit von Angeboten, aber auch bei der Unterstützung strukturierter Weiterbildungsprozesse der Unternehmen unabdingbar.

Eine ergänzende Recherche ergab, dass zwei Sammlungen von aktuellen Weiterbildungen online zur Verfügung stehen – das Niedersächsische Wasserstoff-Netzwerk veröffentlichte eine Übersicht von Qualifizierungsprogrammen in Niedersachsen,<sup>67</sup> während der HYPOS e. V. regionale und überregionale Weiterbildungsangebote zum Thema Wasserstoff auf der eigenen Homepage nennt.<sup>68</sup> Bei beiden Angeboten (zum Zeitpunkt der Recherche im November 2023 10 bzw. 9 Angebote) handelte es sich vorrangig um Grundlagenschulungen sowie die Vermittlung eines breiten Wasserstoffwissens.

Auffällig ist außerdem, dass Befragte eine fehlende Transparenz des Weiterbildungsmarkts beschrei-

Bezüglich der Rolle von Bildungsstandards und -zertifizierungen sagte ein\*e Expert\*in:

*„Zum einen fehlen aktuell noch Regularien, verlässliche Rechtsrahmen und gefestigte Prozesse, zum anderen besteht in den Unternehmen enormer Weiterbildungsbedarf, um sich auf die kommenden Herausforderungen vorzubereiten. Ich wünsche mir Qualifizierungsprogramme für prozess- und rollenspezifische Themengebiete. Diese Qualifizierungsprogramme können zielgruppengerecht aktualisiert werden und somit auch durch Auffrischkurse kontinuierliche Weiterbildung gewährleisten. Wünschenswert wären Expert\*innen-Zertifikate für Themengebiete wie beispielsweise Expert\*in Elektrolysebetrieb, Expert\*in Nachweisführung grüner Wasserstoff, Expert\*in Netzzugang und -transport.“*

Durch Best Practices könnten Standards bei Qualifizierungsmaßnahmen entwickelt werden. Dabei wird es als essenziell angesehen, dass vermittelte Inhalte und Kompetenzen transparent gemacht werden, damit Unternehmen zielgerichtet passende Maß-

nahmen identifizieren können. Eine Vergleichbarkeit zwischen den Bundesländern müsse ebenfalls sichergestellt sein. Dafür sei eine koordinierende zentrale Anlaufstelle sinnvoll (Zitat Expert\*in).

67 Niedersächsisches Wasserstoff-Netzwerk 2022.

68 HYPOS e. V. 2023b.

## Umschulungen

Verändern sich Arbeitsanforderungen stark oder wird der Arbeitsplatz gewechselt, können Umschulungen nötig sein. In der mitteldeutschen Region sind den Befragten zufolge insbesondere vom Strukturwandel betroffene Fachkräfte (z. B. im Bereich der Energieerzeugung) für Umschulungen hinsichtlich Wasserstoff geeignet, insofern dies aufgrund eines stark veränderten Tätigkeitsfeldes notwendig wird. Vorteilhaft ist, dass ein gewisses Maß an Grundlagenwissen besteht. Gleichzeitig seien wegen einer teils hohen Identifikati-

on mit dem Berufsfeld und fehlender Alternativen die Arbeitsplatzabhängigkeit im Osten vergleichsweise höher als im Westen. Auch für Quereinsteiger\*innen etwa aus dem Wirtschaftsingenieurwesen könnten Umschulungen interessant sein. Es wird jedoch auch angemerkt, dass diese Art der Qualifizierung zeitaufwändig sein kann und Fachkräfte zeitnah benötigt werden. Zu Umschulungen für gering qualifizierte Menschen äußerten sich die Befragten nicht.

## Train the Trainer

Insbesondere die Expert\*innen und Bildungsdienstleister\*innen sprachen die Thematik des fehlenden Personals im Bildungsbereich Wasserstoff an. Akteur\*innen in diesem Bereich sind dies meist durch Eigeninitiative geworden und/oder an Unternehmen gebunden. Dementsprechend haben sie kaum Zeit für externe Lehraufträge oder werden von den Unternehmen nicht für solche Vorhaben freigestellt. Des Weiteren wurde geäußert, dass aus Konkurrenzgründen einige Trainer\*innen nicht bereit seien, weitere potenzielle Kolleg\*innen auszubilden. Unternehmensvertreter\*innen merkten an, dass Auszubildende jedoch kompetente Ausbilder\*innen brauchen, damit Fähigkeitslücken nach der Ausbildung nicht durch die Neuanstellung weiterer Fachkräfte gefüllt werden müssen. Es kann demnach festgehalten werden, dass ein Mangel an Trainer\*innen das Fachkräfteproblem verstärken wird und sich dadurch ein akutes Handlungsfeld ergibt.

Ausbildungspersonal der beruflichen Bildung muss gemäß Ausbilder-Eignungsverordnung (AEVO) bestimmte Kenntnisse vorweisen. Während Ausbilder\*innen nach dem Berufsbildungsgesetz (BBiG) gemeldet werden müssen und in der Berufsbildungsstatistik erfasst werden, werden Ausbildungstätigkeiten in Betrieben oft von verschiedenen Personen übernommen. Es gibt demnach kaum statistische

Informationen über Trainer\*innen.<sup>69</sup> Laut Berufsbildungsstatistik des Statistischen Bundesamts gab es 2022 628.476 Ausbilder\*innen, davon 27.183 in Sachsen, 11.631 in Sachsen-Anhalt und 15.198 in Thüringen.<sup>70</sup> Train the Trainer ist eines der Schlüsselthemen im Bereich Wasserstoffqualifizierung. Um die Anzahl und Kompetenzen an Ausbilder\*innen quantitativ zu ermitteln und Bedarfe sowie Handlungsmöglichkeiten abzuleiten, ist aufgrund der fehlenden Datengrundlage weitere Forschungsarbeit nötig.

Wie gezeigt, reagieren Unternehmen und Bildungsträger\*innen auf den Bedarf an Qualifizierung im Bereich der Fort- und Weiterbildung und entwickeln Konzepte und Programme, die einen Mehrwert für alle bieten. Insbesondere größere Unternehmen der Wasserstoffbranche haben hierfür Kapazitäten. Herausforderungen liegen vor allem in einer transparenten Kommunikation und in bedarfsgerechten Angeboten. Der Mangel an qualifizierten Fachkräften ist ein zu überwindendes Hemmnis. Ein strategisches und koordiniertes Vorgehen mit gezielten Maßnahmen ist entscheidend, um die Qualifizierung von Arbeitskräften im Wasserstoffsektor voranzutreiben. Wie sehen bedarfsgerechte Angebote aus und wie kann Transparenz gewährleistet werden? Dies sind Fragen, die im Dialog mit den Beteiligten adressiert werden sollten.

69 Bundesinstitut für Berufsbildung 2022.

70 Statistisches Bundesamt 2023a.

## Interesse der Belegschaft an Qualifizierung im Bereich Wasserstoff

Neben Entscheidungsträger\*innen der Unternehmen ist auch bei Mitarbeitenden ein gesteigertes Interesse an Qualifizierungen im Bereich Wasserstoff zu erkennen. Fünf der Befragten gaben an, dass ein Interesse der Belegschaft am Thema bestehe. Vier Unternehmen berichten über ein gesteigertes Interesse, welches teilweise auf aktuelle Herausforderungen durch multiple Krisen der jüngeren Vergangenheit (Pandemie, Klimawandel, Energiekrise, Angriffskrieg Russlands gegen die Ukraine) zurückzuführen ist. Eine Person gab an, dass Auszubildende und Studierende eine Qualifizierung im Bereich Wasserstoff bisher kaum ansprechen und führte dies darauf zurück, dass Wasserstoffthemen in den Lehrplänen noch nicht vermittelt werden. Als Beschleuniger des Interesses könnte ein unternehmensweites Ereignis als Kick-off fungieren. Auf diese Weise lassen sich Informationen über die unternehmerische Ausrichtung vermitteln und die interne Sichtbarkeit der Wasserstoffthematik erhöhen. Dieses Vorgehen war in einem befragten Unternehmen der Gruppe „Infrastruktur und Digitalisierung“ sehr erfolgreich:

„Manchmal braucht es [...] einfach ein Event, wo sichtbar wird: Das ist Wasserstoff und auf diesen vielen Ebenen beschäftigen wir uns damit. Speicher, Handel, Markthochlauf, Wissenschaft, Forschung, alles, was da dazugehört [...]. Und dort an einem Tag, das ging also von einem Eröffnungsvortrag, wo die strategische Perspektive [und Entscheidung für das Geschäftsfeld Wasserstoff] nochmal [...] vorgestellt wurde, über die Vorstellung der aktuellen Aktivitäten und Projekte über alle Geschäftsbereiche des Unternehmens hinweg bis zu Fragerunden. Dort investieren wir so und so viel, dort arbeiten wir mit den Partnern zusammen, dass man als Organisation eine ganz globale Vorstellung bekommt, auf welchen Spielfeldern sind wir unterwegs, welche Großprojekte begleiten wir, mit welchen Partnern arbeiten wir zusammen. Auch verbunden mit einer Vorstellung von Trainings-, von Lern- und Schulungsangeboten an die Organisation. Für die Teilnehmer und Teilnehmerinnen, mit denen ich danach gesprochen habe, war das so ein Eye-Opener.“

## 5.7 Rolle der Betriebsräte und Gewerkschaften

Das Betriebsverfassungsgesetz (BetrVG) gilt als Grundlage für die betriebliche Mitbestimmung durch Betriebsräte und Gewerkschaften und eine partnerschaftliche Zusammenarbeit zwischen Arbeitgeber\*innen und Arbeitnehmer\*innen. Es legt in folgenden Paragraphen die Aufgaben von Betriebsräten im Bereich der Qualifizierung fest:

- § 80, Abs. 1 Nr. 8 (Allgemeine Aufgaben): Der Betriebsrat hat die Aufgabe, die Beschäftigung im Betrieb zu fördern und zu sichern.
- § 92 Abs. 2 (Personalplanung): Der Betriebsrat kann dem\*r Arbeitgeber\*in Vorschläge für die Personalplanung machen.
- § 92a Abs. 1 (Beschäftigungssicherung): Der Betriebsrat kann dem\*r Arbeitgeber\*in Vorschläge zur Sicherung und Förderung der Beschäftigung machen. Diese können die Qualifizierung der Arbeitnehmenden zum Gegenstand haben.
- § 96 Abs. 1 (Förderung der Berufsbildung): Arbeitgeber\*in und Betriebsrat haben im Rahmen der betrieblichen Personalplanung und in Zusammenarbeit mit den für die Berufsbildung und den für die Förderung der Berufsbildung zuständigen Stellen die Berufsbildung der Arbeitnehmenden zu fördern. Der\*die Arbeitgeber\*in hat auf Verlangen des Betriebsrats den Berufsbildungsbedarf zu ermitteln und mit ihm Fragen der Berufsbildung der Arbeitnehmenden zu beraten. Hierzu kann der Betriebsrat Vorschläge machen.
- § 97 Abs. 1 (Einrichtungen und Maßnahmen der Berufsbildung): Der\*die Arbeitgeber\*in hat mit dem Betriebsrat über die Errichtung und Ausstattung betrieblicher Einrichtungen zur Berufsbildung, die Einführung betrieblicher Berufsbildungsmaßnahmen und die Teilnahme an außerbetrieblichen Berufsbildungsmaßnahmen zu beraten.
- § 97 Abs. 2 (Einrichtungen und Maßnahmen der Berufsbildung): Hat der\*die Arbeitgeber\*in Maßnahmen geplant oder durchgeführt, die bewirken, dass sich die Tätigkeit der Arbeitnehmenden ändert und ihre beruflichen Kenntnisse und Fähigkeiten zur Erfüllung ihrer Aufgaben nicht mehr ausreichen, so hat der Betriebsrat bei Maßnahmen der betrieblichen Berufsbildung mitzubestimmen.
- § 98 Abs. 1 (Durchführung betrieblicher Bildungsmaßnahmen): Der Betriebsrat hat bei der Durchführung von Maßnahmen der betrieblichen Berufsbildung mitzubestimmen.

Es lässt sich resümieren, dass die Möglichkeiten der Mitbestimmung vielfältig sind und nach Erkenntnis dieser Studie auch ausgeschöpft werden sollten. Betriebsräte werden in die Pflicht genommen, sich dafür einzusetzen, dass Beschäftigte ihren Arbeitsplatz und damit ihre Lebensgrundlage nicht verlieren. Dies gelte im Besonderen bei Unternehmensumstrukturierungen. Speziell im heutigen Transformationsprozess hin zu einer nachhaltigeren Gesellschaft, heraus aus den

### 5.7.1 Betriebsräte

Die Rolle von Betriebsräten in Transformations- und Qualifizierungsfragen nahmen die Befragten unterschiedlich wahr. In den Interviews wurde zunächst geklärt, ob es im Unternehmen einen Betriebsrat gibt, um die Validität weiterer Fragen zu gewährleisten. Nicht in allen Unternehmen gibt es einen Betriebsrat.

Bei der Auswertung wurde deutlich, dass der Einfluss von Betriebsräten auch im Kontext der Unternehmensgröße variiert. In kleineren Unternehmen ohne vollständige Freistellung von Betriebsratsmitgliedern für die Betriebsratsarbeit wurde die aktive Rolle von Betriebsräten in Qualifizierungs- und Transformationsprozessen als weniger präsent bewertet als in größeren Unternehmen mit entsprechender Freistellung einer oder mehrerer Personen. Eine solche Freistellung erfolgt gemäß BetrVG erst ab einer Betriebsgröße von 200 Mitarbeitenden. Die Freistellung sowie die Rechte und Pflichten des Betriebsrats sind im BetrVG geregelt. So ist nachvollziehbar, dass den Interviews nach zu urteilen vor allem in kleineren Unternehmen der Eindruck entsteht, durch den Betriebsrat würden besonders Personalthemen und die Interessenvertretung behandelt, die strategische Arbeit komme jedoch teilweise zu kurz. Dagegen können sich Betriebsräte in größeren Unternehmen auch durch ihre Freistellung eher strategischen und langfristigen Themen widmen.

Die aktive Mitgestaltung von Transformationsprozessen im Unternehmen hängt außerdem stark von der Art des Prozesses ab. Handelt es sich um eine Transformation, die zu einem Technologiewechsel wie einer Wasserstoffanwendung führt, handelt es sich in erster Linie um eine strategische Investitionsentscheidung. In diesen Fällen sieht das BetrVG lediglich eine Information des Betriebsrats vor, die die befrag-

fossilbasierten Wirtschaftsbereichen, kommt ihnen die wichtige und komplexe Aufgabe zu, Transformation und Arbeitsplatzsicherheit bestmöglich zu vereinen. Aus diesem Grund war in dieser Untersuchung interessant, wie Unternehmensvertreter\*innen, Expert\*innen und Akteur\*innen der Mitbestimmung die Rolle von Betriebsräten und Gewerkschaften im Transformationsprozess und der Qualifizierung von Arbeitskräften bewerten.

ten Unternehmen und Betriebsräte ebenfalls so wahrnehmen. Transformationspfade sind jedoch nicht mit dem Bau einzelner Anlagen oder ähnlichem abgeschlossen, sondern umfassen auch die Qualifizierung von Personal und die Anpassung an neue Anforderungsprofile. Hier kamen die Befragten in größeren Unternehmen sowie Teilnehmer\*innen aus Betriebsräten zu dem Schluss, dass eine aktive und teilweise proaktive Einbindung des Betriebsrats zu beobachten ist, sofern der Informationsfluss vonseiten der Unternehmensleitung gut funktioniert und der Betriebsrat für die Anforderung geschult ist, seine Position kennt und selbstbewusst vertritt.

Aufgrund der in der Regel heterogenen Zusammensetzung (Ausbildung, Alter und Tätigkeitsfeld) der Betriebsräte könnte man erwarten, dass für die Entscheidungsfindung fachspezifische technische Schulungen notwendig sein müssten. Diese wurden jedoch nur teilweise als notwendig und eher als zweitrangig angesehen. Vorrangig sei hingegen das Wissen über Qualifizierungsmaßnahmen. Die kooperative Zusammenarbeit zwischen Personalentwicklung, Geschäftsführung und Betriebsrat wird für die langfristige Personalentwicklung in Transformationsprozessen als wichtig erachtet und hilft dabei, den Beteiligungsprozess innerhalb der Belegschaft zu kommunizieren. Dem Betriebsrat wird eine wichtige Rolle in der Kommunikation mit der Belegschaft zugeschrieben, insbesondere um Unsicherheiten bezüglich der zukünftigen Beschäftigung sowie konkrete technologische Sicherheitsbedenken auszuräumen. Eine aktive Vernetzung der Betriebsräte innerhalb von Branchen wird positiv bewertet und als notwendig erachtet. Sie kann vor allem über Veranstaltungen oder Foren gewährleistet werden.

### 5.7.2 Gewerkschaften

Gewerkschaften gelten als wichtige Partner, um langfristige Perspektiven für Beschäftigte zu schaffen und Arbeitsplätze durch Zukunftstechnologien zu sichern. Im konkreten Fall der Wasserstoffwirtschaft sollte ein langfristiges und koordiniertes Konzept verschiedener Akteur\*innen der Mitbestimmung, insbesondere der Gewerkschaften, erkennbar sein und kommuniziert werden. Dadurch können Gewerkschaften als aktiv im ganzheitlichen Transformationsprozess wahrgenommen werden und Einfluss auf die politischen Rahmenbedingungen nehmen. Sie spielen außerdem eine wichtige Rolle bei der Gestaltung weiterer Aspekte für gute Arbeit und tarifliche Entlohnung und werden als Transformationspartner in andere Betriebe verstanden. Dies zeigt sich daran, dass ein Großteil der Befragten die Informations- und Vernetzungsaufgaben der Gewerkschaften als wichtigen Teil der Transformationsverantwortung ansieht. Gewerkschaften verfügen durch ihre Mitglieder und eine gewisse mediale Reichweite über einen entsprechenden Hebel. Mit ihm könnten sie auch Vorurteilen gegenüber speziellen „neuen“ Technologien und dem Wandel im Allgemeinen begegnen und dazu beitragen, Wissen in Betriebsräten aufzubauen.

Der DGB fordert in seinem Positionspapier „Gewerkschaftliche Anforderungen an die Wasserstoffwirtschaft: Auf dem Weg zur H<sub>2</sub>-ready workforce“ einen „breit angelegten Wasserstoff-Qualifizierungsdialog“, mit dem vermittelt wird, „welche Qualifizierungen

die Beschäftigten in Zukunft brauchen werden, wenn Wasserstoff zum Einsatz kommt“.<sup>71</sup> Ein solcher Dialog könnte auch über (Weiter-)Bildungsformate stattfinden, die die Möglichkeit zum Austausch und Lernen bieten. Die Gewerkschaften sollten sich deshalb auch als aktive Netzwerker verstehen und durch geeignete Formate wie Tagungen oder Foren Räume für den Austausch zur Verfügung stellen. Diese Netzwerk- und Gestaltungsrolle in Hinblick auf neue Technologien zeigt sich unter anderem bei den Revierwende-Projekten (DGB) in deutschen Braunkohlerevieren, dem Wasserstoffnetzwerk Niedersachsen (Beteiligung DGB) und dem Projekt MoLeWa – „Mobilität Leipzig im Wandel“ mit der IG Metall als Konsortialpartner. Einige Interviewpartner\*innen aus dem Bereich der Unternehmen sehen die aktuelle Rolle der Gewerkschaften jedoch auch kritisch und befürchten, dass notwendige technologische Schritte durch sie verlangsamt werden oder ihr Einfluss auf die Politik weniger zielführend ist als gewünscht. Als Handlungsmöglichkeit wird eine aktive Kommunikation betrachtet, um Vorurteile abzubauen und folgerichtige und zeitgemäße Entscheidungen auf verschiedenen Ebenen treffen zu können.

---

<sup>71</sup> DGB-Bundesvorstand 2021.

## 5.8 Vernetzung

In den Teilbereichen der Studie sprachen Interviewpartner\*innen das Thema Vernetzung immer wieder an. Netzwerke werden oft durch Mitglieder von Interessenvertretungen organisiert. Auch wenn bereits Modelle des Runden Tisches zur Sprache kamen, sind vor allem Strukturen wie der regelmäßig erwähnte HYPOS e. V. relevant. Zwar wurden sie nicht explizit genannt, dennoch sind in diesem Bereich auch die Metropolregion Mitteldeutschland,<sup>72</sup> das Projekt Revierwende (Mitteldeutsches Revier) mit Büros in Halle (Saale) und Pegau<sup>73</sup> und das sächsische Innovationscluster HZwo<sup>74</sup> mit Fokus auf Brennstoffzellen und grünen Wasserstoff sowie viele weitere Formate von Hochschulen und Forschungseinrichtungen zu erwähnen. Mit dem Hydrogen Competence Hub, einem regionalen Bildungsnetzwerk zum Thema Aus- und Weiterbildung für die Wasserstoffwirtschaft, wird zudem der Schwerpunkt Vernetzung und Qualifizierung direkt aufgegriffen und über Weiterbildungsformate und digitale Anwendungen und Inhalte umgesetzt.<sup>75</sup> Diese organisierte Struktur bietet den Vorteil, größere Reichweiten zu erzielen und so die Arbeitsbelastung der Mitglieder zu reduzieren.

Dabei ist es den Befragten wichtig, dass der Mehrwert von Netzwerken für alle Beteiligten erkennbar ist und regionale Doppel- oder Mehrfachstrukturen vermieden werden. Netzwerke sollen Raum für den Austausch von Wissen und Erfahrungen bieten, der etwa

über Best Practice-Beispiele erfolgen kann. Wichtig ist auch, dass keine Wettbewerbsnachteile für Einzelne entstehen. Durch gemeinsame Abstimmungen und Veranstaltungen können Ressourcen gebündelt und Innovationen gefördert werden. Darüber hinaus trägt die Vernetzung zur Transparenz bei, indem Informationen über Förderthemen und Entwicklungen bereitgestellt werden. Anzumerken ist, dass für Belegschaften der Aufbau und die Verstärkung von Betriebsrätenetzwerken als hilfreich erachtet wird, um die interne Mitgestaltung der Prozesse zu verbessern.

Insbesondere regionale Netzwerke wie Modellregionen oder Regionalkongresse unterstützen den Wissensaustausch und die Entwicklung vor Ort. In der Studie „Wasserstoffranking 2023“ der IW Consult im Auftrag des Regionalverbands Ruhr wurden die Wasserstoffregionen Deutschlands nach unterschiedlichen Gesichtspunkten wie Hochschulen und Forschungseinrichtungen, Fördersummen, Unternehmen und der qualitativen Beurteilung einer Wasserstoffinfrastruktur bewertet.<sup>76</sup> Dabei landet die vom IW Consult als Mitteldeutschland eingegrenzte Region in der Gesamtwertung auf dem dritten Platz hinter der Metropolregion Ruhr (Platz 1) und Hamburg (Platz 2). Wie allerdings in Abbildung 13 erkennbar ist, belegt Mitteldeutschland beim Wasserstoffnetzwerk den ersten Platz. Hier wurde das Verhältnis von Netzwerken zur Bevölkerung bewertet.

72 Mitteldeutschland.com/de/metropolregion-mitteldeutschland.

73 Revierwende.de/reviere/mitteldeutsches-revier.

74 HZwo.eu.

75 Hochschule Merseburg 2024.

76 Hünнемeyer et al. 2023.



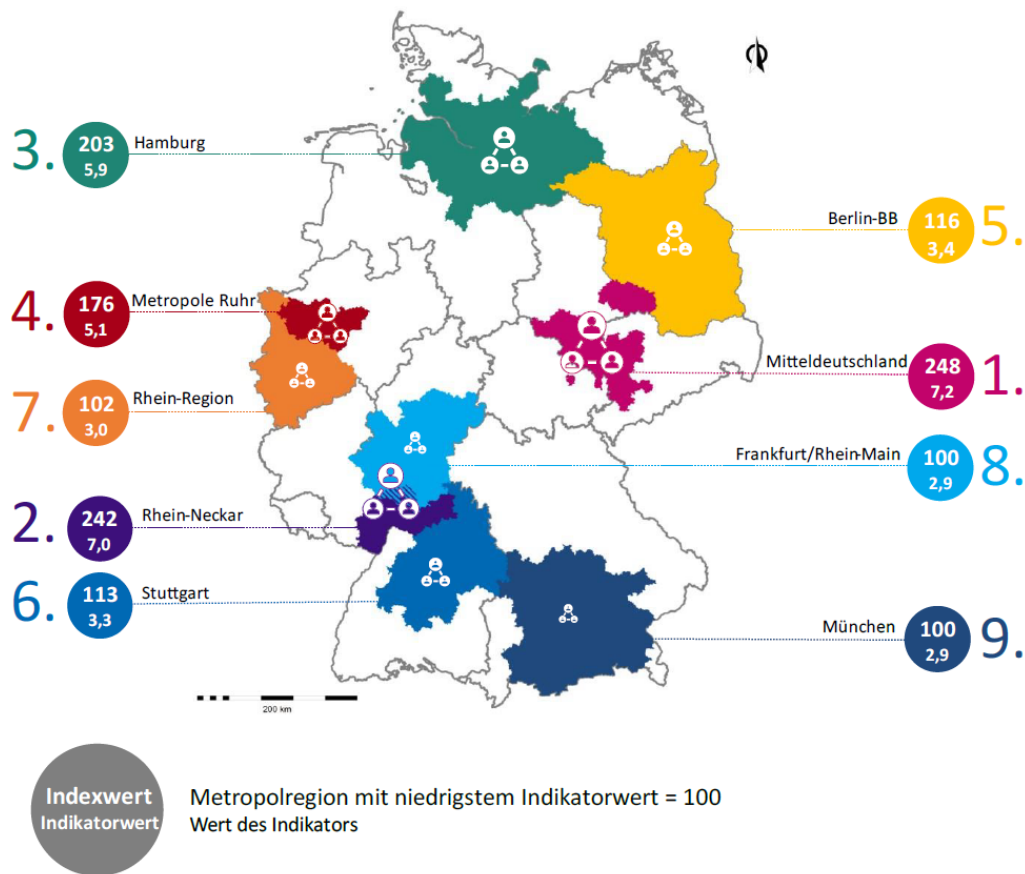


Abbildung 13: Wasserstoffranking: Bewertung der Netzwerkstrukturen nach Regionen.  
Quelle: Hünemeyer et al. 2023.

Diese Einordnung deckt sich mit den Ergebnissen der Interviews und zeigt sowohl Stärken als auch wahrgenommene Schwächen der Region auf. So sei es wünschenswert, dass sich regionale Netzwerke untereinander austauschen, abstimmen und primär die synergetische Ausgestaltung einer Wasserstoff-

wirtschaft behandeln, wobei die Kooperation im Kontext der Herausforderung des nationalen Wasserstoffhochlaufs im Vordergrund steht. Auch wird die Notwendigkeit einer transparenten Plattform<sup>77</sup> oder eines Qualifizierungsatlas betont, um Informationsdefizite zu überwinden.

77 Zum Zeitpunkt der Interviews war die Plattform „mein NOW“ noch nicht veröffentlicht.





Abbildung 14: Wortwolke zur Nennungshäufigkeit. Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 14 veranschaulicht noch einmal über eine nach Nennungshäufigkeit gewichtete Wortwolke, was befragte Akteur\*innen im Bereich der Vernetzung am meisten beschäftigt.

### Ebenen der Vernetzung

Vernetzung betrachten die Befragten auf verschiedenen Ebenen. Im Mittelpunkt steht die Vernetzung zwischen Unternehmen, die immer auch mit unternehmerischem Handeln und Wettbewerb verbunden ist. Diese für ein gemeinsames Ziel zu überwinden, ist eine Herausforderung, der es sich zu stellen gilt. Für die im Netzwerk aktiven Unternehmen steht aber auch die zielgerichtete Vernetzung mit weiteren Stakeholdern der Mitbestimmung, Politik, Bildung, Forschung und Kammern im Fokus. An erster Stelle ist die Nutzung

von Synergien mit Forschungs- und Bildungseinrichtungen zu nennen, die in den vorangegangenen Kapiteln angesprochen wurde. Hier bestehen bei vielen bereits Verbindungen, von denen sich Akteur\*innen einen gegenseitigen Nutzen versprechen. Aber auch das gemeinsame Auftreten gegenüber politischen Entscheidungsträger\*innen bietet Vorteile und ist im Prozess des Aufbaus von Infrastruktur, bei der Etablierung von (Ausbildungs-)Standards sowie beim Austausch über passgenaue Förderung essenziell.

## 6. Fazit und Handlungsempfehlungen

Dieses Kapitel fasst die wichtigsten Erkenntnisse zusammen und leitet daraus Empfehlungen ab. Es erfolgt eine abschließende Einordnung der Studie in die bestehende Literatur und Diskussion. Diese Arbeit kann als Grundlage und Einordnung in den zukünftigen Diskurs zum Qualifizierungsbedarf der mitteldeutschen Wasserstoffwirtschaft dienen. Diese Studie und die in Kapitel 3.2 vorgestellte Literatur bildet eine gute Grundlage für eine detaillierte (regionalisierte) Bedarfsanalyse, in der nicht nur die Bedarfs-erwartungen ermittelt werden, sondern diesen auch die Angebotsseite gegenübergestellt wird. Die Ergebnisse können jedoch bereits jetzt dazu beitragen, die Weiterentwicklung des Themas im Diskurs zu unterstützen. Es werden acht Thesen herausgestellt, um Anregungen für zukünftige Diskussionen zum Qualifizierungsbedarf in der Wasserstoffwirtschaft Mitteldeutschlands zu geben und somit einen zielgerichteten Dialog aller Akteur\*innen zu begünstigen.

Mitteldeutschland wird einerseits als gut gerüstet für den Wasserstoffhochlauf angesehen. Die Region konnte sich in den letzten Jahren durch kontinuier-

lichen Ausbau der vorhandenen Strukturen eine gute und anerkannte Position in diesem Bereich erarbeiten. Gleichzeitig holen andere Regionen auf und es finden Unternehmensentwicklungen in verschiedene Richtungen statt. Deshalb gilt es, eine aktive Strategie zu leben und den Ausbau der Infrastruktur, weiterer Leuchtturmprojekte und eines Wasserstoffverteilnetzes, das wichtige Quellen und Senken der Region verbindet, voranzutreiben.

Das Thema Fachkräfteverfügbarkeit beschäftigt alle Akteur\*innen branchenübergreifend. Herausforderungen des demografischen Wandels sind dabei nicht vollumfänglich regional- oder branchenspezifisch, sondern können als gesamtdeutsche Schwierigkeit betrachtet werden. Durch einen umfangreichen ergebnisoffenen Diskurs, die Kommunikation der Stärken der Region und eine gezielte Anwerbung und Qualifizierung kann die Branche der Problematik jedoch entgegenwirken. Darüber hinaus ist für die zukünftige Sicherung der Arbeits- und Fachkräfte mehr Teilhabe und Inklusion in Ausbildung und Arbeit notwendig, um alle Potenziale der Region zu erschließen.

### THESE I

**Weniger Arbeits- und Fachkräfteangebot als Bedarf**

Das Thema Qualifizierung bewegt sich in einem Feld, das durch den Markthochlauf und die Entwicklung von einem primär stofflich genutzten Gas zu einem klimaneutralen Energieträger neue Bedingungen aufweist. Anforderungen an Unternehmen sind vielfältig. Für die einen gehört das Thema zum Tagesgeschäft, für andere ist es Neuland. Somit ist eine passgenaue Qualifizierung und Spezialisierung erforderlich. Bei der Entwicklung sollten leicht zugängliche Möglichkeiten geschaffen werden, sich mit der Technologie vertraut zu machen, insbesondere zu Beginn der Sensibilisierung für Wasserstofftechnologien. Dies könnte etwa durch Sicherheitsschulungen und maßgeschneiderte Qualifizierungen zur Verbesserung der Fähigkeiten und Kompetenzen der Mitarbeitenden erfolgen.

### HANDLUNGSEMPFEHLUNG

**Kommunikation der Vorteile der Region und gezielte Anwerbung sowie Qualifizierung**

Eine Notwendigkeit der Weiterbildung betonen sowohl viele der befragten Unternehmen und Akteur\*innen der Mitbestimmung als auch andere Studien. Während die H2-Skills-Studie aktuell in Niedersachsen keinen akuten Bedarf an Anpassungen von Lehrinhalten sieht, deckt sich die Erkenntnis dieser Studie mit dem Wasserstoffkompass und dem H2-Masterplan, wonach die Weiterbildung zeitnah angepasst werden sollte. Die Anpassung benötigt zeitlichen Vorlauf, da Änderungen in den Unternehmen erst mit den Absolvent\*innen ankommen.

Um das richtige Angebot zu finden, bedarf es eines vollständigen und transparenten Überblicks über den Weiterbildungsmarkt. Eine fehlende Transparenz wurde beklagt. Auch in der European Skills Strategy und in der HYPOS-Studie wird dies thematisiert. Während der Untersuchung wurde die Weiterbildungsplatt-

form „mein NOW“ veröffentlicht. Es ist notwendig, dass sie Angebote im Wasserstoffbereich lückenlos erfasst und die Plattform verlässlich, überregional und überparteilich betrieben wird, um allen Weiterbildungsträgern gegenüber fair zu sein.

**THESE II**

**Unübersichtliche Informationslage bei Weiterbildungsformaten**

**HANDLUNGSEMPFEHLUNG**

**Vervollständigen und vermarkten einer zentralen Weiterbildungsplattform**

Wichtig bei der Angebotsentwicklung ist nicht nur die Frage nach dem Was, sondern auch nach dem Wer. Um dem Anspruch des lebenslangen Lernens gerecht zu werden, muss ganz konkret ein Fokus auf die Ausbildung von Wissensvermittler\*innen beim Thema

Wasserstoff gelegt werden: Lehrkräfte, Ausbilder\*innen und Schulungsleiter\*innen. Hier muss nicht nur Qualität, sondern auch Quantität gewährleistet sein, um aktuelle und zukünftige Fachkräfte und Ausbilder\*innen zu schulen.

**THESE III**

**Zukünftig fehlende Wissensvermittler\*innen in allen Bildungsstufen**

**HANDLUNGSEMPFEHLUNG**

**Vorhandene Ressourcen nutzen und den Einstieg in die Bildungsberufe für Neueinsteiger\*innen einfach und attraktiv gestalten**

Neben der Weiterbildung ist auch die Säule der frühzeitigen Sensibilisierung der Erstausbildung von Bedeutung, um proaktives Fachkräftemanagement zu betreiben. Ebenso wird eine frühe Thematisierung in Schulen als notwendig erachtet, um die Rolle von erneuerbaren Energien und Wasserstoff ähnlich ab-

zubilden, wie dies bisher in Hinblick auf fossile Energieträger der Fall war. Hervorzuheben ist, dass neben der Heranführung an das Thema Wasserstoff auch die verschiedenen Möglichkeiten der Erstausbildung vorurteilsfrei dargestellt und somit alle Bildungsstufen diskutiert werden.

**THESE IV**

**Frühe Heranführung an das Thema bietet Chance, Vorurteile abzubauen und für Technologie zu begeistern**

**HANDLUNGSEMPFEHLUNG**

**Projekttag oder -wochen und Integration in Lehrpläne der allgemeinbildenden Schulen**

Die Erstausbildung, egal ob duale Ausbildung oder Studium, ist ein Meilenstein und prägend im Leben junger Menschen, daher sollte diese gut organisiert und zielführend gestaltet werden. Aus den Interviews ging hervor, dass es nicht zwingend neue Berufe in der Wasserstoffwirtschaft geben muss, was sich nicht mit den Erkenntnissen aus der Studie „Folgen für den Arbeitsmarkt“ deckt. Das bietet Gelegenheit, praxisnah und ausführlich die konkreten Bedarfe der Betriebe zu ermitteln. Praxisnahe Bedarfe und Adaptionen in der Ausbildung sind jedoch notwendig. Dabei kann

auch ein Wissens- und Erfahrungsaustausch innerhalb der Unternehmen einen Mehrwert stiften und so wertvolle Erfahrungen nicht nur durch die Ausbilder\*innen weitergegeben werden. Die Anpassung von Studiengängen sollte modular erfolgen (siehe European Skills Strategy) und tatsächliche Bedarfe abdecken. Kooperationen werden hervorgehoben. Dabei ergeben duale Studiengänge und Abschlussarbeiten gute Synergien und helfen Praktiker\*innen, Lehrinhalte zu übernehmen, indem sie anschaulich verdeutlichen, was neue Technologien bieten.

#### THESE V

**Genauere Anpassung von Ausbildungsinhalten hat bislang höchstens teilweise stattgefunden**

Eine Wissensvermittlung ist auf allen Bildungsebenen nötig, um eine Sensibilisierung zu erzielen und Fachwissen zu generieren. An dieser Stelle wird ein enger Austausch zwischen Institutionen und Unternehmen gewünscht. Insbesondere im Bereich der Kammern

#### HANDLUNGSEMPFEHLUNG

**Eine Taskforce auf Augenhöhe von Kammern, Bildungsträgern, Unternehmen und Gewerkschaften**

ist eine engere Abstimmung erforderlich, wobei eine Taskforce auf Augenhöhe von Kammern, Bildungsträgern, Unternehmen und Gewerkschaften eine gute Möglichkeit darstellen könnte, um Inhalte effizient zu gestalten und Bedarfe zu berücksichtigen.

#### THESE VI

**Fehlendes Fachwissen und Personal bei Behörden führt zu langsamen Genehmigungsprozessen**

Für schnelle und unkomplizierte Genehmigungsverfahren ist neben einer zügigen sowie wirtschaftlich sinnvollen Normung und Standardisierung von Technologie und Qualifizierung vor allem mehr Wasserstoffwissen in Behörden erforderlich. Diese Feststellung deckt sich mit den Ergebnissen des H2-Masterplans und der HYPOS-Studie. Damit sichere Entscheidungsprozesse auch flachhierarchisch ab-

#### HANDLUNGSEMPFEHLUNG

**Weiterbildung und Austauschformate speziell für Behörden**

geschlossen werden können, benötigen Mitarbeiter\*innen passendes Fachwissen und Best Practice-Beispiele. Weiterbildungen und Austauschformate stellen Expertise bereit und beschleunigen Prozesse. Außerdem muss deutlich mehr in Personal investiert werden, um Fachkräfte zu gewinnen und eine entsprechende Personalausstattung zu sichern.

#### THESE VII

**Rolle der Betriebsräte wird unterschiedlich wahrgenommen (Handlungsspielraum abhängig von Unternehmensgröße)**

#### HANDLUNGSEMPFEHLUNG

**Handlungsspielraum des BetrVG nutzen und Diskussion über Reform des BetrVG fortführen**

Betriebsräte können besonders in ihrer Rolle als Qualifizierungsinitiator und -begleiter im Bereich Wasserstoff agieren. Dies wurde oft als Wunsch geäußert, wobei ihnen Grenzen durch das BetrVG gesetzt sind. Mit mehr zeitlichen Ressourcen, zum Beispiel Freistellungen für die strategische Arbeit, lassen sich Belange und Qualifizierungsansprüche von Kolleg\*innen besser koordinieren. Interessen der Belegschaft sollten darüber hinaus und im Sinne des BetrVG vertreten werden. Dabei ist es hilfreich, sowohl auf der Ebene des einzelnen Betriebsrats als auch im gewerkschaftlichen Verbund im engen Austausch mit anderen Akteur\*innen

nen der Mitbestimmung zu arbeiten, um die eigene Belegschaft ohne Berührungängste an das „neue“ Thema heranzuführen. Für dieses Vorgehen benötigen Betriebsräte die Unterstützung der Gewerkschaften. Sie können Informationen sammeln, aufbereiten und zugänglich machen. Diese Rolle als Informationsmultiplikator sollte vor allem über Veranstaltungen und Foren für einen aktiven Austausch organisiert werden. Im Transformationsprozess vertritt die Gewerkschaft Interessen ihrer Mitglieder und somit Interessen der Mitarbeitenden – eine wichtige Rolle, auch um auf politische Akteur\*innen einzuwirken.

**THESE VIII**

**Netzwerke bieten Raum für Austausch**

Vernetzung ist ein essenzieller Baustein erfolgreicher Wirtschaftsentwicklung und besonders relevant, da die Wasserstoffwirtschaft ein interdisziplinäres und sich schnell entwickelndes Feld ist. Über Vernetzung können die gesamte Wertschöpfungskette gestärkt und sämtliche Potenziale von Wasserstoff erschlossen werden. Des Weiteren lassen sich gemeinsam Qualifizierungsmaßnahmen entwickeln und regionale Schwerpunkte identifizieren. Eine Vernetzung sollte demnach auf sämtlichen Ebenen stattfinden. Hierbei helfen bestehende Netzwerke wie der HYPOS e. V. sowie weitere Austauschplattformen. Best Practice-Ansätze sollten geteilt werden und auf diese Weise einen Mehrwert schaffen. So können Synergien entstehen, wenn Unternehmen mit Wasserstoff erfahrung, zum Beispiel aus der chemischen Industrie, auf neue Marktteilnehmer treffen und so im Austausch neue Wege beschritten werden können. Überregionale Sichtweisen sollten einbezogen und Doppelstrukturen vermieden werden. Die European Skills Strategy empfiehlt den Aufbau einer Online-Wasserstoff-Community.

**HANDLUNGSEMPFEHLUNG**

**Best Practice-Ansätze in Netzwerken teilen und kooperativ weiterentwickeln**

Abschließend kann festgehalten werden, dass das in verschiedenen Facetten identifizierte Henne-Ei-Problem überwunden werden muss, sei es beim Auf- und Ausbau der Infrastruktur, bei der Schaffung von Normen und Standards, bei der Zusammenführung von Angebot und Nachfrage nach klimaneutralem Wasserstoff und bei der Qualifizierung von Arbeits- und Fachkräften über alle Bildungswege hinweg. Dabei sind alle Beteiligten der mitteldeutschen Wasserstoffwirtschaft gefordert, einen aktiven, kooperativen und effizienten Beitrag zu leisten, um Unsicherheiten zu beseitigen und einen schnellstmöglichen Hochlauf der Wasserstoffanwendungen zu fördern.



## Literatur

- acatech; DECHEMA (2022): Auf dem Weg in die deutsche Wasserstoffwirtschaft: Resultate der Stakeholder\*innen-Befragung.
- Bdew (2023): Drei Pfade zu grünem Gas. Online: [bdew.de/energie/erdgas/gruene-gase-co2-neutrale-energie/](https://bdew.de/energie/erdgas/gruene-gase-co2-neutrale-energie/), zuletzt geprüft am 27.11.2023.
- Braun, Johanna; Lenz, Christoph (2023): Branchenübergreifende Bedarfsanalyse für Qualifizierungsangebote im Wasserstoff-Kontext in Nord-Ost-Niedersachsen. Hg. v. Projekt H2Skills. Industrie- und Handelskammer Lüneburg-Wolfsburg; Handwerkskammer Braunschweig-Lüneburg-Stade.
- Bundesagentur für Arbeit (2024a): Bildungsgutschein für berufliche Weiterbildung. Online: [arbeitsagentur.de/karriere-und-weiterbildung/bildungsgutschein](https://arbeitsagentur.de/karriere-und-weiterbildung/bildungsgutschein), zuletzt geprüft am 20.02.2024.
- Bundesagentur für Arbeit (2024b): Nationales Onlineportal für berufliche Weiterbildung, mein NOW. Online: [mein-now.de](https://mein-now.de), zuletzt geprüft am 20.02.2024.
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2023): STARK. Online: [bafa.de/DE/Wirtschaft/Beratung\\_Finanzierung/Stark/stark\\_node.html](https://bafa.de/DE/Wirtschaft/Beratung_Finanzierung/Stark/stark_node.html), zuletzt geprüft am 26.11.2023.
- Bundesinstitut für Berufsbildung (2017): Ausbildungsordnungen und wie sie entstehen. 8., aktualisierte Auflage. Bonn: BIBB Bundesinstitut für Berufsbildung. Online: [bibb.de/veroeffentlichungen/de/publication/download/8269](https://bibb.de/veroeffentlichungen/de/publication/download/8269).
- Bundesinstitut für Berufsbildung (2022): Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, BWP. Qualifizierung des Bildungspersonals (4). Online: [bwp-zeitschrift.de/dienst/publikationen/de/18099](https://bwp-zeitschrift.de/dienst/publikationen/de/18099), zuletzt geprüft am 20.02.2024.
- Bundesinstitut für Berufsbildung (2023): BIBB / Ausbildungsrahmenplan. Online: [mitteldeutschland.com/wp-content/uploads/2022/01/wasserstoffatlas\\_2022\\_reduziert.pdf](https://mitteldeutschland.com/wp-content/uploads/2022/01/wasserstoffatlas_2022_reduziert.pdf), zuletzt geprüft am 27.11.2023.
- BMBF, Bundesministerium für Bildung und Forschung (2019): Nationale Weiterbildungsstrategie. Online: [bmbf.de/bmbf/de/bildung/weiterbildung/nationale-weiterbildungsstrategie/nationale-weiterbildungsstrategie\\_node.html](https://bmbf.de/bmbf/de/bildung/weiterbildung/nationale-weiterbildungsstrategie/nationale-weiterbildungsstrategie_node.html), zuletzt geprüft am 20.02.2024.
- BMBF, Bundesministerium für Bildung und Forschung (2021): Umsetzungsbericht: Nationale Weiterbildungsstrategie. Online: [bmbf.de/bmbf/shareddocs/downloads/files/nws\\_umsetzungsbericht\\_barrierefrei\\_06-21.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://bmbf.de/bmbf/shareddocs/downloads/files/nws_umsetzungsbericht_barrierefrei_06-21.pdf?__blob=publicationFile&v=6), zuletzt geprüft am 20.02.2024.
- BMBF, Bundesministerium für Bildung und Forschung (2024): InnoVET. Online: [inno-vet.de/innovet/de/home/home\\_node.html](https://inno-vet.de/innovet/de/home/home_node.html), zuletzt geprüft am 20.02.2024.
- BMWi, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2020): Nationale Wasserstoffstrategie. Online: [bmbf.de/bmbf/de/forschung/energiewende-und-nachhaltiges-wirtschaften/nationale-wasserstoffstrategie/nationale-wasserstoffstrategie\\_node.html](https://bmbf.de/bmbf/de/forschung/energiewende-und-nachhaltiges-wirtschaften/nationale-wasserstoffstrategie/nationale-wasserstoffstrategie_node.html), zuletzt geprüft am 21.01.2024.
- BMWK, Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2023): Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie. Online: [bmbf.de/SharedDocs/Downloads/de/2023/230726-fortschreibung-nws.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://bmbf.de/SharedDocs/Downloads/de/2023/230726-fortschreibung-nws.pdf?__blob=publicationFile&v=1), zuletzt geprüft am 21.01.2024.
- BMWK, Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2024a): Bericht des Bund-Länder-Kooperationsausschusses zum Stand des Ausbaus der erneuerbaren Energien sowie zu Flächen, Planungen und Genehmigungen für die Windenergienutzung an Land. Online: [bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/E/EEG-Kooperationsausschuss/2023/bericht-bund-laender-kooperationsausschuss-2023.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=10](https://bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/E/EEG-Kooperationsausschuss/2023/bericht-bund-laender-kooperationsausschuss-2023.pdf?__blob=publicationFile&v=10), zuletzt geprüft am 20.01.2024.
- BMWK, Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2024b): One-Stop-Shop – Wasserstoff – Förderberatung. Online: [bmwk.de/Navigation/DE/Wasserstoff/foerderberatung.html](https://bmwk.de/Navigation/DE/Wasserstoff/foerderberatung.html), zuletzt geprüft am 21.01.2024.
- Bundesregierung (2023): Wasserstoff – Energieträger der Zukunft. :Online [bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/wasserstoff-technologie-1732248](https://bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/wasserstoff-technologie-1732248), zuletzt geprüft am 26.11.2023.
- Bundeszentrale für politische Bildung (2022): Entstehung und Merkmale des dualen Ausbildungssystems. In: Bundeszentrale für politische Bildung, 10.01.2022. Online: [mitteldeutschland.com/wp-content/uploads/2022/01/wasserstoffatlas\\_2022\\_reduziert.pdf](https://mitteldeutschland.com/wp-content/uploads/2022/01/wasserstoffatlas_2022_reduziert.pdf), zuletzt geprüft am 27.11.2023.
- DBI-Gruppe (2023): Weiterbildungen – DBI-Gruppe. Online: [dbi-gruppe.de/leistungen-projekte/weiterbildungen/](https://dbi-gruppe.de/leistungen-projekte/weiterbildungen/), zuletzt geprüft am 20.02.2024.
- Deutschlandfunk (2024): COP28: Was der Beschluss der Weltklimakonferenz für fossile Energien bedeutet. Online: [deutschlandfunk.de/cop-weltklimakonferenz-abschlusstext-fossile-energien-100.html](https://deutschlandfunk.de/cop-weltklimakonferenz-abschlusstext-fossile-energien-100.html), zuletzt geprüft am 21.01.2024.
- DGB-Bundesvorstand (Hg.) (2021): Gewerkschaftliche Anforderungen an die Wasserstoffwirtschaft: Auf dem Weg zur H2-ready workforce.



- DIU (2023): Wasserstofftechnologie und -wirtschaft (M.Sc.). Online: di-uni.de/studium-weiterbildung/wasserstofftechnik-und-wirtschaft, zuletzt geprüft am 27.11.2023.
- Europäische Kommission (2020): Eine Wasserstoffstrategie für ein klimaneutrales Europa. Online: eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0301, zuletzt geprüft am 23.01.2024.
- Förderverein Sachzeugen der chemischen Industrie e. V. (Hg.) (2021): Merseburger Beiträge zur Geschichte der chemischen Industrie Mitteldeutschlands. Strukturwandel und Wasserstoff. Online: strukturwandel.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Schulung/Strukturwandel/Tag\_der\_deutschen\_Einheit/Zeitzeugen-Heft-44\_Structurwandel.pdf, zuletzt geprüft am 19.02.2024.
- forum wbv (2024): Werkstattgespräch „Regionale Transformation durch Weiterbildung gestalten“. Online: forum-wbv.de/veranstaltung/werkstattgespraech-regionale-transformation-durch-weiterbildung-gestalten/, zuletzt geprüft am 20.02.2024.
- Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking (2016): Hydrogen roadmap Europe: a sustainable pathway for the European energy transition: Publications Office.
- Gemeinde Neukieritzsch (2024): Industriestandort Böhlen-Lippendorf. Online: neukieritzsch.de/industriestandort-boehlen-lippendorf, zuletzt geprüft am 20.02.2024.
- Green Skills For Hydrogen (2023): European Hydrogen Skills Strategy. Online: greenskillsforhydrogen.eu/wp-content/uploads/2023/10/Green-Skills-for-Hydrogen-European-Hydrogen-Skills-Strategy-last-update-24102023.pdf, zuletzt geprüft am 06.12.2023.
- Grimm, Veronika; Janser, Markus; Stops, Michael (2021): Neue Analyse von Online-Stellenanzeigen: Kompetenzen für die Wasserstofftechnologie sind jetzt schon gefragt. Online: doku.iab.de/kurzber/2021/kb2021-11.pdf, zuletzt geprüft am 20.02.2024.
- Hochschule Merseburg (2024): „Hydrogen Competence Hub“ – ein zentraler Hub für Aus- und Weiterbildung. Online: hs-merseburg.de/hochschule/information/neuigkeiten/details/hydrogen-competence-hub-ein-zentraler-hub-fuer-aus-und-weiterbildung/, zuletzt geprüft am 23.01.2024.
- Hünнемeyer, Vanessa; Kempermann, Hanno; Lang, Thorsten; Meeßen, Fabian (2023): Wasserstofffranking. Hg. v. IW Consult. Online: iwconsult.de/fileadmin/user\_upload/pdfs/2023/wasserstofffranking\_2023.pdf, zuletzt geprüft am 21.01.2024.
- HYPOS e. V. (2018): Pressemitteilung – Projekt Wasserstoffsicherheit (INES). Online: hypos-germany.de/wp-content/uploads/2023/06/180702\_PM\_HYPOS\_INES\_Wasserstoffsicherheit.pdf, zuletzt geprüft am 22.01.2024.
- HYPOS e. V. (2021): Pressemitteilung – Abschluss Projekt Wasserstoffsicherheit (INES). Online: tuvsud.com/de/de/-/media/de/corporate/pdf/presse/2021/juli/160\_is\_hypos\_ines.pdf, zuletzt geprüft am 22.01.2024.
- HYPOS e. V. (2023a): HYPOS macht Schule – HYPOS e. V. Online: hypos-germany.de/hypos-macht-schule/, zuletzt geprüft am 07.12.2023.
- HYPOS e. V. (2023b): Weiterbildungen – HYPOS e. V. Online: hypos-germany.de/wissensportal/weiterbildungen/, zuletzt geprüft am 07.12.2023.
- Krichewsky-Wegener, Léna; Abel, Sebastian; Bovenschulte, Marc (2020): Skills Development for Hydrogen Economies – Damit aus einer Wasserstoffstrategie eine Wasserstoff (weiter)bildungsstrategie wird. Working Paper des Instituts für Innovation und Technik in der VDI/VDE-IT (55). Online: iit-berlin.de/wp-content/uploads/2021/01/2020\_11\_iit-perspektive\_Hydrogen-Economies.pdf, zuletzt geprüft am 07.12.2023.
- Kropp, Per; Sujata, Uwe; Weyh, Antje; Fritzsche, Birgit (2019): Kurzstudie zur Beschäftigungsstruktur im Mitteldeutschen Revier. Online: doku.iab.de/regional/S/2019/regional\_s\_0119.pdf, zuletzt geprüft am 07.12.2023.
- Ludwig-Bölkow-Systemtechnik (2022): Potenzialstudie Grüne Gase IRMD. Online: innovationsregion-mitteldeutschland.com/wp-content/uploads/2022/04/2022-02-09\_Potenzialstudie\_Gruene\_Gase\_final\_rev1.pdf, zuletzt geprüft am 27.11.2023.
- Mayring, Philipp (2022): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. 13. Neuauflage. Weinheim: Beltz.
- Metropolregion Mitteldeutschland (2023): Mitteldeutscher Wasserstoffkongress, Metropolregion Mitteldeutschland. Online: mitteldeutschland.com/wp-content/uploads/2022/01/wasserstoffatlas\_2022\_reduziert.pdf, zuletzt geprüft am 27.11.2023.
- Metropolregion Mitteldeutschland; HYPOS e. V. (2022): Mitteldeutscher Wasserstoffatlas, Auflage 2022.
- Michaels, Ed; Handfield-Jones, Helen; Axelrod, Beth (2009): The war for talent. Boston: Harvard Business School Press.
- Niedersächsisches Wasserstoff-Netzwerk (2022): Qualifizierung. Online: wasserstoff-niedersachsen.de/qualifizierung/, zuletzt geprüft am 07.12.2023.
- Schmid, Josef (2018): Definition: Berufliche Weiterbildung. In: Springer Fachmedien. Online: wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/berufliche-weiterbildung-27376, zuletzt geprüft am 28.11.2023.
- Prognos AG; index Research (2021): Abschlussbericht IRMD Fachkräfteentwicklung 2025+. Hg. v. Metropolregion

- Mitteldeutschland. Online: [innovationsregion-mitteldeutschland.com/wp-content/uploads/2021/12/211216\\_Abschlussbericht-IRMD-Fachkraefteentwicklung-2025\\_Langfassung.pdf](https://innovationsregion-mitteldeutschland.com/wp-content/uploads/2021/12/211216_Abschlussbericht-IRMD-Fachkraefteentwicklung-2025_Langfassung.pdf), zuletzt geprüft am 22.01.2024.
- Ragwitz, Mario; Kschammer, Kristin; Hanßke, Anja; Pfluger, Benjamin; Unger, Alexander; Wietschel, Martin et al. (2021): H2-Masterplan für Ostdeutschland. Online: <https://h2-masterplan-ost.de/wp-content/uploads/2021/05/H2-Masterplan-fuer-Ostdeutschland.pdf>.
  - Scheele, Detlef (2022): Arbeitnehmermarkt: Die Arbeit wird uns nicht ausgehen – aber. In: Wirtschaftswoche, 17.07.2022. Online: [wiwo.de/politik/deutschland/arbeitnehmermarkt-die-arbeit-wird-uns-nicht-ausgehen-aber-/28505482.html](https://wiwo.de/politik/deutschland/arbeitnehmermarkt-die-arbeit-wird-uns-nicht-ausgehen-aber-/28505482.html), zuletzt geprüft am 22.01.2024.
  - Schneller, Martina (o. J.): Tool zur Qualifizierungsbedarfsanalyse. Online: [baubetrieb.uni-wuppertal.de/fileadmin/bauing/baubetrieb/EBBF%C3%BC08\\_Tool\\_zur\\_Qualifizierungsmatrix.pdf](https://baubetrieb.uni-wuppertal.de/fileadmin/bauing/baubetrieb/EBBF%C3%BC08_Tool_zur_Qualifizierungsmatrix.pdf), zuletzt geprüft am 22.01.2024.
  - Schur, Alexander Christian; Mönning, Anke; Ronsiek, Linus; Schneemann, Christian; Schroer, Jan Philipp; Zenk, Johanna (2023): Arbeitskräftebedarf und Arbeitskräfteangebot entlang der Wertschöpfungskette „Wasserstoff“. Abschlussbericht der ersten Projektphase. Version 1.0. Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB Discussion Paper).
  - Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2024): SWE, Gemeinsames Statistikportal. Online: [statistikportal.de/de/ugrdl/ergebnisse/energie/swe](https://statistikportal.de/de/ugrdl/ergebnisse/energie/swe), zuletzt geprüft am 20.01.2024.
  - Statistisches Bundesamt (2023a): Statistischer Bericht – Berufsbildungsstatistik 2022. Online: [destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Berufliche-Bildung/Publikationen/Downloads-Berufliche-Bildung/statistischer-bericht-berufsbildungsstatistik-2110300227005.html](https://destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Berufliche-Bildung/Publikationen/Downloads-Berufliche-Bildung/statistischer-bericht-berufsbildungsstatistik-2110300227005.html), zuletzt geprüft am 20.02.2024.
  - Statistisches Bundesamt (2023b): Anzahl der Auszubildenden nach Bundesländern 2022 | Statista. Online: [de.statista.com/statistik/daten/studie/1326/umfrage/auszubildende-in-deutschland-nach-bundeslaendern/](https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1326/umfrage/auszubildende-in-deutschland-nach-bundeslaendern/), zuletzt geprüft am 27.11.2023.
  - Statistisches Bundesamt (2024): Einwohnerzahl der Bundesländer 2022 | Statista. Online: [de.statista.com/statistik/daten/studie/71085/umfrage/verteilung-der-einwohnerzahl-nach-bundeslaendern/](https://de.statista.com/statistik/daten/studie/71085/umfrage/verteilung-der-einwohnerzahl-nach-bundeslaendern/), zuletzt aktualisiert am 26.02.2024.
  - Steeg, Stefanie; Helmrich, Robert; Maier, Tobias; Schroer, Jan Philipp; Mönning, Anke; Wolter, Marc Ingo et al. (2022): Die Wasserstoffwirtschaft in Deutschland. Folgen für Arbeitsmarkt und Bildungssystem. Eine erste Bestandsaufnahme. Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB Discussion Paper).
  - TÜV NORD (2023): Wasserstoff Pipelines – Wasserstoff. Online: [tuev-nord.de/de/unternehmen/energie/wasserstoff/wasserstoff-pipelines-netze/](https://tuev-nord.de/de/unternehmen/energie/wasserstoff/wasserstoff-pipelines-netze/), zuletzt geprüft am 27.11.2023.
  - VNG AG (2023): Energiepark Bad Lauchstädt. Online: [vng.de/energiepark-bad-lauchstaedt](https://vng.de/energiepark-bad-lauchstaedt), zuletzt geprüft am 27.11.2023.
  - Wald, Mareike (2022): Berufliche Qualifikation in der Wasserstoffindustrie. Online: [hypos-germany.de/wp-content/uploads/2023/06/Studie\\_Berufliche\\_Qualifikationen\\_in\\_der\\_Wasserstoffindustrie.pdf](https://hypos-germany.de/wp-content/uploads/2023/06/Studie_Berufliche_Qualifikationen_in_der_Wasserstoffindustrie.pdf), zuletzt geprüft am 06.12.2023.