

5.1.2 Potenziale einer saarländischen Wasserstoffwirtschaft

Wasserstoff ist für die saarländische Stahlindustrie unverzichtbar. Erfreulicherweise hat sich diese Einsicht im vergangenen Jahr in Entscheidungen und Förderzusagen niedergeschlagen, die erwarten lassen, dass die klimaneutrale Transformation der Stahlerzeugung und die Versorgung mit den dafür nötigen enormen Mengen an Wasserstoff in den nächsten Jahren anlaufen werden. Ein ausreichendes Angebot an Wasserstoff kann dann zugleich Katalysator einer vielfältigeren Wasserstoffwirtschaft im Saarland werden. Die Landesregierung ist aufgerufen, Stahl und andere sinnvolle Bereiche weiterhin nach Kräften zu fördern, ihre Prioritäten dabei am aktuellen Stand des Wissens auszurichten und transparent zu kommunizieren und dabei gute, sichere Beschäftigung und die erforderliche Schul-, Aus- und Weiterbildung sowie Arbeitssicherheit im Bereich Wasserstoff immer mitzudenken.

Wasserstoff: Bedarf im Saarland

Eine Quantifizierung des zukünftigen Wasserstoffbedarfs im Saarland wäre für alle Beteiligten wichtig, ist aber von der Landesregierung, soweit ersichtlich, bisher nicht veröffentlicht worden.¹ Bei den hier vorgenommenen Abschätzungen geht die Arbeitskammer so vor: Sofern keine Zahlen für das Saarland vorliegen, werden die Bedarfe für Stahl von den übrigen getrennt und Stahl wird entsprechend dem langjährigen Durchschnitt des saarländischen Anteils an der deutschen Stahlproduktion (15 %) gewichtet; alle übrigen Bedarfe werden nach dem Bevölkerungsanteil des Saarlandes (1,18 %) gewichtet. Soweit Bedarfe für Raffinerien sowie Chemie- und andere Prozessindustrien separat ausgewiesen sind, werden diese für das Saarland mangels entsprechender Anlagen nicht mit veranschlagt.

In Tabelle 1 stellt die Arbeitskammer ihre Abschätzungen der in Deutschland und im Saarland voraussichtlich benötigten Mengen an grünem Wasserstoff sowie die dafür erforderlichen Elektrolyseleistungen zusammen. Diese Angaben basieren in erster Linie auf den aktuellen Einschätzungen des Nationalen Wasserstoffrates (NWR) vom Februar 2023² und der SHS (Saarstahl und Dillinger).³ Zusätzlich sind die Erwartungen aus der „Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie“ vom Juli 2023 angegeben.⁴

Der weitaus größte Teil des zu erwartenden Wasserstoffbedarfs im Saarland entfällt auf die Stahlproduktion. Die Stahl-Holding-Saar (SHS) gibt aktuell an, „ab 2027/2028“ mit der Produktion von jährlich bis zu 3,5 Millionen Tonnen „grünen Stahls“ zu beginnen, wofür ein Bedarf von 55.000 Tonnen (gleich 1,83 Terawattstunden, TWh) Wasserstoff pro Jahr veranschlagt wird. Bis „spätestens 2045“ soll die gesamte Stahlherstellung von 4,9 Millionen Tonnen auf Direktreduktion und Elektrolichtbogenöfen umgestellt sein, wofür bei „80 % H₂-Einsatz“ 150.000 Tonnen (gleich 5 TWh) Wasserstoff pro Jahr benötigt werden. Bei 100 % Wasserstoffeinsatz wären etwa 6,4 TWh/a erforderlich.⁵

Tabelle 1

Voraussichtlich benötigte Mengen an grünem Wasserstoff in Deutschland und im Saarland

Gebiet	Bereich	H ₂ -Bedarf (TWh/a)		erforderliche Elektrolyseleistung (GW _{el}) ¹		Quelle
		2030	2045	2030	2045	
Deutschland	gesamt	95 bis 130	290 bis 440	33,9 bis 46,4	103,6 bis 157,1	FdNWS
Deutschland	gesamt	56 bis 93	964 bis 1.364	20 bis 33,2	344,3 bis 487,1	NWR
Deutschland	Stahl	20 bis 28	73	7,1 bis 10	26,1	NWR
Deutschland	Chemie/Prozessindustrien	1 bis 32	225	0,4 bis 1,1	80,4	NWR
Deutschland	Verkehr/Wärme/Energiewirtschaft	35 bis 62	666 bis 1.041	12,5 bis 22,1	237,9 bis 371,8	NWR
Saarland	gesamt	3,4 bis 4,9	18,9 bis 23,4	1,2 bis 1,8	6,8 bis 8,4	NWR, Umrechn. AK
Saarland	Verkehr/Wärme/Energiewirtschaft	0,4 bis 0,7	7,9 bis 12,4	0,1 bis 0,2	2,8 bis 4,4	NWR, Umrechn. AK
Saarland	Stahl	3 bis 4,2	11	1,1 bis 1,5	3,9	NWR, Umrechn. AK
Saarland	Stahl	2,7	6,4	1	2,3	SHS 2023
Saarland	Stahl	1,83	5	0,7	1,8	SHS 2024
Deutschland	gesamt	42 ³		15 ³		IG Metall
Deutschland	Stahl	21 ⁴	605	7,5 ⁴	21,4 ⁵	IG Metall
Saarland	Stahl	3,15 ⁴	9 ⁵	1,1 ⁴	3,2 ⁵	IG Metall, Umrechn. AK

¹ Annahmen: Elektrolyseure mit 70 % Wirkungsgrad, 4.000 Volllaststunden.² Zusätzlich zu den in diesem Sektor bisher verwendeten 36 TWh/a an „grauem“ Wasserstoff, der bis 2045 vollständig durch „grünen“ ersetzt werden soll.³ Geforderte inländische Elektrolyseleistung in Deutschland 2030: 15 GW (für 2045 keine Angaben).⁴ Vereinfachende Annahme: Die Hälfte des mit 15 GW Elektrolyseleistung erzeugten Wasserstoffs ist für Stahl bestimmt; Anteil Saarland daran 15 %.⁵ in Quelle ohne Jahresangabe, Angaben beziehen sich auf vollständigen Umbau Stahlindustrie zu Klimaneutralität, hier dem Jahr 2045 zugeordnet.

NWR: Nationaler Wasserstoffrat Feb. 2023; FdNWS: Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie Juli 2023; SHS: Stahl-Holding-Saar

Arbeitskammer

Die IG Metall schätzt den Wasserstoffbedarf für Stahl in Deutschland bei klimaneutraler Produktion auf 1,8 Mio. t gleich 60 TWh pro Jahr und merkt an, dies brauche „circa 12.000 neue Windräder“⁶. Die zugehörige Elektrolyseleistung liegt bei 21,4 GW_{el}. Anteilig bedeutet dies für das Saarland (mit 15 % der deutschen Rohstahlerzeugung) einen Bedarf von 270.000 t gleich 9 TWh Wasserstoff pro Jahr und Elektrolyseleistungen von 3,2 GW_{el} sowie (zur Veranschaulichung) 1.800 neue Windräder.

Die Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie hält bis 2030 eine Elektrolysekapazität im Inland von „mindestens 10 GW“⁷ für nötig. Die IG Metall fordert aktuell bereits 15 GW bis 2030.⁸ 10 GW_{el} Elektrolyseleistung können etwa 28 TWh/a an Wasserstoff liefern. Dies sind lediglich ein Viertel bis die Hälfte des für 2030 erwarteten Bedarfs. Der Rest wäre zu importieren; allerdings ist bisher keineswegs klar, ob entsprechende Kapazitäten in Lieferländern sowie erforderliche Importinfrastrukturen bis dahin aufgebaut werden können.⁹

Die Tabelle verdeutlicht zwei wichtige Einsichten: Erstens werden die Bedarfe bei NWR deutlich höher eingeschätzt als noch in der Nationalen Wasserstoffstrategie der Bundesregierung aus dem Jahr 2020¹⁰ und bei deren Fortschreibung,¹¹ jedenfalls für das Zieljahr 2030, nochmals höher. Zweitens zeigt sich, dass der Bereich Stahl 2030 deutschlandweit für gut 30 % und im Saarland sogar für knapp 90 % des Wasserstoffbedarfs verantwortlich sein wird.¹² Dies, in Verbindung mit der Tatsache, dass der CO₂-Vermeidungseffekt durch den Einsatz von Wasserstoff in der Stahlindustrie besonders hoch ausfällt (25 t vermiedenes CO₂ pro t grünem Wasserstoff), verdeutlicht, dass die Sicherstellung der Wasserstoffversorgung der Stahlindustrie im Saarland allerhöchste Priorität genießen sollte.

Wasserstoffherstellung im Saarland

Über den geplanten Elektrolyseur in Fenne hinaus, dessen Bau gesichert zu sein scheint, der aber, wie beschrieben, nur einen kleinen Teil des Wasserstoffbedarfs der Stahlerzeugung abdecken kann, sind weitere Anlagen in der Großregion geplant. Allerdings ist nicht bei allen Projekten bekannt, in welchem Stadium der Umsetzung sie sich befinden.

Die in Tabelle 2 zusammengestellte Liste geplanter Wasserstoffprojekte in der Großregion zeigt, dass bei pünktlicher und störungsfreier Inbetriebnahme der vorgesehenen Elektrolyseurleistungen im Jahr 2027 bereits rund 1,5 oder, falls sich die optimistischeren Angaben der jeweiligen Projekte verwirklichen lassen, sogar rund 2,4 TWh/a an Wasserstoff im Inselnetz der Großregion zur Verfügung stehen könnten. Schon 1,5 TWh/a würden knapp ausreichen, um die Stahlproduktion mit Wasserstoff im geplanten Umfang anlaufen zu lassen. Unklar ist, ob es hier nicht berücksichtigte andere Anwendungen gibt, die möglicherweise zusätzliche Bedarfe auslösen: dies könnte Wasserstoff weiter verknappen. Andererseits ist beabsichtigt, bei der Stahlerzeugung fehlenden Wasserstoff durch Erdgas zu ersetzen, daher besteht bei der Nachfrage eine gewisse Flexibilität. Insgesamt geben diese Zahlen Anlass zu einem vorsichtigen Optimismus, dass der Einstieg in die Direktreduktion wie geplant gelingen könnte – immer vorausgesetzt, alle genannten Elektrolyseurprojekte und die nötigen Pipelines werden verwirklicht und die Zeitpläne werden

Tabelle 2

Aktuell in der Großregion geplante Wasserstoffprojekte

Typ	Projekt	Unternehmen	Ort	Leistung (MW _{el})		Wasserstoffmengen (TWh/a)			
				2027	2030	2027		2030	
						GRH	NWS	GRH	NWS
Elektrolyse	H2V Thionville	H2V	Thionville-Ilange	100	400	0,45	0,28	1,87	1,12
Elektrolyse	H2Saar	RWE Generation SE	Dillingen	100	400	0,43	0,28	1,70	1,12
Elektrolyse	HydroHub Fenne	Iqony GmbH	Fenne	53	53	0,27	0,15	0,27	0,15
Elektrolyse	Emil'Hy	GazelEnergie	Saint-Avold	100	400	0,28	0,28	1,12	1,12
Elektrolyse	CarlHYng	Verso Energy – Siemens Energy	Carling	100	300	0,56	0,28	1,73	0,84
Elektrolyse	Lhyfe	Lhyfe	Perl	70	70	0,37	0,20	0,37	0,20
Summe Elektrolyse				523	1623	2,36	1,46	7,06	4,54
Anwendung: Stahl	Power4Steel	SHS	Dillingen			1,70		1,70	
Anwendung: Metallverarb.	Connecting Nemak	Nemak	Dillingen			0,18		0,18	
Anwendung: Keramik	Hydrogen4Ceramic	Villeroy & Boch AG	Mettlach / Merzig			0,07		0,07	
Anwendung: Stromerzeugung (Brennstoffzelle)	HyPower Moselle/Saar	HDF	Carling			0,05		0,05	
Transport: Pipelines	MosaHYc	Creos / Encevo / GRTgaz	Völklingen / Carling / Dillingen (/ Perl)			2,00		2,00	

Quelle: <https://grande-region-hydrogen.eu> <<https://grande-region-hydrogen.eu/en/projects/hydrohub-fenne/>> und <https://vighy.france-hydrogene.org/projects/emilhy/>, Stand 29.05.2024. Mengenangaben Wasserstoffherzeugung: GRH: laut <https://grande-region-hydrogen.eu> <<https://grande-region-hydrogen.eu/en/projects/hydrohub-fenne/>>; NWS: gemäß konservativeren Annahmen (u. a. der Nationalen Wasserstoffstrategie) von 4.000 Volllaststunden pro Jahr und 70 % Wirkungsgrad. Falls als Elektrolyseleistung „bis zu“ angegeben ist, gehen wir davon aus, dass dieser Ausbau erst 2030 erreicht wird, für 2027 nehmen wir eine plausible erste Ausbaustufe an.

Arbeitskammer

eingehalten. Die Landesregierung ist hier aufgefordert, ihrerseits alles in ihren Kompetenzen Liegende zu tun, um Planungs- und Genehmigungsverfahren zu erleichtern und zu beschleunigen.

Wasserstoffnetz

Ende 2023 und Anfang 2024 hat die Europäische Kommission nach langer Bearbeitungsdauer zwei für das Saarland wichtige Projekte im Bereich Wasserstoff beihilferechtlich genehmigt, so dass nun bereits zugesagte Fördermittel von Bund und Land eingesetzt werden dürfen: Für die SHS war die Genehmigung zur Förderung des Baus einer Direktreduktionsanlage und zweier elektrischer Lichtbogenöfen als Teil eines Important Project of Common European Interest (IPCEI) beantragt, wurde dann jedoch von der Kommission im Rahmen der Guidelines on State aid for climate, environmental protection and energy 2022 (CEEAG) genehmigt.¹³ Zudem hat die Kommission das IPCEI „Hy2Infra“ genehmigt, zu dem im Saarland die Projekte „HydroHub Fenne“ (Bau eines Elektrolyseurs von 52,5 MW_{el}) und „mosaHYc“ (etwa 100 km grenzüberschreitende Wasserstoff-Pipelines) zählen.¹⁴ Diese Entwicklungen sind für das Saarland als ausgesprochen positiv zu bewerten. Dabei ist auch der Einsatz der Landesregierung zu würdigen. (Zu wünschen wäre allerdings, dass sie sich auch für andere Energieprojekte und -fragen ähnlich intensiv einsetzt.)

Im November 2023 wurden Pläne für ein deutsches Wasserstoff-Kernnetz vorgestellt.¹⁵ Das Saarland soll dabei über die bisher für Erdgas verwendete Mitteleuropäische Gasleitung (MEGAL), die vom Osten her kommend vom Rheintal bis in den Südwesten des Saarlandes und weiter nach Frankreich verläuft, an das deutsche Wasserstoffnetz angebunden werden. Die Umstellung der MEGAL ist derzeit allerdings erst für 2032 vorgesehen.¹⁶ Auch Fragen zur Finanzierung und Dimensionierung des Kernnetzes sind in Teilen noch offen.¹⁷ Der Landesregierung ist anzuraten, diese Diskussionen sorgfältig zu beobachten, um sicherzustellen, dass die Anbindung des Saarlandes in jedem Falle gewährleistet bleibt – auch wenn es in der weiteren Planung Bestrebungen geben sollte, den Umfang des Netzes zu reduzieren. Von der MEGAL im Südwesten des Saarlandes sind außerdem Leitungen zu den Verbrauchszentren, in erster Linie den Direktreduktionsanlagen in Dillingen, erforderlich. Die Kernnetzplanung führt dazu eine vorhandene Erdgasleitung auf deutschem Gebiet von der MEGAL bei Seyweiler nach Dillingen auf, deren Umstellung allerdings ebenfalls erst für 2032 vorgesehen ist.¹⁸ Andere denkbare Möglichkeiten sind die Anbindung des mosaHYc-Inselnetzes über Carling mit der MEGAL auf französischem Gebiet oder aber eine Versorgung über Pipelines durch Belgien und Luxemburg, die eine Verbindung zu Seehäfen ermöglichen könnte. Auch diese Optionen, ebenso wie die Entwicklungen des European Hydrogen Backbone¹⁹ insgesamt, sollten aufmerksam verfolgt werden, vor allem, falls sich abzeichnen sollte, dass die Anbindung des Saarlandes an attraktive Wasserstoff-Importquellen auf eine dieser Weisen schneller erfolgen könnte als über das deutsche Kernnetz.

Import, Eigenerzeugung, Wertschöpfung und Beschäftigung

Zur Frage, ob Wasserstoff besser an Standorten erzeugt werden sollte, an denen Erneuerbare Energien reichlich und günstig verfügbar sind, oder ob eine Produktion im Inland mehr Vorteile

bietet, sind unterschiedliche Auffassungen vorgebracht worden. Die Nationale Wasserstoffstrategie sieht bis 2030 Elektrolyseure im Inland einer Leistung von 10 GW vor, die 28 TWh pro Jahr an Wasserstoff erzeugen könnten. Bei einem Wasserstoffbedarf von über 100 TWh/a wäre das ein Viertel; drei Viertel müssten importiert werden.

Für die nächsten Jahre dürfte allerdings gerade im Saarland der Import noch keine realistische Option darstellen, da bis 2032 vermutlich noch keine Anbindung an überregionale Netze sichergestellt ist (vgl. Ausführungen zum Kernnetz weiter oben). Die saarländische Landesregierung sollte daher eine deutlich gesteigerte Wasserstoffherstellung auf dem Gebiet des Saarlandes in Betracht ziehen – auch aus Gründen der regionalen Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte sowie der Versorgungssicherheit.

Eine Studie des Wuppertal-Instituts stellt bei einem heimischen Produktionsanteil von 90 % bei Wasserstoff im Endausbau 2050 eine direkte und indirekte Wertschöpfung von bis zu 30 Mrd. Euro im Jahr und bis zu 800.000 zusätzliche Arbeitsplätze entlang der gesamten Wasserstoff-Wertschöpfungskette in Aussicht.²⁰

Unter Einbeziehung der Stahlherzeugung kommt eine weitere aktuelle Studie zum Ergebnis: „Grüner Stahl kann aus betriebswirtschaftlicher Sicht zukünftig wettbewerbsfähig und profitabel in Deutschland produziert werden, wenn die Rahmenbedingungen entsprechend gestaltet werden, so dass [...] eine vollständige Transformation – inkl. Roheisenstufe – gelingen könnte“ und weiter: „„Transformationsinduzierte‘ Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte durch den primärstahlbedingten Ausbau erneuerbarer Energien und der Wasserstoffwirtschaft bieten signifikante Arbeitsplatz- und Wertschöpfungspotenziale. Die Stahlindustrie kann zu einem Katalysator eines Wasserstoffclusters in Deutschland werden.“²¹

Diese Einschätzung teilt die Arbeitskammer auch für das Saarland. Hinzu kommt, dass das viel genannte „Henne-Ei“-Problem, nämlich, dass Wasserstoffangebot und -nachfrage einander gegenseitig voraussetzen und daher nur gleichzeitig hochgefahren werden können, eine entscheidende Abmilderung erfährt: Eine hohe Nachfrage ist schon durch die Stahlindustrie gesichert, ist aber zugleich so flexibel, dass die Umstellung auf Direktreduktion bereits aufgenommen werden kann, während das Wasserstoffangebot noch eher gering ist. Anreize, das Angebot weiter auszubauen, sind damit gegeben, und sobald größere Wasserstoffmengen verfügbar sind, wird es sehr erleichtert, weitere sinnvolle Bereiche einer Wasserstoffwirtschaft anzukoppeln.

Wasserstoffstrategie des Saarlandes

Eine Strategie sollte stets Ausgangspunkte und Ziele ebenso wie verfügbare Mittel und Handlungsoptionen beschreiben, auch feststellen, welche der Zielsetzungen realistisch sind, und auf dieser Basis analysieren, auf welche Weise sinnvolle Ziele erreicht werden können. Die „Saarländische Wasserstoffstrategie“, die die Landesregierung im September 2021 vorgelegt hatte, weist in dieser Hinsicht erhebliche Schwächen auf, da sie weder Ist-Zustände noch Ziele

hinreichend klar beschreibt (etwa Zahlen zu Wasserstoffbedarfen) und, etwa bei Gebäudeheizung und Individualverkehr, unrealistische Zielsetzungen verfolgt. Im Vergleich der Wasserstoffstrategien der Bundesländer ist der Fachöffentlichkeit gerade der letzte Punkt als saarländischer Sonderweg aufgefallen.²²

Bei der wichtigen Frage, welche Bereiche einer Wasserstoffwirtschaft im Saarland sinnvoll zu entwickeln seien, ist zwischen Bereichen zu unterscheiden, die für den laufenden Betrieb nennenswerte Mengen der Substanz Wasserstoff erfordern, herstellen oder umsetzen (Beispiel: Stahlerzeugung, Wasserstoffkraftwerke, Prozesswärme; Betrieb von Elektrolyseuren und Pipelines) und solchen, die für eine Wasserstoffwirtschaft relevante Güter und Dienstleistungen bereitstellen, ohne bei deren Herstellung selbst Wasserstoff zu benötigen (Beispiele: Produktion von Elektrolyseuren, Brennstoffzellen, Ventilen, Sensoren und vielem mehr).

Der Ausbau des zweiten Bereichs ist grundsätzlich immer zu begrüßen, wenn das jeweilige Geschäftsmodell funktioniert und gute Arbeitsplätze entstehen. Das gilt umso mehr, wenn Erzeugnisse zugleich an anderen Stellen innerhalb einer saarländischen Wasserstoffwirtschaft eingesetzt werden und sich so Synergieeffekte durch Clusterbildung und räumliche Nähe von Forschung, Entwicklung, Herstellung und Anwendung einstellen.

Beim ersten Bereich stellt sich dagegen nach einer bis vor einigen Jahren zu beobachtenden anfänglichen Wasserstoffeuphorie mehr und mehr die Frage, auf welchen Gebieten der Verbrauch signifikanter Mengen an Wasserstoff tatsächlich wünschenswert ist; das heißt zugleich volkswirtschaftlich sinnvoll, Wertschöpfung und Beschäftigung sichernd und effizient, was das Erreichen der Klimaneutralität angeht. Für Direktreduktion bei der Stahlerzeugung, für langfristige Energiespeicherung und Rückverstromung, für Hochtemperaturprozesswärme sowie für Flug-, Schiffs- und Schwerlastverkehr sowie ÖPNV wird dies in aller Regel bejaht. Auf Gebieten wie Individualverkehr oder Gebäudeheizung wird der Einsatz von Wasserstoff dagegen von der Fachwelt mittlerweile noch einmütiger als im Vorjahr als wenig aussichtsreich eingestuft, zumindest kurz- bis mittelfristig. Der Landesregierung ist anzuraten, diese Einschätzungen, die sich unter anderem auch in der Nationalen Wasserstoffstrategie und deren Fortschreibung finden, bei der Weiterentwicklung ihrer Strategie und der Setzung eigener Schwerpunkte zu berücksichtigen.

Die Arbeitskammer begrüßt grundsätzlich die im Mai 2023 erfolgte Gründung einer saarländischen Wasserstoffagentur.²³ Sie mahnt jedoch an, die Kompetenzen der neu eingerichteten Agentur zu nutzen, um als eine erste Aufgabe die Landeswasserstoffstrategie aus dem Jahr 2021 grundsätzlich zu überarbeiten und diese auf eine realistische, evidenzbasierte Grundlage zu stellen sowie eine klare, kohärente, ambitionierte Strategie zu formulieren, die vor allem bei der Bereitstellung von Wasserstoff und bei der Aus- und Weiterbildung das Tempo deutlich forciert.

Darüber hinaus sollte sich die Landesregierung auch auf Bundesebene für eine noch ambitioniertere und umfassendere Wasserstoffstrategie für Deutschland mit klar definierten Zielen und Regeln sowie investitionsfreundlichen Rahmenbedingungen einsetzen.

Beschäftigung, Fachkräfte, Qualifikation

Die Arbeitskammer erwartet vom Einstieg in die Wasserstoffwirtschaft im Saarland spürbare Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte sowohl bei Experten und Spezialisten – dies insbesondere in den Phasen des Auf- und Ausbaus von Anlagen – als auch bei Fachkräften und Helfern, insbesondere in Bau-, Bauplanungs- und MINT-Bereichen.

Fachkräfte im Bereich Wasserstoff sind dabei von entscheidender Bedeutung; ihr Mangel könnte empfindliche Hemmnisse und Verzögerungen hervorrufen. Der Nationale Wasserstoffrat stellt fest: „Es werden [...] bereits jetzt Fachkräfte mit speziellen Kenntnissen für die unterschiedlichen Bedarfe benötigt. Dieser Fachkräftebedarf besteht entlang der gesamten Wertschöpfungskette in den maßgeblichen Sektoren – Erzeugung, Infrastruktur, Anlagen, Industrie (insbesondere Stahl- und Chemieindustrie), Wärmeversorgung, Mobilität & Logistik – und wird beim erwarteten Markthochlauf in Zukunft deutlich steigen. Bedarf besteht für Fachkräfte entlang der kompletten Ausbildungskette vom Facharbeiter, Techniker und Meister bis hin zu Ingenieuren und Wissenschaftlern aus dem akademischen Bereich.“²⁴

Hier stehen auch die Bundesländer in der Verantwortung: „Nachwuchsgewinnung muss in der Schule durch die Weiterentwicklung und Verbesserung der MINT-Fächer beginnen, um junge Menschen bereits früh für naturwissenschaftliche und technische Berufe zu begeistern. Dem Trend der seit einigen Jahren rückläufigen Studierendenzahlen im Bereich der MINT-Fächer muss frühzeitig begegnet werden. Wasserstoff fungiert als möglicher „Sympathieträger“ bei der Studiengangswahl. Dazu beitragen können auch moderne Lehransätze inkl. Ausstattung mit Lehrmitteln und Experimentierbausätzen, die einen Aufbau von motivierender Infrastruktur und Beispielmateriale sowie eine Profilschärfung der Schulen ermöglichen und so das Thema Wasserstoff den Lernenden näherbringen. Hierzu sind entsprechende Investitionsprogramme für die Schulen nötig.“²⁵

Gerade der Aspekt der Aus- und Weiterbildung ist hier besonders wichtig. So stellt die Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie klar: „Eine bedarfsgerechte Fachkräfteaus- und -weiterbildung im Bereich Wasserstoff ist für den Aufbau des Heimatmarktes Deutschland und der Technologieentwicklung elementar.“²⁶

Wie eine sinnvolle Aus- und Weiterbildung gestaltet sein sollte, untersucht unter anderem das Bundesinstitut für Berufsbildung. Es fragt, welche neuen Arbeitsaufgaben und Kompetenzanforderungen und damit Qualifizierungsbedarfe entstehen, welche Ausbildungsberufe relevant sind und welche neuen Ausbildungsinhalte und -materialien benötigt werden. Es kommt zum Ergebnis: „Für den Umgang mit Wasserstoff, einem Schlüsselrohstoff der künftigen Energieversorgung, sind derzeit keine neuen dualen Ausbildungsberufe notwendig. Viele bestehende technische Berufe verfügen bereits über breite Kompetenzprofile, die in der Wasserstoffwirtschaft dringend benötigt werden. Zusätzlich erforderlich sind jedoch Unterweisungen und Weiterbildungen für neue sicherheitsrelevante Qualifikationen im Umgang mit den neuen Wasserstofftechnologien.“²⁷ Auch bei der universitären Ausbildung wird kein Bedarf an neuen, auf Wasserstoff spezialisierten Studiengängen gesehen. Stattdessen wird angeregt, Einzelmodule

zu Wasserstoff einzuführen, Interdisziplinarität zu stärken und beispielsweise die Ausrüstung studentischer Wasserstofflabore zu fördern.²⁸

In der berufsbegleitenden Qualifizierung wird über unternehmensinterne Maßnahmen hinaus die Etablierung von Zertifikatslehrgängen als schnell umsetzbare Option gesehen. Diese können einerseits zur Vermittlung grundlegenden Wissens zu Wasserstoff an Fachkräfte dienen und andererseits Fach- und Führungskräften Orientierung für neue Geschäftsmodelle in der Wasserstoffwirtschaft bieten.²⁹ Für beide Richtungen gibt es erste Beispiele im Saarland. Die Landesregierung sollte dazu beitragen, die Bekanntheit derartiger Lehrgänge zu steigern und deren Ausbau zu fördern.

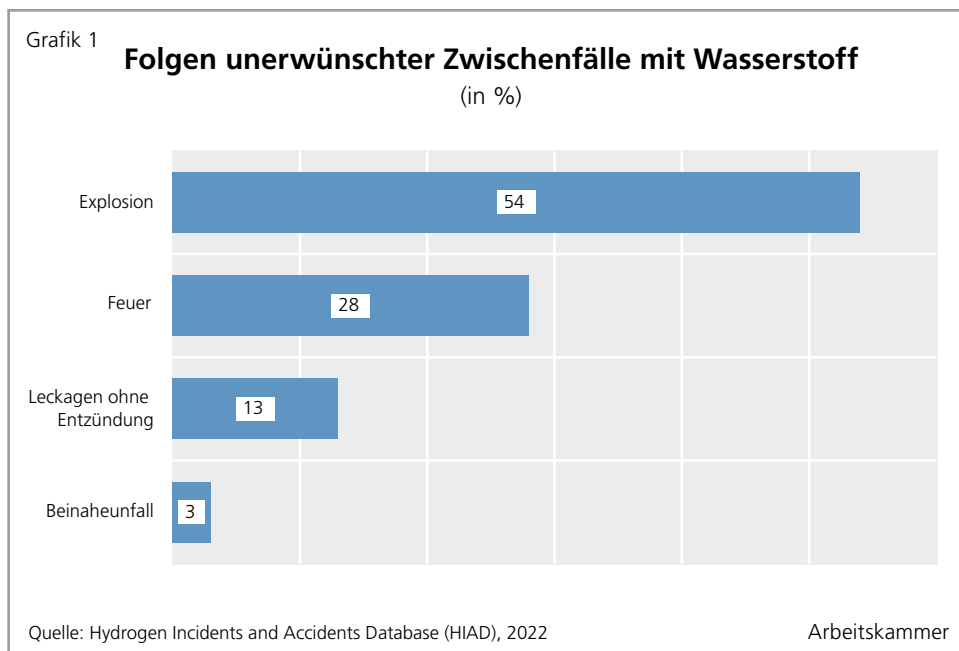
Auch weitere Beteiligte, etwa kommunale Mandatsträger und Verwaltungen, Feuerwehren, Versicherungen, benötigen für die jeweiligen Bereiche passende Informationen und Schulungen. Hier kommen ebenso Formen der genannten Lehrgänge in Frage. Schließlich gibt es gesetzliche Anforderungen für notwendige Fortbildungen bei der Arbeit mit technischen Gasen (Druckanlagen, Explosionsgefahr), die von Arbeitgebern, Berufsgenossenschaften und gesetzlichen Unfallversicherungen umzusetzen sind und für die zu prüfen ist, welche Anpassungen für den Bereich Wasserstoff erforderlich sind.³⁰

Die Nutzung von Wasserstoff ist eine sicherheitstechnische Herausforderung – Risikoanalyse und Gefährdungsbeurteilung müssen vorausschauend erfolgen

Die Anzahl der betrieblichen Anlagen zur Herstellung, Verteilung, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff nimmt stetig zu, was zusätzliche Anforderungen an die betriebliche Sicherheit sowie die gesamte betriebliche Infrastruktur stellt. Grundsätzlich bringt der Einsatz von Wasserstoff keine neuen Risiken mit sich, jedoch nehmen mit der vielfältigen Nutzung die speziellen Sicherheitsrisiken deutlich zu. Zwar treten Unfälle mit unter Druck stehenden Systemen seltener auf, nehmen in vielen Fällen dann aber ein verheerendes Ausmaß an.

Durch seine hohe Diffusionsfähigkeit besitzt Wasserstoff eine sehr geringe Viskosität und somit eine hohe Leckrate, wodurch es in geschlossenen Räumen schnell zu einer Vermischung mit Luft kommt und sich unbemerkt ein explosives Gemisch bilden kann. Ab etwa 4 Vol.-% Wasserstoff, im Gemisch mit Luft, ist bereits eine Explosion möglich. Ab circa 10 Vol.-% ist bereits mit einer sehr starken Auswirkung zu rechnen.³¹ Zu beachten ist ebenfalls, dass durch die hohe Zündempfindlichkeit des Wasserstoffs, im Vergleich zu anderen Energieträgern wie beispielsweise Methan (Erdgas), eine bereits sehr geringe Zündenergie (elektrostatischer Funke) ausreichend ist, um eine Explosion auszulösen.³² Eine Auswertung von 485 europaweit gemeldeten Vorfällen im Jahr 2022 zeigte, dass mehr als die Hälfte dieser Vorfälle zu starken Explosionen geführt haben.³³

Daher ergeben sich durchaus besondere Gefahren beim Befüllen von Tanks, beim Transport oder bei der Wartung von Anlagen, Fahrzeugen und den dazugehörigen Geräten. Je nach Aggregatzustand, Anwendung und Vorgang unterscheiden sich die spezifischen Anforderun-



gen im Betrieb. Eine Risikoanalyse der gesamten betrieblichen Infrastruktur ist beim Umgang mit Wasserstoff daher zwingend notwendig und erfordert eine hohe Fachkompetenz. Hinzu kommt die Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung nach Gefahrstoffverordnung und die Umsetzung von Schutzmaßnahmen. Gasmess- und Warnsysteme sowie regelmäßige Kontrollen und Instandhaltung der Anlagen bilden die Kernelemente in der Überwachung der Risiken. So müssen beispielsweise Wasserstoffrohrleitungen in Pipelines regelmäßig überprüft werden, weil auf Grund der Versprödungseigenschaft des Wasserstoffs die Schweißverbindungen der Rohre angegriffen werden und dies zu Korrosion führen kann.

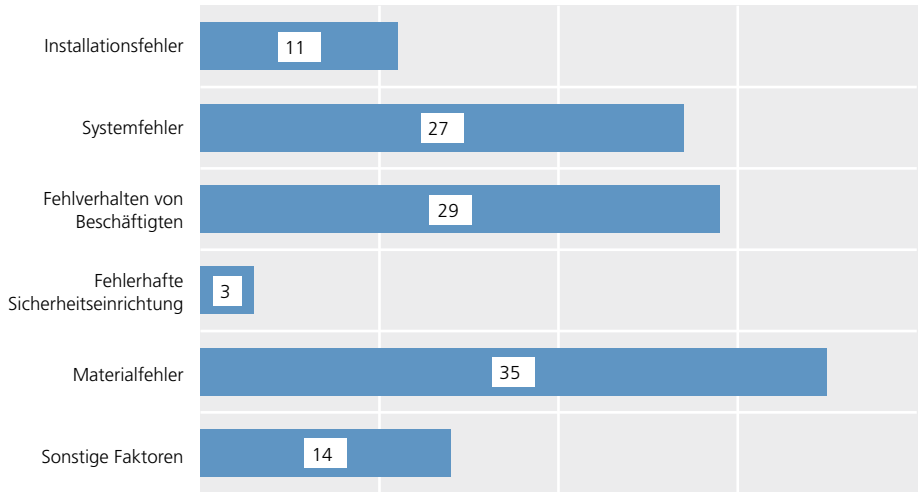
Die größten Risikofaktoren ergeben sich allerdings an der Schnittstelle zwischen Mensch und Technik. Einen entscheidenden Faktor in der Risikokontrolle nehmen daher die Beschäftigten ein. Diese müssen im Umgang mit Wasserstoff speziell geschult und regelmäßig unterwiesen werden, um das Bewusstsein für die besonderen Eigenschaften und Gefahren sowie den sicheren Umgang mit Wasserstoff zu bekommen. So können mangelnde Kenntnisse, Unachtsamkeit und Zeitdruck beim Umgang mit Wasserstoff zu fatalen Folgen führen. Hier zeigt die Auswertung des European Hydrogen Safety Panels, dass ein entsprechend hoher Anteil der betrieblichen Unfälle auf das menschliche Fehlverhalten sowie eine mangelnde Organisationsstruktur zurückzuführen ist.³⁴ Technische Fehlfunktionen und fehlerhafte Installationen machen einen etwas geringeren Anteil aus.

Somit wird deutlich, dass der sichere Umgang mit Wasserstoff sehr voraussetzungsreich ist. Insbesondere Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Praktiker sollten bei der betrieblichen Integration

Grafik 2

Vorausgehende Faktoren bei Zwischenfällen mit Wasserstoff

(in %)



Quelle: European Hydrogen Safety Panel, 2022

Arbeitskammer

von Wasserstoff von Anfang an eingebunden sein. So können Gefährdungen bereits im Vorfeld ausfindig gemacht und besser kontrolliert werden.

Forderungen an die Landesregierung

1. Die Landesregierung ist dringend aufgerufen, Information und Kommunikation zum Thema Wasserstoff deutlich transparenter und umfassender zu gestalten: Zu vielen Aspekten, wie Dimensionen der Wasserstoffbedarfe, Ausbautempo, Einschätzung realistischer Möglichkeiten des Einsatzes von Wasserstoff in Unternehmen und anderen Bereichen sowie zu Beschäftigung, beruflichen Chancen und Fördermaßnahmen erwartet die Öffentlichkeit geeignete Orientierung und Hilfestellung von Seiten der Landesregierung.
2. Die Landesregierung sollte ihre bisherige Wasserstoffstrategie zügig grundlegend überarbeiten und sich dabei an den Positionen der Nationalen Wasserstoffstrategie (und deren Fortschreibung 2023) sowie dem Diskussionsstand der Fachwelt orientieren. Abweichende Auffassungen, sofern die Landesregierung weiterhin solche vertreten will, müssen besonders

sorgfältig argumentativ hinterlegt werden. Beschäftigte, Unternehmen und Fachöffentlichkeit sollten an diesem Prozess auf Augenhöhe beteiligt werden.

3. Für die Phase, in der noch kein überregionaler Netzanschluss möglich ist, muss schon die ausschließlich für Stahl verfügbare Elektrolysekapazität im Saarland oder der übrigen Großregion bis 2027 auf 0,7 GW und bis 2030 möglichst auf 2 GW ausgebaut werden. Wenn weitere größere Bedarfe identifiziert werden, sind die Kapazitäten entsprechend zu erhöhen.
4. Der Aufbau der Wasserstoffinfrastruktur, insbesondere des regionalen Pipelinenetzes, muss forciert aufgenommen und Anschlussmöglichkeiten an überregionale Netze müssen konkret vorbereitet werden.
5. Sinnvolle, klimafreundliche Wasserstofftechnologien, die höhere Kosten im Vergleich zu konventionellen Verfahren verursachen, müssen durch politische Instrumente geschützt und gefördert werden. Bei Vergabe von Klimaschutzverträgen muss sichergestellt werden, dass saarländische Unternehmen zum Zug kommen. Dabei sollte staatliche Förderung stets an robuste Garantien für den Erhalt von Arbeitsplätzen gekoppelt sein.
6. Die Beschäftigten müssen bei allen Innovationsprozessen intensiv beteiligt werden, auch und gerade, was Qualifikation angeht.
7. Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten müssen auch deshalb mit der ihnen zukommenden hohen Priorität auf- und ausgebaut werden.

- ¹ Eine im November 2023 gestartete Umfrage der Saarländischen Wasserstoffagentur [vgl. Both, Jimmy und Staut, Anne: Wie können Saar-Unternehmen Wasserstoff nutzen?, Saarländischer Rundfunk, 20.11.2023, https://www.sr.de/sr/home/nachrichten/politik_wirtschaft/umfrage_wasserstoff_unternehmen_100.html] war bei Erstellung dieses Textes noch nicht abgeschlossen.
- ² Nationaler Wasserstoffrat: Treibhausgaseinsparungen und der damit verbundene Wasserstoffbedarf in Deutschland, Grundlagenpapier, 2023, https://www.wasserstoffrat.de/fileadmin/wasserstoffrat/media/Dokumente/2023/2023-02-01_NWR_Grundlagenpapier_H2-Bedarf_2.pdf.
- ³ SHS: Pure Steel+, Stahl-Holding-Saar, 2024, <https://www.pure-steel.com/gruener-stahl/>, Stand: 08.03.2023. – Es fällt auf, dass auf Grundlage der NWR-Daten der Wasserstoffbedarf für Stahl etwas höher eingeschätzt wird als durch SHS. Ein Faktor dürfte hier sein, dass SHS mit geringerer Roheisengewinnung und dafür mit stark gesteigertem Schrotteinsatz kalkuliert.
- ⁴ Bundesregierung: Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie, 2023, https://www.bmbf.de/SharedDocs/Downloads/de/2023/230726-fortschreibung-nws.pdf?__blob=publicationFile&v=1; eine Aufgliederung nach Sektoren ist hier nicht vorgenommen.
- ⁵ SHS, Pure Steel+ (wie Anm. 3).
- ⁶ IG Metall: Wasserstoff: Schlüssel zur Klimaneutralität, 21.11.2022, <https://www.igmetall.de/politik-und-gesellschaft/umwelt-und-energie/wasserstoff-schluesel-zur-klimaneutralitaet>, Stand: 30.03.2024.
- ⁷ Bundesregierung, Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie (wie Anm. 4).
- ⁸ IG Metall, Wasserstoff (wie Anm. 6).
- ⁹ Vgl. Stehle, Anja; Fatih Birol: „Die Bundesregierung sollte das Klimageld schnell auf den Weg bringen“, in: Die Zeit (18.01.2024), <https://www.zeit.de/wirtschaft/2024-01/fatih-birol-iae-klimageld-energiepreise-weltwirtschaftsforum>, Stand: 29.03.2024.
- ¹⁰ Bundesregierung: Die Nationale Wasserstoffstrategie, Berlin 2020, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.html>, Stand: 22.03.2023.
- ¹¹ Bundesregierung, Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie (wie Anm. 4). S. 2.
- ¹² Basis: Mittelwerte der NWR-Angaben und deren Umrechnung für das Saarland.
- ¹³ European Commission: Commission approves Euro 2.6 billion German State aid measure to support Stahl-Holding-Saar decarbonise its steel production through hydrogen use, Press release, Brussels 2023, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/en/ip_23_6647/IP_23_6647_EN.pdf, Stand: 29.03.2024.
- ¹⁴ European Commission: Commission approves up to Euro 6.9 billion of State aid by seven Member States for the third Important Project of Common European Interest in the hydrogen value chain, Press release, Brussels 2024, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/en/ip_24_789/IP_24_789_EN.pdf.
- ¹⁵ FNB Gas: Entwurf des gemeinsamen Antrags für das Wasserstoff-Kernnetz, Berlin 2023, https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Wasserstoff/Kernnetz/Downloads/Antragsentwurf_FNB.pdf?__blob=publicationFile&v=3; Aurora Energy Research: Aurora – Kurzanalyse zum geplanten Wasserstoff-Kernnetz und der damit verbundenen Importinfrastruktur, 2024, https://energien-speichern.de/wp-content/uploads/2024/01/20240104_Aurora_Kurzanalyse_zum_Wasserstoffkernnetz.pdf; Saarländischer Rundfunk: Saarland geht nun wohl doch ans Wasserstoff-Netz, SR.de, 14.11.2023, https://www.sr.de/sr/home/nachrichten/politik_wirtschaft/saarland_teil_des_bundesweiten_wasserstoff-kernnetzes_100.html, Stand: 06.02.2024; Sponticcia, Thomas: Saarland kommt früh ans nationale Wasserstoff- Versorgungsnetz – die Details, in: Saarbrücker Zeitung (14.11.2023); Stratmann, Klaus: Energie: Habeck legt Plan für Wasserstoff-Kernnetz vor, in: Handelsblatt (14.11.2023); Stratmann, Klaus: So sieht das deutsche Wasserstoff-Netz im Jahr 2032 aus, in: Handelsblatt (14.11.2023).
- ¹⁶ FNB Gas: Wasserstoff-Kernnetz, 15.11.2023, <https://fnb-gas.de/wasserstoffnetz-wasserstoff-kernnetz/>, Stand: 12.07.2023.
- ¹⁷ Deutscher Bundestag: Wasserstoff-Kernnetz: Experten sehen Finanzierung kritisch, Deutscher Bundestag, 21.02.2024, https://www.bundestag.de/ausschuesse/a25_klimaschutz_und_energie/anhoerungen/987708-987708, Stand: 06.03.2024; Deutschlandfunk: Wasserstoffnetz – Betreiber deutscher Gas- und Wasserstoffspeicher warnen vor überdimensionierten Plänen, 05.01.2024, <https://www.deutschlandfunk.de/betreiber-deutscher-gas-und-wasserstoffspeicher-warnen-vor-ueberdimensionierten-plaenen-100.html>, Stand: 11.01.2024; Stratmann, Klaus: Energiewende: Finanzierung des Kernnetzes für Wasserstoff wackelt, in: Handelsblatt (21.02.2024), <https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/energiewende-finanzierung-des-kernnetzes-fuer-wasserstoff-wackelt/100016640.html>, Stand: 05.03.2024; Stratmann, Klaus: Kritiker halten das geplante Wasserstoff-Netz für überdimensioniert, in: Handelsblatt (06.03.2024), <https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/transformation-kritiker-halten-das-geplante-wasserstoff-netz-fuer-ueberdimensioniert/100020644.html>, Stand: 06.03.2024; Stehle, Anja: Wasserstoffausbau: So schnell fließt da nichts, in: Die Zeit (15.03.2024), <https://www.zeit.de/wirtschaft/2024-03/wasserstoffausbau-kernnetz-kritik-bundesregierung>, Stand: 29.03.2024.

- ¹⁸ FNB Gas: Antragsentwurf der Fernleitungsnetzbetreiber für das Wasserstoff-Kernnetz: Anlage 2: Leitungsmeldungen weiterer potenzieller Wasserstoffnetzbetreiber, 2023, https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Wasserstoff/Kernnetz/Downloads/Antragsentwurf_FNB_Anlage2.xlsx?__blob=publicationFile&v=2.
- ¹⁹ EHB: European Hydrogen Backbone: a European hydrogen infrastructure vision covering 28 countries, 2022, <https://ehb.eu/files/downloads/ehb-report-220428-17h00-interactive-1.pdf>, Stand: 12.06.2023; EHB: European Hydrogen Backbone: implementation roadmap – cross border projects and costs update, 2023. Online: <https://www.ehb.eu/files/downloads/EHB-2023-20-Nov-FINAL-design.pdf>, Stand: 11.01.2024.
- ²⁰ Merten, Frank; Scholz, Alexander; Krüger, Christine u. a.: Bewertung der Vor- und Nachteile von Wasserstoffimporten im Vergleich zur heimischen Erzeugung – Update, Studie für den Landesverband Erneuerbare Energien NRW e. V. (LEE-NRW), 2021, S. 116, <https://doi.org/10.48506/OPUS-7948>.
- ²¹ Küster Simic, André; Dobras, Alexander; Friedrichsen, Hauke u. a.: Emissionsarme Primärstahlproduktion mit grünem Wasserstoff: Arbeitsmarktstudie 2023, im Auftrag des Deutschen Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verbandes (DWV) e. V., Fachkommission Hydrogen Steel (HySteel), 2023, S. 9 f., https://dwv-info.de/wp-content/uploads/2023/08/230830_Studie_HySteel_Gesamtdokument_final.pdf.
- ²² Vgl. Knodt, Michèle; Rodi, Michael; Flath, Lucas u. a.: Mehr Kooperation wagen: Wasserstoff-Governance im deutschen Föderalismus; Interterritoriale Koordination, Planung und Regulierung, Potsdam 2022, https://ariadneprojekt.de/media/2022/02/Ariadne-Analyse_Wasserstoffgovernance_Februar2022.pdf, Stand: 24.02.2022.
- ²³ Saarländischer Rundfunk: Saarland gründet Wasserstoffagentur, 14.03.2023, https://www.sr.de/sr/home/nachrichten/politik_wirtschaft/saarland_gruendet_wasserstoffagentur_100.html, Stand: 12.04.2023.
- ²⁴ Nationaler Wasserstoffrat: Fachkräfte im Bereich Wasserstoff: Handlungsbedarfe, Informations- und Grundlagenpapier, 2022, S. 1, https://www.wasserstoffrat.de/fileadmin/wasserstoffrat/media/Dokumente/2022/2022-11-04-NWR-Grundlagenpapier_Handlungsbedarfe-Fachkraefte.pdf, Stand: 10.03.2023.
- ²⁵ Ebd., S. 3.
- ²⁶ Bundesregierung, Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie (wie Anm. 5), S. 29.
- ²⁷ Bundesinstitut für Berufsbildung: Wasserstoff: Fachkräftequalifizierung für den Schlüsselrohstoff der Zukunft; BIBB-Präsident Esser: „Duale Berufsbildung gut gerüstet“, Pressemitteilung, Bonn 2023, https://www.bibb.de/de/pressemitteilung_173616.php, Stand: 10.05.2023.
- ²⁸ Vgl. Nationaler Wasserstoffrat, Fachkräfte im Bereich Wasserstoff: Handlungsbedarfe (wie Anm. 24), S. 3.
- ²⁹ Vgl. ebd.
- ³⁰ Vgl. ebd., S. 4.
- ³¹ Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM): Sicherheitstechnische Eigenschaften von Erdgas-Wasserstoff-Gemischen, 2016, <https://www.bgetem.de/redaktion/arbeitsicherheit-gesundheitsschutz/dokumente-und-dateien/brancheninformationen/energie-und-wasserwirtschaft/gasversorgung/abschlussbericht-zum-forschungsvorhaben-2539-sicherheitstechnische-eigenschaften-von-erdgas-wasserstoff-gemischen>, Stand: 31.03.2024.
- ³² BG ETEM: Gasanlagen-Instandhaltung bei Wasserstoffeinsetz: Zündung vermeiden!, etem – Magazin der Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse, 2020, <https://etem.bgetem.de/5.2020/etem/zuendung-vermeiden>, Stand: 31.03.2024.
- ³³ HySafe: HIAD 2.0 – free access to the renewed hydrogen incident and accident database – HySafe, International Association for Hydrogen Safety, 28.06.2018, <https://hysafe.info/hiad-2-0-free-access-to-the-renewed-hydrogen-incident-and-accident-database/>, Stand: 31.03.2024.
- ³⁴ Clean Hydrogen Partnership: European Hydrogen Safety Panel, European Commission, 2024, https://www.clean-hydrogen.europa.eu/get-involved/european-hydrogen-safety-panel-0_en, Stand: 31.03.2024.