



WASSERSTOFF KOMPASS

05/2023



Ergebnisse des
Stakeholder-Dialogs

Inhalt

Stakeholder*innen im Fokus	3
Wasserstoff-Importkriterien	9
Klimaverträgliche Erzeugung und ökologische Gesamtwirkung	9
Internationale Anschlussfähigkeit von Importkriterien.....	11
Bedeutung geostrategischer Faktoren.....	11
Lokale Teilhabe: Wertschöpfung und Stakeholdereinbindung.....	12
Gewährleistung der Trinkwasserversorgung vor Ort.....	12
Hebel für den Markthochlauf	13
Ausrichtung des regulatorischen Rahmens.....	13
Erneuerbarer und CO ₂ -armer Wasserstoff im Jahr 2030.....	13
Herstellungspfade für Wasserstoff im Jahr 2030.....	14
CO ₂ -armer Wasserstoff im Schatten der Energiekrise.....	15
Definition erneuerbaren beziehungsweise CO ₂ -armen H ₂	15
Mengen- versus Klima- und Umweltschutzziele.....	15
Priorisierung der Anwendungen	17
Ziele und Dauer einer Priorisierung.....	17
Instrumente für die Priorisierung.....	18
Kriterien zur Priorisierung.....	18
Öffentliche Wahrnehmung	19
Umfrageergebnisse zu Marktchancen.....	19
Brennpunkte im Wasserstoffdiskurs.....	20
Impulse für die Kommunikation der Bundesregierung.....	20
Öffentliche Debatte und Kritik	21
Partizipation an Planungsverfahren	21
Anpassungsbedarf in Schule, Aus- und Weiterbildung	22
Fazit	23
Literaturverzeichnis	24
Impressum	26

Stakeholder*innen im Fokus

Wasserstoff (H₂) ist als Energieträger ein wichtiger Baustein für den Aufbau einer klimaneutralen Wirtschaft. Um die hierfür nötige Transformation des Energiesystems schnell voranzubringen und Deutschland als Leitanbieter für Wasserstofftechnologien am Weltmarkt zu positionieren, hat die Bundesregierung im Jahr 2020 die Nationale Wasserstoffstrategie veröffentlicht. Als Maßnahme 23 soll gemeinsam mit Stakeholder*innen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Zivilgesellschaft eine nationale Wasserstoff-Roadmap auf den Weg gebracht werden (vgl. BMWi 2020, S. 24). Der gemeinsam von acatech und DECHEMA getragene Wasserstoff-Kompass zeigt projektierte Erzeugungskapazitäten und branchenspezifische Bedarfe auf, stellt Handlungsoptionen, deren Chancen und Risiken dar und verweist auf entsprechende Forschungs- und Entwicklungs-(FuE)-Bedarfe - und bildet so das Fundament für die innovations- und forschungspolitische Strategie einer deutschen Wasserstoff-Roadmap. Für alle Handlungsoptionen werden im Rahmen des Projektproduktes H₂-Kompass anhand transparenter Kriterien Voraussetzungen und mögliche Folgen beschrieben sowie Vor- und Nachteile

benannt. Grundlage hierfür bilden zum einen die kontinuierliche Auswertung relevanter wissenschaftlicher Studien (Meta-Analyse), die gekoppelt ist mit einer Diskussion der Ergebnisse mit Branchenvertreter*innen, zum anderen ein umfassender Stakeholder-Dialog (SD).

Die Ergebnisse dieses Stakeholder-Dialogs, der mit Vertreter*innen aus Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und organisierter Zivilgesellschaft stattfand, beleuchten die Perspektiven verschiedener Interessengruppen auf den Wasserstoffhochlauf. Eingebunden in das Format waren zudem Mitglieder der im Verbund organisierten Wasserstoff-Leitprojekte sowie Vertreter*innen relevanter FuE-Projekte. Ergebnisse bereits durchgeführter oder laufender Befragungen von Stakeholder*innen durch andere Akteure flossen in die Arbeit ein. Die breite Beteiligung von Stakeholder*innen im Rahmen des Formats trug den vielfältigen Möglichkeiten und Sichtweisen der sektorübergreifenden Wasserstoffproduktion und -nutzung Rechnung.

Zu Beginn des Dialogprozesses, im Herbst 2021, wurde eine Umfrage unter Stakeholder*innen durchgeführt (vgl. acatech/DECHEMA 2022, S. 2). Deren Ziel war es, ein

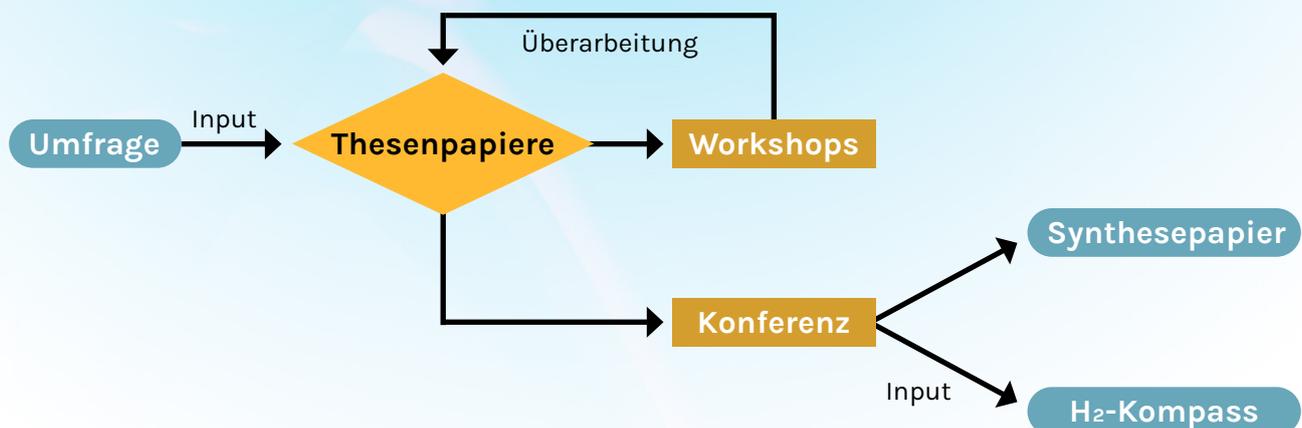


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Stakeholder-Dialogs im Rahmen des Projekts Wasserstoff-Kompass

erstes Meinungsbild zum Themenfeld Wasserstoffwirtschaft zu skizzieren und wichtige Implikationen für deren Aufbau und Hochlauf zu ermitteln. An der Umfrage nahmen knapp 600 Personen teil. Aus der Zusammenschau der Umfrageergebnisse heraus wurden anschließend besonders relevante und kontroverse Problemfelder identifiziert und vier hierauf bezogene Thesenpapiere verfasst. Auf Basis dieser Thesenpapiere wurden zwischen April und September 2022 sodann vier Onlineworkshops veranstaltet, in deren Rahmen die Thesenpapiere inhaltlich überprüft und überarbeitet werden konnten.

Die überarbeiteten Thesenpapiere bildeten die Grundlage einer zweitägigen Konferenz unter dem Titel „Wasserstoff-Dialog“, die im Oktober 2022 in Berlin stattfand. Dort wurden sie einem erweiterten Kreis von Stakeholder*innen vorgestellt und gemeinsam in mehreren World-Cafés diskutiert. Der „Wasserstoff-Dialog“ brachte knapp 400 Stakeholder*innen zusammen und bot somit die Möglichkeit, weitere Informationen zu sammeln, auszuwerten und aufzubereiten – und diese so für das Projektprodukt H₂-Kompass, nutzbar zu machen.

Der Stakeholder-Dialog hat gezeigt, dass grundlegende Fragen zum Wasserstoffhochlauf noch offen sind und dazu auf Seiten der Stakeholder*innen unterschiedliche Zielvorstellungen bestehen. Die Abbildung 2 führt die im Stakeholder-Dialog diskutierten Aspekte auf und ordnet ein, ob die Stakeholder*innen sie eher einheitlich oder eher kontrovers diskutierten. Die meisten Aspekte werden bereits in der vorliegenden Publikation näher ausgeführt. Die übrigen Aspekte, die aufgrund ihrer Detailtiefe nicht Teil der vorliegenden Publikation sind, werden in das Projektprodukt H₂-Kompass einfließen und ab Herbst 2023 auf www.wasserstoffkompass.de öffentlich zugänglich gemacht.

Als Synthesepapier bündelt die vorliegende Publikation Ergebnisse des Stakeholder-Dialogs zu den vier Themen Import- und Nachhaltigkeitskriterien, Politische Stellschrauben für den heimischen Markthochlauf, Priorisierung von Wasserstoffanwendungen, Öffentliche Wahrnehmung von Wasserstofftechnologien und dem Management von Erwartungen von Stakeholder*innen durch die Bundesregierung. Zudem unterstreicht sie die wichtige Stellung des Stakeholder-Dialogs im Projekt und schafft Transparenz bezüglich des Dialogprozesses.

Die vier Themen werden im Folgenden kapitelweise behandelt, wobei neben eindrucklichen Beispielen vor

allem markante Aspekte, die der Dialog zutage gefördert hat, im Fokus der Darstellung stehen:

1. Erarbeitung von Import- und Nachhaltigkeitskriterien

Im Rahmen der Diskussion um die Frage, ob und woher Wasserstoff nach Deutschland importiert werden sollte, spielten geostrategische Aspekte eine große Rolle – auch vor dem Hintergrund bisheriger (fossiler) Abhängigkeiten. Die hiermit wiederum verbundene Frage nach der Klimaverträglichkeit solcher Importe sowie den Arbeits- und Produktionsbedingungen vor Ort war ebenfalls Bestandteil der Diskussion.

2. Politische Stellschrauben für den heimischen Markthochlauf

Thematisiert wurden in diesem Zusammenhang konkrete Lösungsansätze für einen schnellen Hochlauf in Deutschland. Strittig war dabei vor allem die Frage, welche Methoden der Wasserstoffherstellung zu welchem Zeitpunkt Berücksichtigung durch eine (finanzielle) Förderung finden sollten und wie sich diese Förderung auf den Erfolg von Geschäftsmodellen auswirken könnte.

3. Priorisierung von Wasserstoffanwendungen

Vor dem Hintergrund der Hypothese, dass die Bundesregierung den Wettbewerb für verschiedene Wasserstoffanwendungen zielgerichtet beeinflussen möchte, wurde diskutiert, wie der Einsatz von staatlich gefördertem Wasserstoff zu Beginn des Hochlaufs staatlich beeinflusst werden könnte. Dabei ging es auch um die grundsätzliche Frage, ob eine Priorisierung bestimmter Anwendungen die mit dem Hochlauf in Verbindung stehenden Ziele überhaupt begünstigen würde.

4. Öffentliche Wahrnehmung von Wasserstoff und Management der Erwartungen von Stakeholder*innen durch die Bundesregierung

Im Zentrum der Diskussion stand die Frage, wie und zu welchen Themen des Wasserstoffhochlaufs die Bundesregierung kommunizieren könnte und wie Beteiligungsformate organisiert werden könnten.

Zum Ende der Darstellung werden die wichtigsten Punkte des Stakeholder-Dialogs zusammengefasst.

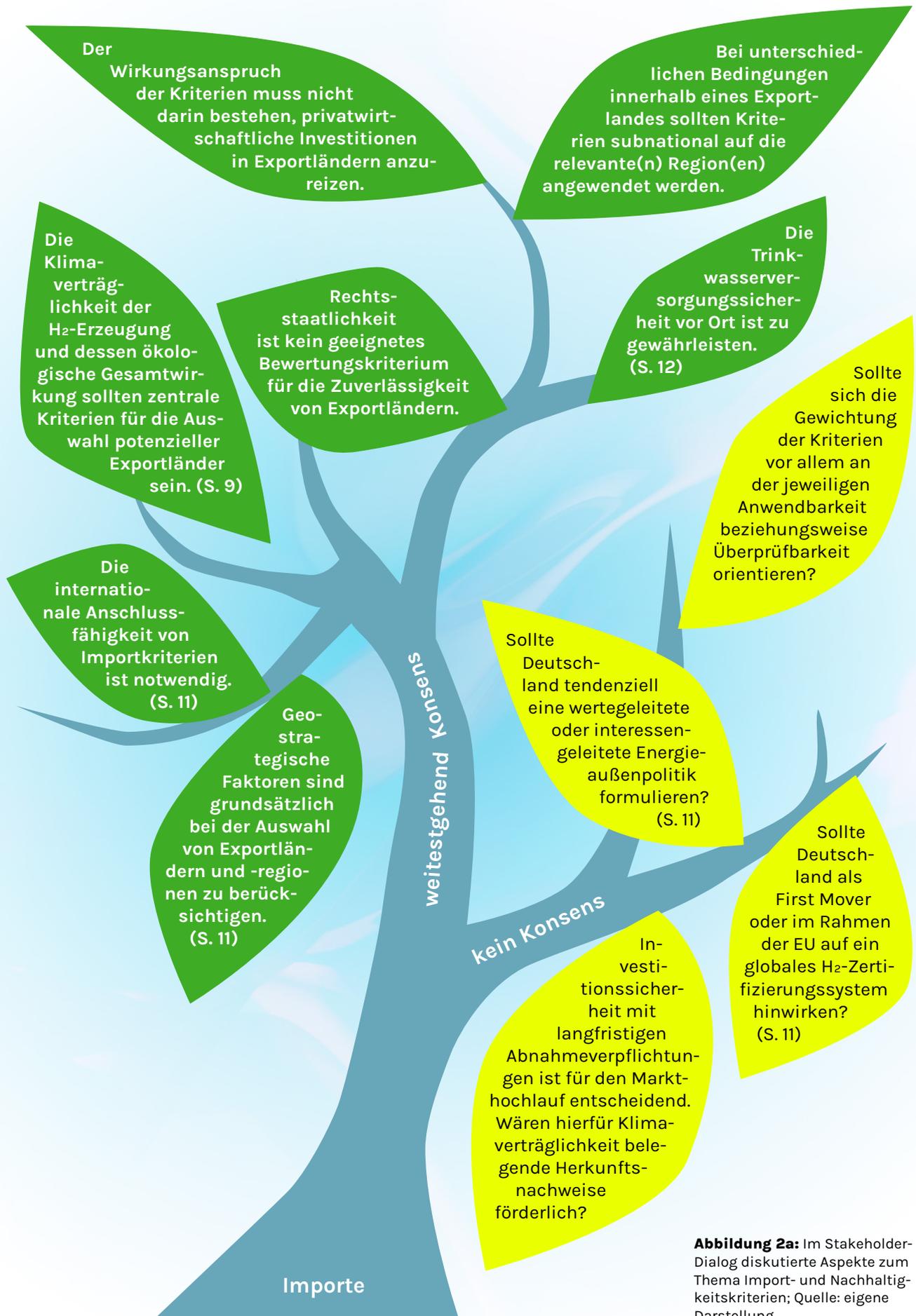


Abbildung 2a: Im Stakeholder-Dialog diskutierte Aspekte zum Thema Import- und Nachhaltigkeitskriterien; Quelle: eigene Darstellung



Abbildung 2b: Im Stakeholder-Dialog diskutierte Aspekte zum Thema Politische Stellschrauben für den heimischen Markthochlauf; Quelle: eigene Darstellung



Abbildung 2c: Im Stakeholder-Dialog diskutierte Aspekte zum Thema Priorisierung von Anwendungen; Quelle: eigene Darstellung

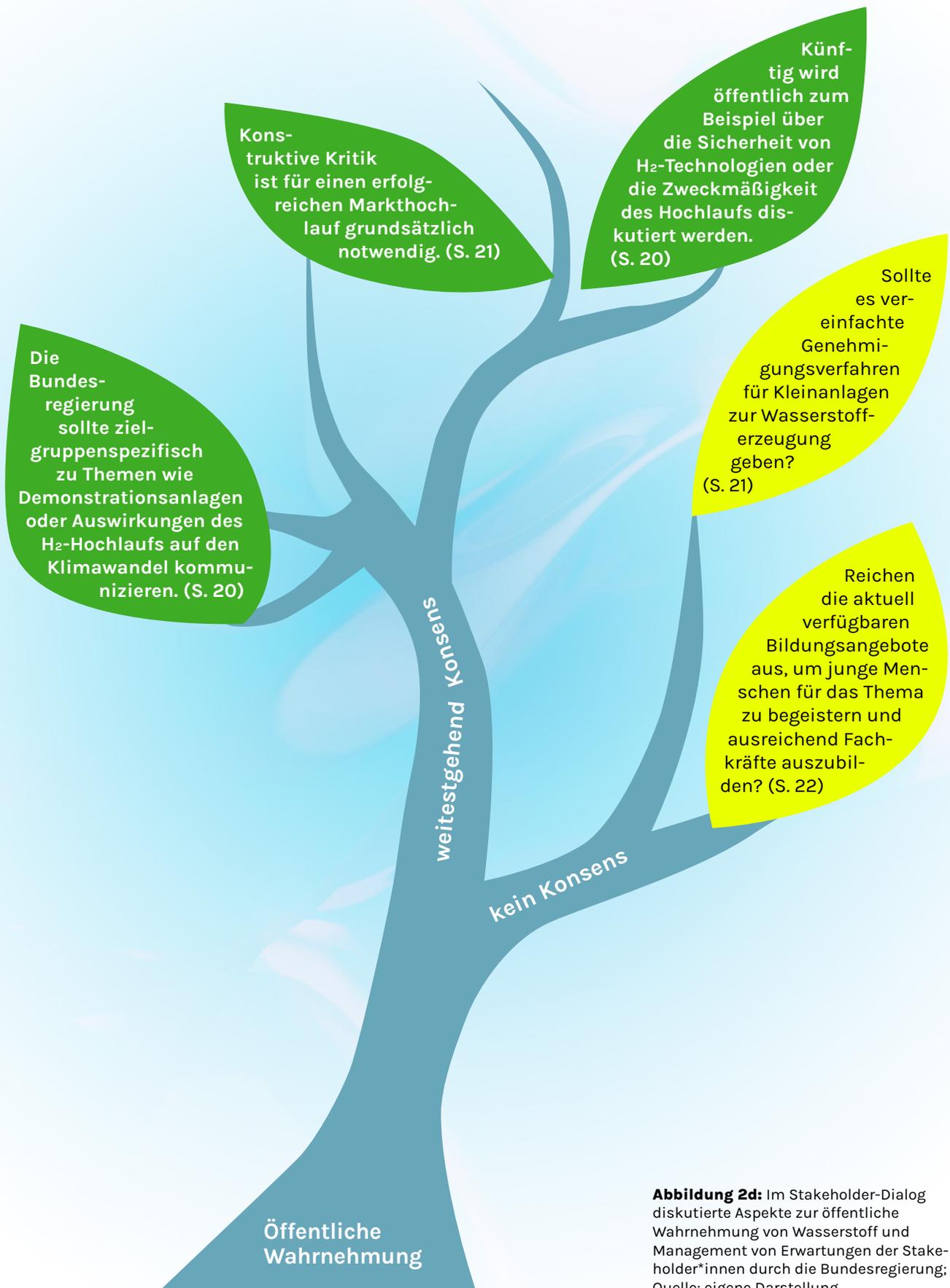


Abbildung 2d: Im Stakeholder-Dialog diskutierte Aspekte zur öffentlichen Wahrnehmung von Wasserstoff und Management von Erwartungen der Stakeholder*innen durch die Bundesregierung; Quelle: eigene Darstellung

Wasserstoff-Importkriterien

Angesichts des im deutschen Klimaschutzgesetz verankerten Ziels, bis zum Jahr 2045 als Industrieland klimaneutral zu werden, besteht weitestgehend Konsens in Gesellschaft, Politik und Wissenschaft über die Notwendigkeit eines schnellen Hochlaufs der Wasserstoffwirtschaft in Deutschland. Sowohl die Nationale Wasserstoffstrategie wie auch die Ergebnisse der Stakeholderumfrage im Kompassprojekt bestätigen diese Einschätzung. Einigkeit besteht zudem bei der Prognose, dass die benötigten Mengen an erneuerbarem Wasserstoff die heimischen Erzeugungskapazitäten dauerhaft deutlich übersteigen werden. Daraus ergibt sich wiederum die Annahme eines erheblichen Bedarfs an Importen von Wasserstoff beziehungsweise seinen Derivaten. Um diese Importbedarfe realisieren zu können, sollten bereits vor dem Hochlauf relevanter Importmengen gemeinsam mit der Stakeholdercommunity spezifische (Nachhaltigkeits-)Kriterien für Einfuhr und Nutzung von Wasserstoff formuliert und implementiert werden.

Die konkrete Bestimmung solcher Importkriterien wurde im Rahmen des Stakeholder-Dialogs gleichwohl sehr kontrovers diskutiert. Gleiches gilt für andere zentrale Aspekte einer Wasserstoffimportwirtschaft, wie im Folgenden auszuführen ist.

Klimaverträgliche Erzeugung und ökologische Gesamtwirkung

Welch herausragende Bedeutung die Pariser Klimaziele aus Stakeholdersicht auch beim Import von Wasserstoff einnehmen, hat bereits die oben erwähnte Umfrage gezeigt (siehe Abbildung 3; vgl. acatech/DECHEMA 2021, S. 32). So gaben 61 Prozent der Befragten an, das „Ziel des Exportlands, Wasserstoff im Einklang mit dem Pariser Klimaschutzabkommen klimaneutral oder CO₂-arm zu erzeugen“, sei die wichtigste Bedingung für die Auswahl potenzieller Exportländer – womit dieses Kriterium mit großem Abstand am häufigsten genannt wurde.

Welcher Wasserstoff ist gemeint?

☛ Erneuerbarer Wasserstoff

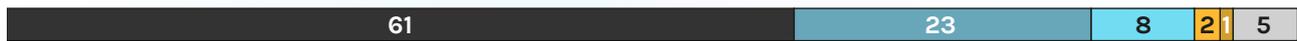
Wasserstoff, der gemäß der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (2018/2001/EG) mithilfe erneuerbarer Energien gewonnen wurde.

☛ CO₂-armer Wasserstoff

Wasserstoff, der nicht mithilfe erneuerbarer Energien gewonnen wurde und dessen Herstellung mindestens 70 Prozent weniger Treibhausgas-

emissionen verursacht als Wasserstoff, der per Dampfreformierung von Erdgas erzeugt wurde (ohne CO₂-Abscheidung und -Speicherung). Als Referenz für die Treibhausgasemissionen von Wasserstoff auf Erdgas-Basis (ohne CO₂-Abscheidung und -Speicherung) gilt der in der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (2018/2001/EG) festgeschriebene Wert von 94 Gramm CO₂-Äquivalente pro Megajoule.

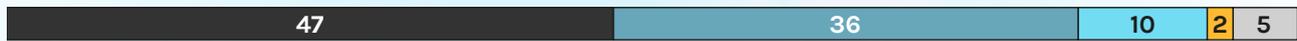
Ziel des Exportlands, Wasserstoff im Einklang mit dem Pariser Klimaschutzziel klimaneutral oder CO₂-arm zu erzeugen



politische Stabilität



günstige bis moderate Erzeugungs- und Transportkosten



Ziel des Exportlands, seinen Gesamtenergiebedarf im Einklang mit dem Pariser Klimaschutzziel klimaneutral zu decken



gemeinsames Wirtschaftsabkommen



Vorhandensein ausreichender Süßwasserressourcen im Exportland (z.B. durch Meerwasserentsalzung)



geopolitisches Kräfteverhältnis in der Region des Exportlands



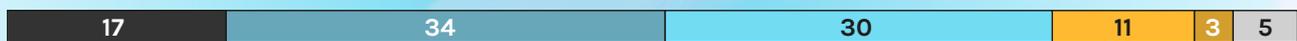
existierende Energiepartnerschaften, Handelsbeziehungen und Unternehmenskooperationen



bestehende Infrastrukturen



gemeinsamer Rechtsraum



aktueller Grad der Dekarbonisierung des Exportlands

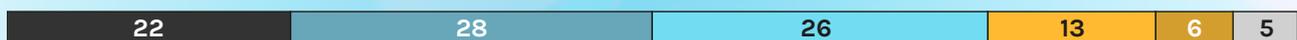


Abbildung 3: Kriterien für die Auswahl von Exportländern im Handel von Wasserstoff und seinen derivaten, Angaben in Prozent, n = 596 (Quelle: acatech/DECHEMA 2021, S. 32)

Der weitere Verlauf des Stakeholder-Dialogs offenbarte, dass diese klimapolitische Anforderung auch nach dem Beginn des russischen Angriffskriegs in der Ukraine Bestand hatte. Die komplexen Herausforderungen, die der Klimawandel mit sich bringt, wurden mehrfach von allen Stakeholdergruppen betont. Für sie ist somit weiterhin der Aufbau einer nationalen, einer europäischen und einer globalen Wasserstoffwirtschaft ein wichtiger Baustein zur Defossilisierung des Energiesystems und der Grundstoffindustrie.

Dass bei diesem Vorhaben ein international möglichst anschlussfähiges Zertifizierungssystem für er-

neuerbaren und CO₂-armen Wasserstoff helfen würde, wurde von vielen Stakeholder*innen bescheinigt, allerdings wurde dessen Ausgestaltung wiederum kontrovers diskutiert. Zum einen vertraten verschiedene Stakeholder*innen die Auffassung, Deutschland und – sofern möglich – die Europäische Union (EU) sollten nach dem First-Mover-Prinzip vorangehen und schnellstmöglich ein eigenes Zertifizierungssystem etablieren; denn schnelles Agieren sei im internationalen Wettstreit unverzichtbar, um sich eigene Marktanteile sichern zu können. Andere Diskussionsteilnehmer*innen argumentierten hingegen

konsensorientiert und kooperativ; sie schlugen vor, dass Deutschland und die EU gemeinsam mit anderen Staaten ein Zertifizierungssystem entwickeln sollten, da nur auf diese Weise ein funktionierender globaler Markt entstehen könne. Die hier sichtbar werdende Spannung zwischen schnellem, proaktivem, unilateralem Handeln und potentiell langwieriger kooperativer Außenpolitik begleitete die Diskussion um den Wasserstoffimport auch jenseits der Zertifizierungsdebatte und zeigte sich so unter anderem auch bei der Frage nach der Definition eines Kriterienkatalogs.

Internationale Anschlussfähigkeit von Importkriterien

Einig zeigten sich die Stakeholder*innen darin, dass ein gesamteuropäischer, also durch die EU zu implementierender Kriterienkatalog für den Wasserstoffimport einem deutschen Alleingang gegenüber zu bevorzugen sei. Ein zentraler Grund hierfür ist formaler Art, da die EU für ihre Mitgliedstaaten die ausschließliche Zuständigkeit in allen handelspolitischen Belangen besitzt. Nicht von ungefähr war der Ansatz einer multilateralen, gesamteuropäischen Lösung auch in der bereits erwähnten Zertifizierungsdiskussion präsent.

Auf inhaltlicher Ebene betonten die verschiedenen Stakeholdergruppen, dass sich sowohl Deutschland als auch die EU in einem globalen Wettstreit um Marktmacht und Marktanteile befänden. Als Beispiel sei hier der Inflation Reduction Act in den USA genannt, dessen wirtschaftliche Auswirkungen hierzu-lande von vielen Stakeholder*innen aufmerksam verfolgt werden.

Im Anschluss an diese zwei Argumente kamen die Stakeholder*innen überein, dass eine von Deutschland vorgenommene Gewichtung von Importkriterien sowohl innerhalb der EU als auch international als Diskussionsgrundlage und womöglich Blaupause anschlussfähig sein sollte. Denn je anschlussfähiger ein einzelnes Importkriterium beziehungsweise der Kriterienkatalog als Ganzes sei, desto größer seien auch Deutschlands Möglichkeiten, die internationale Ausarbeitung von Maßstäben und Standards zu beeinflussen und eigene (Wert-)Vorstellungen einfließen zu lassen – so der Konsens der Diskussion. Idealerweise schaffe es Deutschland also, seine Vorstellungen zur

Auswahl und Gewichtung von Importkriterien im Rahmen eines EU-Rechtsakts proaktiv einzubringen und umzusetzen, ohne während des Aushandlungsprozesses auf EU-Ebene eigene, nationale Ambitionen zurückstellen zu müssen.

Bedeutung geostrategischer Faktoren

Im Laufe des Stakeholder-Dialogs zeigte sich mehrfach, dass die beteiligten Personen den russischen Angriffskrieg als Zäsur der europäischen Nachkriegsordnung wahrnahmen. Wenig überraschend kamen sie zu dem einhelligen Urteil, dass die europäische Energieaußenpolitik neu bewertet und ausgerichtet werden sollte. Dabei war die Diskussion im Herbst 2022 spürbar durch die damals drohende Gasmangel-lage gekennzeichnet.

Im Kern wurde damals die grundsätzliche Frage diskutiert, inwiefern Deutschland eine wertegeleitete Energieaußenpolitik betreiben oder aber den Erfordernissen einer interessenbasierten Energieaußenpolitik folgen solle. In Anbetracht der damaligen Situation war es wiederum wenig überraschend, dass diese sowohl fundamentale als auch hoch komplexe Frage kontrovers diskutiert wurde.

Konkreter wurde die Diskussion dann bei der Fragestellung, welchen Kriterien das politische System eines Exportlands genügen müsse. Von verschiedenen Stakeholdergruppen wurde in diesem Zusammenhang angemahnt, dass weder Rechtsstaatlichkeit noch politische Stabilität hinreichende Auswahlkriterien sein sollten – erstens weil Rechtsstaatlichkeit in Exportländern und -regionen nicht zwingend impliziere, dass die dortigen Exporteure zuverlässig agieren würden; und zweitens weil aus der politischen Stabilität eines Exportlands oder einer Exportregion nicht folge, dass die dortige Politik auch den Ansprüchen der eigenen, wertorientierten Energieaußenpolitik entspreche.

Ein Konsens wurde allerdings bei den folgenden Punkten erzielt:

- Vermeidung einseitiger Abhängigkeiten bei Energieversorgung und Wasserstoffimporten
- keine Wiederaufnahme der energiepolitischen Beziehungen mit Russland auf absehbare Zeit

- prioritärer Ausbau der heimischen Erzeugungskapazitäten für Wasserstoff, was auch den massiven Ausbau der erneuerbaren Energien impliziert
- Forcierung des Ausbaus von Kapazitäten zur Wasserstoffherstellung auf EU-Ebene

Lokale Teilhabe: Wertschöpfung und Stakeholdereinbindung

Aus Stakeholdersicht ist lokale Teilhabe ein unverzichtbarer Baustein beim schnellen Aufbau einer globalen Wasserstoffwirtschaft. Dabei kann lokale Teilhabe sowohl materiell als auch ideell verstanden werden: Materielle Teilhabe impliziert zum einen die monetäre Beteiligung der Zivilgesellschaft, zum anderen die Wertschöpfung vor Ort. Ideelle Teilhabe beinhaltet hingegen die politische Einbindung von Stakeholdergruppen bei Projektplanung und -umsetzung.

Aus dem Verständnis der lokalen Teilhabe als global wirkendem Erfolgsfaktor folgt wiederum die Forderung, auch in möglichen Exportländern die lokale Dimension in den Blick zu nehmen. Denn Projekte auf einer regionalen Ebene erlauben es unmittelbar, mit den dortigen zivilgesellschaftlichen Stakeholder*innen in den Kontakt zu treten und eine Einbindung, also Teilhabe, der lokalen Bevölkerung zu gewährleisten.

Dabei wurde von Stakeholder*innen mehrfach betont, dass positive Effekte für die Transformation des Energiesystems, die von Bürgerbeteiligungen ausgehen, nicht auf Deutschland beschränkt seien. Partizipation wirke auch in möglichen Exportländern – Akzeptanzförderung ist ein universelles Werkzeug für die globale Energiewende.

Zudem wiesen die Stakeholder*innen darauf hin, dass die Neuordnung des weltweiten Energiesystems durch Defossilisierung und den Aufbau einer globalen

Wasserstoffwirtschaft gleichermaßen Chance, Herausforderung und Pflicht sei; dass hierbei alte Fehler in der internationalen Zusammenarbeit vermieden und neue Wege beschritten werden müssten. Eine zukünftige globale Wasserstoffwirtschaft dürfe nicht in einen neuen „Energiekolonialismus“ führen, sondern solle als wirkungsvolles Instrument der Entwicklungszusammenarbeit verstanden werden – als Chance, den Graben zwischen globalem Süden und Norden zu verkleinern.

Gewährleistung der Trinkwasserversorgung vor Ort

Zu einem breiten Konsens im Stakeholderkreis führte die Diskussion des Problemfelds Trinkwasserversorgung. Auch wenn man dieses Importkriterium im weiter gespannten Kontext des Ressourcenmanagements betrachten kann, wurde deutlich, dass eine herausgelöste, singuläre Betrachtung hier von herausragender Bedeutung ist. Denn die elektrolytische Wasserspaltung und dem damit einhergehenden Frischwasserbedarf wird in der zukünftigen Wasserstoffindustrie eine tragende Rolle spielen.

In den Exportländern und -regionen müsse daher nach Meinung der Stakeholder*innen die Wasserverfügbarkeit stets gewährleistet sein. Dies impliziere, dass die Nutzung von Süßwasser zur Wasserstoffproduktion nicht zum Nachteil der Trinkwasserversorgung oder der landwirtschaftlichen Wassernutzung ausfüllen dürfe. Eine kritische Verringerung von Grundwasserpegeln aufgrund industriebedingter Entnahme sei ebenfalls auszuschließen.

Perspektivisch solle zudem auch die Entsalzung von Meerwasser berücksichtigt werden. Auch hier sei eine materielle Teilhabe der lokalen Bevölkerung, zum Beispiel durch die Bereitstellung von Trinkwasser aus Entsalzungsanlagen für die Wasserelektrolyse wichtig.

Hebel für den Markthochlauf

Um den künftigen Wasserstoffbedarf hierzulande nicht ausschließlich durch Importe decken zu müssen, sollten Unternehmen zügig Geschäftsmodelle für die heimische Produktion entwickeln, die sich planungs- und rechtssicher umsetzen lassen. Das gilt umso mehr, als Importe zu Beginn des industriellen Hochlaufs in Deutschland aufgrund unzureichend entwickelter Elektrolysekapazitäten für die Wasserstoffherstellung im Ausland und noch ungenügender Infrastruktur im Inland eingeschränkt sein werden. Vor diesem Hintergrund hat die Bundesregierung das Ziel definiert, die Elektrolyseleistung hierzulande bis zum Jahr 2030 auf 10 Gigawatt zu steigern. Bei der Entwicklung entsprechend geeigneter Geschäftsmodelle sind zunächst drei Hürden zu überwinden:

- Die Preislücke zwischen auf erneuerbarem Wasserstoff beziehungsweise seinen Derivativen basierten Produkten oder Prozessen und den fossilbasierten Alternativen
- fehlende Absatzmärkte
- geringe Investitionssicherheit aufgrund unklarer regulatorischer Rahmenbedingungen

Ausrichtung des regulatorischen Rahmens

Das oben benannte Problem der fehlenden Absatzmärkte verweist auf den Zusammenhang zwischen fehlenden Geschäftsmodellen für die erneuerbare Wasserstoffproduktion auf der einen Seite und dem Scheitern von Geschäftsmodellen für die Anwendung des Wasserstoffs auf der anderen. Daher muss der regulatorische Rahmen, so er den Hochlauf der heimischen Wasserstoffwirtschaft unterstützen soll, nicht nur die Herstellung, sondern auch den Einsatz

von Wasserstoff und die entsprechende Logistik berücksichtigen, also die gesamte Wertschöpfungskette der Wasserstoffwirtschaft umfassen. Der politische Rahmen sollte zudem kohärent sein und sich an Klimaschutzzielen und weiteren Nachhaltigkeitskriterien orientieren.

Im Dialog des Kompassprojekts zeigten sich die Stakeholder*innen in Bezug auf viele politische Maßnahmen einig (siehe Abbildung 2). Deziert kontroverse Meinungen waren selten – eine solche Ausnahme betraf allerdings die Option, bis zum Jahr 2030 CO₂-armen Wasserstoff staatlich zu unterstützen, um die Entwicklung verschiedener wasserstoffbasierter Geschäftsmodelle anzuregen und voranzutreiben.

Erneuerbarer und CO₂-armer Wasserstoff im Jahr 2030

Im Rahmen der 2021 durchgeführten Umfrage (vgl. acatech/DECHEMA 2021) wurde den beteiligten Stakeholder*innen unter anderem folgende Frage gestellt: ‚Welcher Anteil des in Deutschland genutzten Wasserstoffs sollte aus Ihrer Sicht zukünftig klimaneutral bzw. CO₂-arm sein?‘ (siehe acatech/DECHEMA 2021, S. 17).

Laut Umfrage vertraten mehr als drei Viertel den Standpunkt, dass Deutschland im Jahr 2030 eine Mischung aus erneuerbarem und CO₂-armem Wasserstoff nutzen solle. Genauer gesagt erklärten 78 Prozent der Befragten, dass bis zur Hälfte des hier genutzten Wasserstoffs im Jahr 2030 CO₂-arm sein solle; und rund 70 Prozent der Befragten waren der Meinung, dass bis zur Hälfte des heimisch genutzten Wasserstoffs bis 2030 sogar erneuerbar sein solle.

Deutlich weniger Stakeholder*innen plädierten hingegen für eine noch stärkere Rolle des erneuerbaren oder des CO₂-armen Wasserstoffs: So waren 10 Pro-

zent der Befragten der Meinung, (fast) der gesamte in Deutschland genutzte Wasserstoff (zwischen 90 Prozent und 100 Prozent der gesamten Wasserstoffmenge) solle 2030 klimaneutral sein. Und knapp 10 Prozent der Befragten lagen mit ihren Zielvorstellungen für den Anteil CO₂-armen Wasserstoff an der Gesamtwasserstoffmenge für das Jahr 2030 im Bereich von mehr als 50 Prozent und bis zu 100 Prozent.

Herstellungspfade für Wasserstoff im Jahr 2030

Es ist wichtig anzumerken, dass es bei der Umfrage aus dem Jahr 2021 im Kontext der Herstellungspfade zunächst um den in Deutschland zwar genutzten, aber nicht zwangsläufig auch hier erzeugten Wasserstoff

ging. Es wurde darauf aufbauend gefragt, welche Herstellungspfade im Jahr 2030 die größten Anteile an der inländischen Erzeugung von Wasserstoff und seinen Derivaten haben würden (nur drei Pfade durften ausgewählt werden). Der klimaneutrale Herstellungspfad der Wasserelektrolyse mithilfe von erneuerbarem Strom lag bei den Ergebnissen klar vorne. CO₂-arme Herstellungspfade wie die Wasserelektrolyse mithilfe von nicht ausschließlich erneuerbarem Strom sowie die Erdgasreformierung mit CO₂-Abscheidung und -Speicherung (Carbon Capture and Storage, CCS) wurden ebenfalls oft genannt – und zwar von fast der Hälfte beziehungsweise über einem Drittel der Befragten. Zur Erinnerung: Die Befragung wurde vor dem russischen Überfall auf die Ukraine durchgeführt (siehe Abbildung 4).

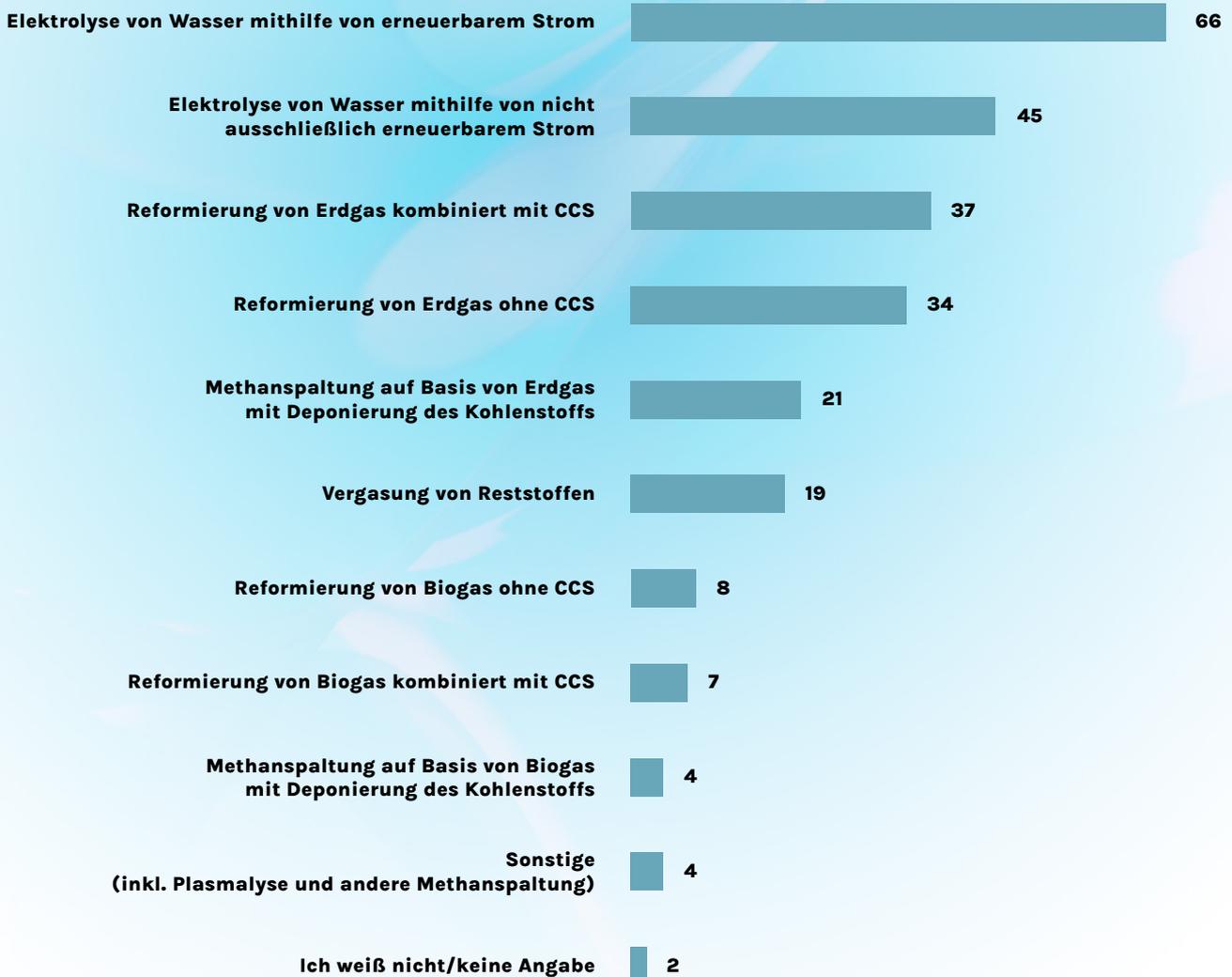


Abbildung 4: Umfrageergebnisse zu den mutmaßlich wichtigsten Herstellungspfaden für Wasserstoff und seine Derivate im Jahr 2030 in Deutschland, Angaben in Prozent, n = 596 (Quelle: acatech/DECHEMA 2021, S.27)

CO₂-armer Wasserstoff im Schatten der Energiekrise

Nach Beginn des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine und mit der kriegsbedingten Energiekrise kamen Zweifel auf, ob CO₂-arme Herstellungspfade wie die Erdgasreformierung mit CCS noch eine politisch forcierte Übergangslösung darstellen könnten oder ob sich die staatliche Förderung auf die Erzeugung grünen Wasserstoffs, also die Herstellung auf Basis erneuerbarer Energiequellen beschränken sollte.

Folgende These wurde im Stakeholder-Dialog des Kompassprojekts in diesem Zusammenhang besonders kontrovers diskutiert:

☛ *Damit eine Wasserstoffwirtschaft entstehen kann und der schnelle Hochlauf gelingt, müssen Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette staatlich unterstützt werden, auch wenn der Wasserstoff nicht oder nicht vollständig klimaneutral hergestellt wird.*

Es zeigte sich sehr schnell, dass die Mehrheit der Teilnehmenden eine starke Präferenz für die Produktion beziehungsweise den Einsatz von erneuerbarem Wasserstoff hatten, gefolgt von einer mehr oder weniger ausgeprägten Affinität für andere, nicht ausschließlich erneuerbare Herstellungspfade. In diesem Zusammenhang wurde von den meisten Stakeholder*innen ausdrücklich darauf hingewiesen, dass man nur dann auf nicht mittels erneuerbarer Energien erzeugten Wasserstoff zurückgreifen sollte, wenn dieser zur Bedarfsdeckung notwendig sei. Eine Minderheit äußerte in diesem Zusammenhang die Meinung, dass ausschließlich mit erneuerbarem Strom erzeugter Wasserstoff gefördert werden sollte. So wurde klar, dass innerhalb der Stakeholdercommunity weiterhin keine Einigkeit über die Frage besteht, ob der deutsche Staat mittelfristig nur die erneuerbare oder auch die CO₂-arme Herstellung von Wasserstoff und seinen Derivaten fördern sollte.

Definition erneuerbaren beziehungsweise CO₂-armen H₂

Außerdem wurde von Stakeholderseite darauf hingewiesen, dass die sogenannte Farbenlehre (beispielsweise „grüner Wasserstoff“) und Labels wie „CO₂-frei“ für die komplexen Herstellungspfade von Wasserstoff

unzureichende Definitionen bieten. Bereits in Gebrauch befindliche Definitionen wie die der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (EU) 2018/2001 (RED II) bestimmen Vorgaben für die Erzeugung von Wasserstoff zum Einsatz in spezifischen Sektoren. Beispielsweise gelten im Falle der RED II die Definitionen nur für den Verkehrssektor. Ob es sinnvoll ist, solche wie in der RED II nicht explizit allgemeingültige Definitionen breit anzuwenden, sollte geprüft werden.

Aus dieser Diskussion lassen sich zwei Ansatzpunkte für mehr Planungs- und Investitionssicherheit sowie die Entwicklung erfolgreicher Geschäftsmodelle ableiten: erstens eine Entscheidung darüber, ob nur mittels erneuerbarer Energien hergestellter Wasserstoff oder ob sowohl dieser erneuerbare als auch CO₂-arme Wasserstoff staatlich unterstützt werden sollte; und zweitens die Festlegung rechtlich allgemeingültiger Definitionen von erneuerbarem und CO₂-armem Wasserstoff.

Mengen- versus Klima- und Umweltschutzziele

In diesem Zusammenhang und im Bewusstsein des Zielkonflikts zwischen Bedarfsdeckung und Klima beziehungsweise Umweltschutz diskutierten die Stakeholder*innen insbesondere folgende Fragen kontrovers:

- Mit welcher Geschwindigkeit entwickelt sich der jeweilige Ausbau erneuerbarer und CO₂-armer Erzeugungskapazitäten? Der zügige Ausbau von Anlagen zur Gewinnung erneuerbarer Energien ist eine Grundvoraussetzung für die klimaneutrale Wasserstoffherstellung. Wenn die notwendige Ausbaugeschwindigkeit nicht erreicht werde, könnten alternative Erzeugungspfade erwogen werden.
- Ist die Nutzung von CO₂-armem Wasserstoff vereinbar mit dem Ziel der Klimaneutralität? Wie viele Jahre sollte die Verwendung von CO₂-armem Wasserstoff gefördert werden?
- Ist die Farbenlehre noch hilfreich für den raschen Wasserstoffhochlauf? Darf mithilfe von Atomstrom erzeugter Wasserstoff als nachhaltig bezeichnet werden? Eine Alternative wäre es, Wasserstoff nach CO₂-Intensität von dessen Herstellung statt nach Erzeugungspfad zu unterscheiden,

da die Benennung von Erzeugungspfaden nicht immer das relative Klimaschutzpotenzial verdeutlicht. Hier sei aber angemerkt, dass einige Stakeholder*innen sich dafür aussprachen, die Farbenlehre beizubehalten – aus Gründen einer leichteren Kategorisierung und einer besseren Vermarktungseignung.

Die Community bezog also nicht einheitlich Stellung zu der Frage, ob CO₂-armer Wasserstoff zu Beginn des Hochlaufs politisch unterstützt werden sollten oder nicht. Auch die Frage, wie sich eine staatliche Förderung von CO₂-armem Wasserstoff überhaupt mit der Einhaltung ökologischer Nachhaltigkeitsziele und

der Minimierung wirtschaftlicher Risiken vereinbaren ließe, wurde im Rahmen des Stakeholder-Dialogs nicht einhellig beantwortet; es lässt sich aber eine Tendenz erkennen: Dieser Tendenz zufolge benötigen Geschäftsmodelle zu Beginn des Hochlaufs der Wasserstoffwirtschaft einen regulatorischen Rahmen, der erneuerbaren und CO₂-armen Wasserstoff eindeutig definiert und beide Produktionsweisen – zumindest bis zu einem gewissen Zeitpunkt – unterstützt. Aber auch durch politische Unterstützung von CO₂-armem Wasserstoff lässt sich zu Beginn der Hochlaufphase nicht sicherstellen, dass das Angebot die erwarteten Bedarfe an Wasserstoff und seiner Derivate decken wird.

Priorisierung der Anwendungen

Die Herausforderung eines schnellen Hochlaufs der Wasserstoffwirtschaft in Deutschland besteht insbesondere darin, Erzeugung und Nutzung des Wasserstoffs gleichzeitig in großem Maßstab zum Laufen zu bringen. Für diese Hochlaufphase mit absehbar knapper Verfügbarkeit von erneuerbarem und CO₂-armem Wasserstoff bestehen im öffentlichen Diskurs verschiedene Ansichten darüber, in welchen Sektoren und Branchen Wasserstoff eingesetzt werden sollte und welche Konsequenzen sich daraus für das politische Handeln ableiten lassen.

Derzeit wird vor allem kontrovers diskutiert, ob die Verteilung von Wasserstoff und seinen Derivaten dem freien Markt überlassen werden kann oder staatlich gelenkt werden sollte. So gibt es Akteure, die einen breiten Einsatz befürworten und sich gegen eine staatliche Priorisierung bestimmter Wasserstoffanwendungen aussprechen (vgl. zum Beispiel BDI 2022, S. 13; DVGW 2021, S. 1). Andere Akteure empfehlen hingegen, dass zu Beginn des Hochlaufs vorzugsweise jene Nutzer*innen Wasserstoff oder seine Derivate erhalten, für deren Anwendungen es keine klimafreundlichen Alternativen wie beispielsweise die direkte Elektrifizierung gibt – so wie in der Stahlproduktion (vgl. zum Beispiel Agora/Guidehouse 2021, S. 17; Bett et al. 2021, S. 18; KAD 2021, S. 2; Öko-Institut 2021, S. 168; SRU 2021, S. 73).

Das Thesenpapier zur Priorisierung von Wasserstoffanwendungen basiert auf der Annahme, dass die Bundesregierung insbesondere zu Beginn des Markthochlaufs aktiv steuern würde, in welchen Bereichen staatlich geförderter Wasserstoff angewendet werden könnte. Auf dieser Grundlage diskutierten die Stakeholder*innen über Ziele, Kriterien und Dauer einer potenziellen politischen Marktsteuerung. Die Diskussion spiegelte deutlich die Kontroverse zwischen

jenen Akteuren, die einen breiten Einsatz befürworten, und solchen, die einen fokussierten Einsatz empfehlen, wider.

Ziele und Dauer einer Priorisierung

Im Workshop wurden den Stakeholder*innen die 17 globalen Nachhaltigkeitsziele (Sustainable Development Goals, SDGs) vorgelegt und mit der Frage verbunden, welche Ziele relevant für eine Priorisierung von Wasserstoffanwendungen seien. Unter den Teilnehmenden bestand weitestgehend Konsens darüber, dass im Fall einer Priorisierung von Wasserstoffanwendungen durch die Bundesregierung folgende Ziele eine Rolle spielen sollten:

- Einhaltung des Pariser Klimaschutzziels
- Gewährleistung von Energie- und Rohstoffversorgungssicherheit
- Erhalt und – wenn möglich – Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit des Industriestandorts Deutschland
- nachhaltige Gestaltung globaler Lieferbeziehungen und -ketten.

Bei der Definition weiterer Ziele zeichnete sich hingegen keine Übereinstimmung im Meinungsbild ab. DisSENS gab es so zum Beispiel bei der Frage, ob eine Priorisierung auch auf den deutschen Arbeitsmarkt zielen sollte, um hierzulande qualifizierte Arbeitsplätze zu erhalten oder sogar neu zu schaffen.

Auch die Frage, wie lange die Bundesregierung mittels Priorisierung den Markthochlauf steuern sollte, wurde kontrovers diskutiert: Während einige Stakeholder*innen ein konkretes Datum für das Ende politi-

scher Markteingriffe befürworteten (zum Beispiel das Jahr 2030), setzten andere die Dauer der staatlichen Intervention in Beziehung zur Menge des verfügbaren Wasserstoffs.

Instrumente für die Priorisierung

Im Rahmen der Diskussion erhielt die Idee Zustimmung, die Politik müsse klar definieren, was Priorisierung meint und auf welche Wasserstoffkontingente (zum Beispiel nur staatlich geförderter Wasserstoff) sie sich bezieht.

Staatliche Priorisierung ließe sich zum Beispiel durch die Neugestaltung bereits bestehender finanzieller Förderinstrumente (zum Beispiel die staatliche Förderung von öffentlich zugänglichen Wasserstofftankstellen im Straßenverkehr mit Schwerpunkt Nutzfahrzeuge) erreichen, aber auch mithilfe neuer Förderprogramme oder im Rahmen des Ordnungsrechts umsetzen. Die Frage nach der Eignung der einzelnen Instrumente wurde im Workshop kontrovers diskutiert: Einige Stakeholder*innen lehnten ordnungsrechtliche Eingriffe als massiven und wirtschaftlich schädlichen Eingriff in das unternehmerische Handeln ab. Andere hielten diese für geeignet, auf den Wettbewerb zugunsten bestimmter Wasserstoffanwendungen einzuwirken. Kontrovers geprägt war auch die Diskussion des Vorschlags, den Auf- und Ausbau spezifischer Infrastrukturen – zum Beispiel von Pipelines und Tankstellen – staatlicherseits gezielt anzuregen, um dadurch den Wettbewerb zugunsten bestimmter Wasserstoffanwendungen zu beeinflussen. Das Vorhandensein bzw. Fehlen von Infrastrukturen entscheide darüber, wo Wasserstoff angewendet werde. Als Argument für die Förderung von Infrastruk-

turen wurde angeführt, dass sich daraus Investitionssicherheiten ergäben.

Kriterien zur Priorisierung

Für den Fall einer von der Bundesregierung angestrebten Steuerung des Markthochlaufs sprachen sich die beteiligten Stakeholder*innen dafür aus, mehrere Kriterien für eine Priorisierung in den Prüfkatalog einzubeziehen. Die Frage allerdings, welche Kriterien ganz konkret festgelegt werden sollten, wurde im Verlauf der Diskussion auf verschiedene Weise beantwortet. Weniger kontrovers, aber dennoch nicht im Konsens wurden folgende Kriterien beurteilt:

- Möglichkeit, eine Anwendung direkt zu elektrifizieren
- Bilanz der Treibhausgasminderung durch den Einsatz von Wasserstoff im Vergleich zu alternativen Technologien (Bewertung mithilfe von Life Cycle Assessment – LCA)
- Bilanz positiver Wertschöpfungseffekte (unter anderem kommunale Einnahmen durch Steuern und Abgaben) und Green-Tech-Exportpotenzial

Nachfolgend sind zwei weitere Kriterien aufgeführt, die besonders kontrovers diskutiert wurden:

- Potenzial der Anwendung, Nachfrage nach Wasserstoff und seinen Derivaten in großen Mengen und dauerhaft zu generieren
- Bilanz der Umweltfolgen (zum Beispiel auf Boden, Wasser, Luft), die durch die Anwendung von Wasserstoff und seinen Derivaten und den dafür notwendigen Infrastrukturen entstehen, im Vergleich zur Nutzung anderer Ressourcen (mittels LCA)

Öffentliche Wahrnehmung

Ein zügiger und reibungsloser Markthochlauf ist auf gesellschaftlichen Rückhalt angewiesen. Daher ist es erforderlich, dass relevante Stakeholder-Gruppen den Hochlauf anerkennen und unterstützen. Es gilt also, Anspruchsgruppen möglichst zu einer aktiven Förderung zu motivieren, Widerstände hingegen zu vermeiden oder sogar abzubauen. Hierfür braucht es ein klares, realistisches Erwartungsmanagement aufseiten der Politik. Im Zentrum dieses Managements steht die Frage, welche Folgen mit dem Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft voraussichtlich einhergehen werden. Mit den kurz vor der Marktdurchdringung stehenden Wasserstofftechnologien ist die Frage verbunden, wie Chancen und Risiken dieser Technologien von betroffenen Arbeitnehmer*innen entlang der Wertschöpfungskette, von Konsument*innen und von der Öffentlichkeit bewertet werden. Der Stakeholder-Dialog konzentrierte sich vorrangig auf Aspekte, die von der Bundesregierung beeinflusst werden können. Das vorliegende Kapitel thematisiert, wie Stakeholder*innen im Dialogprozess folgende Aspekte debattierten:

- Diskurse und zielgruppenspezifische Kommunikationsformate
- Beteiligung von Bürger*innen an Planungsprozessen für Erzeugungsanlagen und Infrastrukturmaßnahmen
- Bedeutung von Schule, Ausbildung und Weiterbildung für die Wasserstoffwirtschaft

Umfrageergebnisse zu Marktchancen

Wie die Umfrageergebnisse von 2021 veranschaulichen (siehe Abbildung 6), sehen Stakeholder*innen

unterschiedliche Chancen im Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft. Abbildung 5 zeigt, dass die Umfrageteilnehmende von einer hohen Wasserstoffnachfrage ausgingen: Bereits für 2030 ergab die Umfrage, dass einige Teilnehmenden Wasserstoffbedarfe in Höhe von 100 Terawattstunden (TWh) erwarten. (siehe Abbildung 5). Die Meta-Analyse im Rahmen des Projektes legt den Schluss nahe, dass dafür rund 36 Gigawatt Erzeugungsleistung notwendig wären, wenn Anlagen 4.000 Volllaststunden und eine Effizienz von 70 Prozent aufweisen. Zum Vergleich: Der Koalitionsvertrag gibt das Ziel von 10 Gigawatt für die installierte heimische Erzeugungsleistung im Jahr 2030 aus (SPD, Bündnis 90/Die Grünen, FDP 2021, S. 47). Das bedeutet: Zwischen erwarteter Nachfrage und avisiertem einheimisch erzeugtem Angebot gibt es eine Differenz. Wie der nachfolgende Abschnitt zeigt, empfiehlt ein Großteil der Stakeholder*innen der Bundesregierung, über das Verhältnis von Wasserstoffangebot und -nachfrage zu kommunizieren und damit Erwartungen verschiedener Anspruchsgruppen aktiv zu managen.

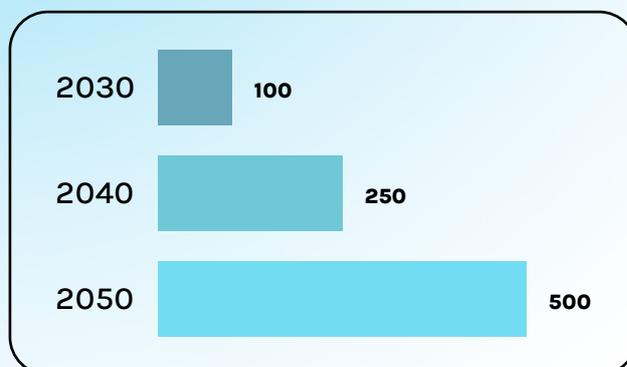


Abbildung 5: Ergebnisse der Umfrage zum geschätzten zukünftigen jährlichen Wasserstoffbedarf in Deutschland, Angaben in Prozent, Median, Angaben in TWh, n = 197 (Quelle: acatech/DECHEMA 2021, S. 26)

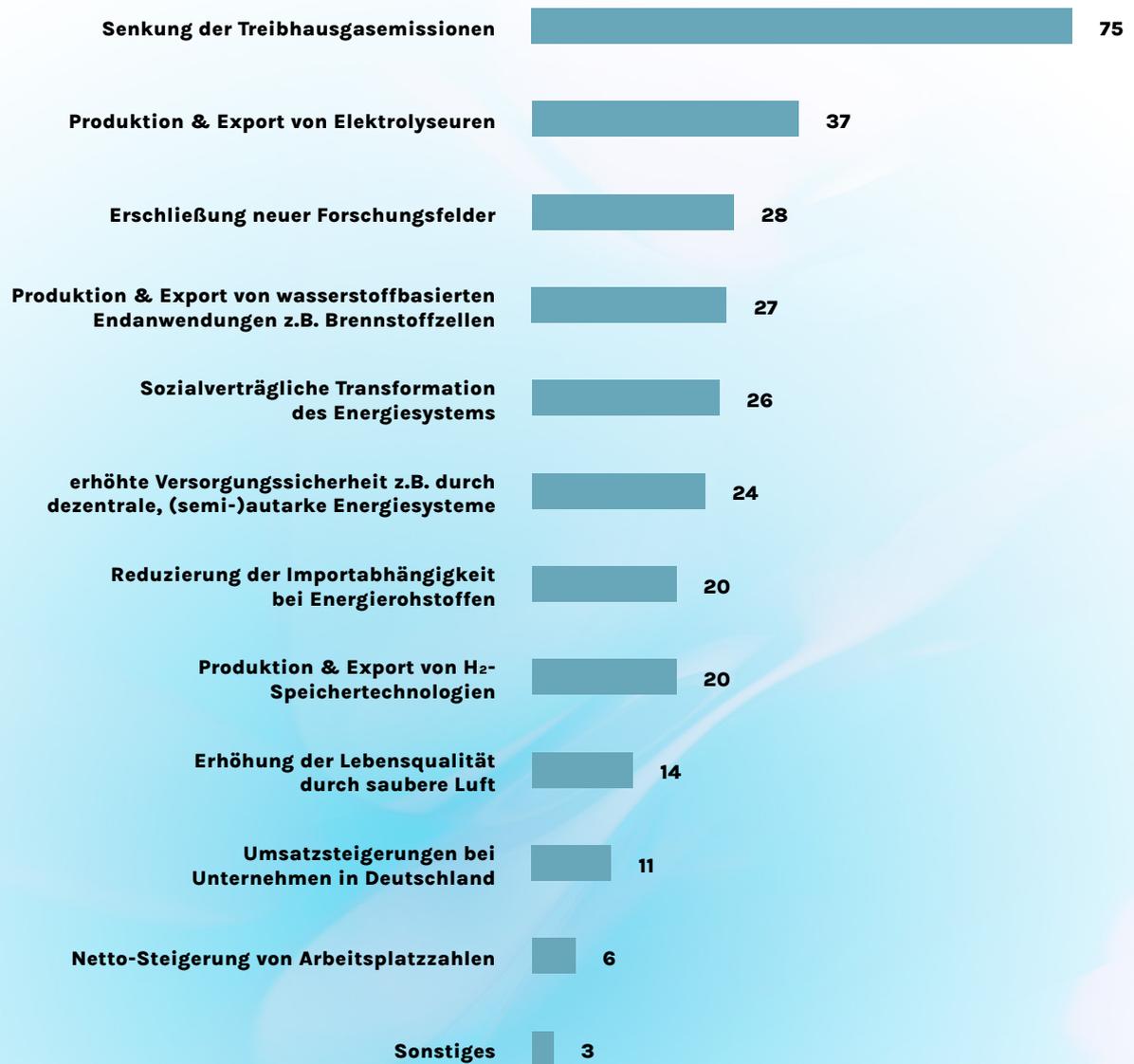


Abbildung 6: Ergebnisse einer Umfrage zu den Chancen des Aufbaus einer Wasserstoffwirtschaft in Deutschland bis 2030, Angaben in Prozent, n = 545 (Quelle: acatech/DECHEMA 2021, S. 15)

Brennpunkte im Wasserstoffdiskurs

Mit Blick auf die zentralen Themen des künftigen öffentlichen Wasserstoffdiskurses zeigten sich die Stakeholder*innen einig und nannten die folgenden Aspekte:

- Zweckmäßigkeit des Hochlaufs einer Wasserstoffwirtschaft
- Sicherheit (zum Beispiel Leckagen in Erzeugungsanlagen und Pipelines, Toxizität von Wasserstoffderivaten)
- Flächenbedarf für Erneuerbare-Energien-Anlagen
- Kosten- und Zeitaufwand für den Markthochlauf

Bei der Frage nach weiteren möglichen Themen, die öffentliche Diskurse in Zukunft noch prägen könnten, herrschte Uneinigkeit. Dabei zeigte sich, dass der Erwartungshorizont der Stakeholder*innen offenbar stark von deren jeweiligem Tätigkeitsfeld abhängt.

Impulse für die Kommunikation der Bundesregierung

Einig waren sich die beteiligten Stakeholder*innen in der Forderung, dass die Bundesregierung sofort, fundiert und umfänglich sowie mithilfe zielgruppenspezifischer Kommunikationsformate über den geplanten Hochlauf einer Wasserstoffwirtschaft informieren

und den Dialog zwischen Bundesregierung und Stakeholder*innen fördern sollte. Dabei seien Chancen, Risiken und die Bedeutung einer Wasserstoffwirtschaft sowohl für die Energiewende als auch für den Wirtschaftsstandort Deutschland deutlich darzustellen. Die in den Dialogprozess des Projekts eingebundenen Stakeholder*innen gingen davon aus, dass Informationsangebote und ein transparenter Austausch dazu beitragen würden, dass große Teile der Bevölkerung den Standpunkt der Bundesregierung nachvollziehen können. Somit würde die bisher von den Stakeholder*innen als positiv eingeschätzte gesellschaftliche Stimmungslage gegenüber Wasserstoff, seiner Derivate und Wasserstofftechnologien gewahrt bleiben. Weiterhin würden Informations- und Dialogmaßnahmen der Bundesregierung dabei helfen, Erwartungen von unterschiedlichen Anspruchsgruppen an eine künftige Wasserstoffwirtschaft realistisch zu managen.

Die Stakeholder*innen identifizierten einige Aspekte, die die Bundesregierung ihrer Einschätzung nach kommunizieren sollte. Die nachfolgende Auflistung folgt keinem hierarchischen Prinzip und stellt insofern keine Rangfolge dar:

- Funktionen erneuerbaren Wasserstoffs im Energiesystem und für die stoffliche Nutzung in der Industrie mit Vor- und Nachteilen im Vergleich zu Alternativen
- zeitliche Entwicklung einer Wasserstoffwirtschaft
- mittelfristige Betrachtung von Wasserstoffverfügbarkeit und -bedarf (und der daraus folgende Wettbewerb von Anwendungen um Wasserstoffangebote)
- Flächenbedarf sowohl von Erneuerbare-Energien-Anlagen, die für die Erzeugung von Wasserstoff benötigt werden, als auch von Wasserstoffherstellungsanlagen und Infrastrukturen, die für Transport, Speicherung, Verteilung und Anwendungen von Wasserstoff beziehungsweise seinen Derivaten erforderlich sein werden
- Potenziale für Wasserstoffherzeugung in Deutschland, in Europa und weltweit sowie Bildung längerfristig resilienter Versorgungsstrukturen durch Partnerschaften
- Diversifizierung als Prinzip der Importstrategie
- Sicherheitsvorkehrungen und Risikoabschätzung für Wasserstoff und seine Derivate
- Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt (berufliche Potenziale und Bedarfe einer künftigen Wasserstoffwirtschaft)
- Ergebnisse von Demonstrationsprojekten (zum Beispiel Funktionstüchtigkeit und Nutzbarkeit/Wert der betreffenden Technologie)
- Kosten und Auswirkungen des Markthochlaufs auf den Staatshaushalt
- Regulierungsvorhaben auf EU- und Bundesebene
- Auswirkungen auf Klimawandel, Umwelt, und den Wirtschaftsstandort Deutschland

Öffentliche Debatte und Kritik

Einig war sich der Kreis der Stakeholder*innen darüber, dass eine offene und sachliche Diskussion während des Wasserstoffhochlaufs notwendig und wichtig sei. Zudem sei davon auszugehen, dass das Thema Wasserstoff für die gesamte Bevölkerung in dem Maße präsenter werde, wie neue Anlagen zur Erzeugung, zum Transport und zur Anwendung errichtet würden.

In der Folge würden sich immer mehr Bürger*innen, Organisationen und Interessengruppen eine Meinung zum Markthochlauf bilden und sich in unterschiedlicher Form auch kritisch äußern. Diese Kritik sei grundsätzlich zu begrüßen, weil der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft nach wie vor mit vielen Unsicherheiten verbunden sei und dieser daher eine intensive, diskursive Begleitung durch gesellschaftliche Akteure erfordere. Stakeholder*innen empfahlen, die Bundesregierung solle diesen Diskurs aktiv befördern, um konstruktive Kritik aufzunehmen, Zielkonflikte frühzeitig identifizieren und destruktiven Bestrebungen effektiv begegnen zu können.

Partizipation an Planungsverfahren

Viele Stakeholder*innen bekräftigten, dass eine Beteiligung der Bürger*innen an der Planung von Erzeugungsanlagen und Infrastrukturmaßnahmen notwendig und zielführend sei. Diskutiert wurden in diesem Zusammenhang auch konkrete Maßnahmen zur Optimierung der bestehenden Partizipationskultur. Ewen/Renkamp sowie der Deutsche Naturschutzring weisen darauf hin, dass es bei großen raumbedeutenenden Vorhaben frühzeitig (vor Projektgenehmigung),

öffentlichkeitswirksame Dialogveranstaltungen gegeben sollte, die darauf abzielen, Stakeholder*innen entscheidungswirksam und lösungsorientiert an der Planung zu beteiligen (vgl. DNR et al. 2020, S. 5; Ewen/Renkamp 2017, S. 32). Der Deutsche Naturschutzring beschreibt, ein entsprechender Dialog müsse strukturierte Abläufe informeller und formeller Beteiligung sowie bindende Fristen umfassen, damit jene, die Projekte realisieren wollen, Planungssicherheit hätten und die Ergebnisse des Dialogs wirken könnten (DNR et al. 2020, S. 5). Einige Stakeholder*innen gingen davon aus, dass informelle und formelle Beteiligung dazu führen könnten, dass errichtete Anlagen auf weniger Widerstand stoßen. Eine solche Vorgehensweise war allerdings nicht unumstritten, denn andere Stakeholder*innen forderten eine Vereinfachung der Planungsverfahren, was mit dem Konzept stärker Beteiligung schwerer zu vereinbaren wäre.

Anpassungsbedarf in Schule, Aus- und Weiterbildung

Bis zum Jahr 2030 rechnet der Deutsche Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband mit einem Bedarf von rund 70.000 zusätzlichen Fachleuten (vgl. DWV 2018, S. 1). Laut Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) wird es voraussichtlich zu Beginn des Hochlaufs zu einem Beschäftigungsaufbau vor allem in der technologischen Forschung, im Maschinenbau, in der Chemie sowie in der Elektro- und Energietechnik kommen

(vgl. BIBB 2022a, S. 0). Laut BIBB werden im Zuge des Infrastrukturaufbaus auch das Bauwesen und diesem vorgelagerte Branchen Personal aufbauen. Die energieintensiven Branchen Chemie, Stahl und Zement werden hingegen überdurchschnittlich stark von Veränderungen der Produktions- und Arbeitsweise betroffen sein.

Im Rahmen des Stakeholder-Dialogs war mehrfach die Empfehlung zu hören, dass Menschen für die Arbeit in der Wasserstoffbranche begeistert werden sollten. Dafür sei es notwendig, das Thema Wasserstoff in schulische und universitäre Lehrpläne aufzunehmen. Zudem brauche es sowohl berufs begleitende Weiterbildungsangebote als auch neue Ausbildungsberufe. Diese Ideen waren gleichwohl nicht unumstritten: Andere Stakeholder*innen gingen nämlich davon aus, dass die derzeit zur Verfügung stehenden Bildungsangebote ausreichend seien, um die für den Aufbau der Wasserstoffwirtschaft notwendigen Inhalte zu vermitteln. Das Bundesinstitut für Berufsbildung bestätigt diese Einschätzung in Teilen: In den Sektoren Erzeugung, Speicherung und Transport von Wasserstoff sowie im Anwendungssektor bestehen keine Hinweise darauf, dass neu zu schaffende Ausbildungsberufe benötigt sein werden (vgl. Zinke 2022, S. 1). In anderen Anwendungssektoren (z. B. Mobilität und Wärme) muss die Notwendigkeit von Änderungen der Ausbildungsverordnungen weiter geprüft werden (vgl. Schneider 2023, S. 3, vgl. Schad-Dankwart 2023, S. 3).

Fazit

Als wesentliche Ergebnisse des zweistufigen Dialogprozesses im Rahmen des Stakeholder-Dialogs sind folgende Punkte festzuhalten:

Nicht das Ob, sondern das Wie prägte die Diskussion zur **Rolle von Wasserstoffimporten**. Konsens bestand vor allem hinsichtlich der konkreten ökologischen und partizipatorischen Voraussetzungen für die Wasserstoffgewinnung im jeweiligen Exportland. Dissens herrschte hingegen auf einer abstrakten Betrachtungsebene, wie und unter welchen Voraussetzungen Importe im internationalen Umfeld überhaupt realisiert werden sollten und könnten. Denn der zukünftige Wasserstoffmarkt wird auf unterschiedlichen Betrachtungsebenen geprägt und entschieden. Auf einer Handlungsebene, bei der die Stakeholder*innen vor Ort bei der Realisierung des Hochlaufs der Wasserstoffwirtschaft eine maßgebliche Rolle einnehmen müssen; und auf einer abstrakten Ebene der internationalen Politik, wo die Ausgestaltung des globalen Wasserstoffmarkts ähnlichen Logiken wie in anderen Bereichen der internationalen Energiepolitik folgen wird. Es ist beispielsweise davon auszugehen, dass Wasserstoff als knappes Gut als politisches (Macht-)Instrument eingesetzt wird.

Mit Blick auf mögliche **politische Stellschrauben für erfolgreiche wasserstoffbasierte Geschäftsmodelle** herrschte unter den Stakeholder*innen weitgehend Einigkeit: Der regulatorische Rahmen müsse Planungs- und Investitionssicherheit ermöglichen und Kosten sollten angebots- wie nachfrageseitig sinken. Lediglich bei Detailfragen herrschte kein Konsens – so bei der Frage, ob der regulatorische Rahmen neben erneuerbarem Wasserstoff auch die CO₂-arme Herstellung von Wasserstoff beziehungsweise seiner Derivate unterstützen sollte. Gleichwohl zeichnete sich eine Tendenz zur be-

fristeten Unterstützung auch der CO₂-armen Wasserstoffherzeugung ab.

Die Gespräche über den **staatlichen Einfluss zugunsten bestimmter Wasserstoffanwendungen** offenbarten eine scharfe Kontroverse über die Frage, ob die Verteilung von Wasserstoff und seinen Derivaten dem freien Markt überlassen oder staatlich gelenkt werden sollte. Unter der hypothetischen Voraussetzung, die Bundesregierung wolle zugunsten bestimmter Anwendungen auf den Wettbewerb Einfluss nehmen, konnte der Stakeholder-Dialog einige Ziele (Einhaltung des Pariser Klimaschutzziels, Gewährleistung von Energie- und Rohstoffversorgungssicherheit, Erhalt und – wenn möglich – Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit des Industriestandorts Deutschland, nachhaltige Gestaltung globaler Lieferbeziehungen und Ketten) herausarbeiten, die bei vielen Teilnehmenden auf Zustimmung trafen. Falls die Bundesregierung eine solche Strategie künftig verfolgen sollte, hätte sie aus Sicht der Stakeholder*innen klar zu definieren, was Priorisierung von Anwendungen bedeutet und auf welche Wasserstoffkontingente (zum Beispiel nur staatlich geförderter Wasserstoff) sie sich bezieht. Keinen Konsens gab es schließlich zur Frage der Steuerungsdauer und zur Wahl der Steuerungsinstrumente.

Konsens herrschte unter den Stakeholder*innen wiederum beim Aspekt der **Akzeptanz**, die eine elementare Voraussetzung der künftigen Wasserstoffwirtschaft zu sein scheint. Und so waren sich alle einig, dass die Bundesregierung sofort, fundiert und umfänglich über den Hochlauf einer deutschen Wasserstoffwirtschaft informieren solle. Viele Stakeholder*innen bekräftigten, dass eine Beteiligung von Bürger*innen an der Planung von Erzeugungsanlagen und Infrastrukturmaßnahmen notwendig und zielführend sei.

Literaturverzeichnis

acatech/DECHEMA 2022

acatech/DECHEMA: *Auf dem Weg in die Wasserstoffwirtschaft. Resultate der Stakeholder*innen-Befragung*, Berlin 2022. DOI: https://doi.org/10.48669/h2k_2022-1 [Stand: 20.03.2023].

Agora/Guidehouse 2021

Agora Energiewende/Guidehouse Energy Germany: *Making Renewable Hydrogen Cost-Competitive. Policy Instruments for Supporting Green H₂* (Agora Energiewende Study), Berlin 2021. URL: https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2020/2020_11_EU_H2-Instruments/A-EW_223_H2-Instruments_WEB.pdf [Stand: 23.02.2023].

Bett et al. 2021

Bett, A. W./Erlach, B./Glötzbach, U./Haucap, J./Henning, H.-M./Kühling, J./Lapac, A./Matthies, E./Pittel, K./Ragwitz, M./Renn, J./Sauer, D. U./Schmidt, C. M./Spiecker genannt Döhmann, I./Staiß, F./Seiler, A./Stephanos, C./Umbach, E./Weidlich, A.: *Wenn nicht jetzt, wann dann. Wie die Energiewende gelingt. Impuls des Akademienprojekts „Energiesysteme der Zukunft“* (acatech IMPULS), München 2021. DOI: https://doi.org/10.48669/ESYS_2021-1

BIBBa

Bundesinstitut für Berufsbildung: *Die Wasserstoffwirtschaft in Deutschland. Folgen für Arbeitsmarkt und Bildungssystem. Eine erste Bestandsaufnahme* (BIBB Discussion Paper), Bonn 2022. URL: <https://lit.bibb.de/vufind/Record/DS-779809> [Stand: 23.02.2023].

BMWK 2023

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK): *„Norwegen und Deutschland verstärken Energiekooperation auf dem Weg zur Klimaneutralität“*

(Pressemitteilung vom 05.01.2023). URL: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2023/01/20230105-norwegen-und-deutschland-verstaerken-energiekooperation-auf-dem-weg-zur-klimaneutralitaet.html> [Stand: 16.01.2023].

BMWi 2020

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi): *Die Nationale Wasserstoffstrategie*, Berlin 2020. URL: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf> [Stand: 13.03.2023].

BDI 2022

Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI), France Industrie, Mouvement des Entreprises de France (MEDEF): *Decarbonisation, Hydrogen. Together for a Competitive European Hydrogen Market by 2030* (Joint Declaration), Berlin 2022. URL: <https://english.bdi.eu/publication/news/together-for-a-competitive-european-hydrogen-market-by-2030/> [Stand: 23.02.2023].

BDEW 2023

Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW): *Wasserstoff als Allround-Talent. Wo wird er eingesetzt?*, Berlin 2023. URL: <https://www.bdew.de/energie/wasserstoff/wasserstoff-als-allround-talent-wo-wird-er-eingesetzt/> [Stand: 16.01.2023].

DNR et al. 2020

Deutscher Naturschutzring, Bundesverband beruflicher Naturschutz, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland, Verkehrsclub Deutschland, Deutsche Umwelthilfe, UVP-Gesellschaft, Unabhängiges Institut für Umweltforschung: *Umweltstandards wahren und dennoch schneller planen. Handlungsempfehlungen der Um-*

weltverbände an eine wirksame Planungsbeschleunigung, 2020. URL: <https://www.ufu.de/wp-content/uploads/2020/11/Handlungsempfehlungen-Umweltverba%CC%88nde-Planungsbeschleunigung.pdf> [Stand: 23.02.2023]

DVGW 2021

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW): *Gasanwendungen werden H₂-ready. In allen Sektoren! Wasserstoff ist vielseitig einsetzbar, auch im Wärmesektor dank niedriger Eintrittsbarrieren und gut geeigneter Endgeräte*, Bonn 2021. URL: https://www.dvgw.de/medien/dvgw/verein/energiewende/h2-wochen-factsheet-gasanwendungen-ready-for_h2-dvgw.pdf [Stand: 23.02.2023].

DWV 2018

Deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband: *Grüne Wasserstoff-Industrie. Lösung für den Strukturwandel?*, Berlin 2018. URL: <https://dwv-info.de/wp-content/uploads/2023/04/20181128-Pos.-Papier-zu-Strukturwandel-final-min-1.pdf> [Stand: 23.02.2023].

Ewen/Renkamp 2017

Ewen, C./Renkamp, A.: *Frühzeitige Öffentlichkeitsbeteiligung bei Infrastrukturprojekten gut vorbereiten: Eine Handreichung zum Beteiligungs-Scoping am Beispiel von Projekten des Bundesverkehrswegeplans*, Berlin: Allianz Vielfältige Demokratie, 2017. URL: https://www.bertelsmannstiftung.de/fileadmin/files/Projekte/Vielfaeltige_Demokratie_gestalten/Beteiligungsscoping_final.pdf [Stand: 23.02.2023]

KAD 2021

Klima-Allianz Deutschland: *Wasserstoff-Positionspapier der deutschen Zivilgesellschaft. Rahmenbedingungen und Maßnahmen für eine nachhaltige und klimaneutrale Wasserstoffwirtschaft*, Berlin 2021. URL: https://www.klima-allianz.de/fileadmin/user_upload/Dateien/Daten/Publikationen/Positionen/210513_H2_Positionspapier2.pdf [Stand: 23.02.2023].

Öko-Institut 2021

Öko-Institut: *Die Wasserstoffstrategie 2.0 für Deutschland (Untersuchung für die Stiftung Klimaneutralität)*, Berlin 2021. URL: <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/>

Die-Wasserstoffstrategie-2-0-fuer-DE.pdf [Stand: 23.02.2023].

Schneider 2023

Schneider, M.: *Zusammenfassung der Sektorenanalyse. Wasserstoff im Verkehrssektor - Eine erste Bestandsaufnahme zu technologischen Veränderungen und neuen Anforderungen in der Fachkräftequalifizierung*, Bonn 2022. URL: [https://www.bibb.de/dokumente/pdf/Zusammenfassung%20Sektorenanalyse%20Mobilit%C3%A4t%20\(Zwischenstand\).pdf](https://www.bibb.de/dokumente/pdf/Zusammenfassung%20Sektorenanalyse%20Mobilit%C3%A4t%20(Zwischenstand).pdf) [Stand: 30.03.2023]

Schad-Dankwart 2023

Schad-Dankwart, I.: *Zusammenfassung der Sektorenanalyse. Wasserstoff in der Stahlindustrie*. Bonn 2023. URL: https://www.bibb.de/dokumente/pdf/2023-01-16_Zusammenfassung_der_Sektorenanalyse-Stahl%20web.pdf [Stand: 30.03.2023]

SRU 2021

Sachverständigenrat für Umweltfragen: *Wasserstoff im Klimaschutz. Klasse statt Masse (Stellungnahme)*, Berlin 2021. URL: https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2020_2024/2021_06_stellungnahme_wasserstoff_im_klimaschutz.pdf [Stand: 23.02.2023].

SPD, Bündnis 90/Die Grünen, FDP 2021

Sozialdemokratische Partei Deutschlands (SPD), Bündnis 90/Die Grünen und Die Freien Demokraten (FDP): *Mehr Fortschritt wagen. Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit. Koalitionsvertrag 2021-2025 zwischen der Sozialdemokratischen Partei Deutschlands (SPD), Bündnis 90/Die Grünen und den Freien Demokraten (FDP)*, Berlin 2021. URL: https://www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag/Koalitionsvertrag_2021-2025.pdf [Stand: 23.02.2023].

Zinke 2023

Zinke, Gert: *Sektorenanalyse: Erzeugung, Speicherung und Transport von Wasserstoff; eine Untersuchung im Rahmen des Projekts „H2PRO: Wasserstoff - ein Zukunftsthema der beruflichen Bildung im Kontext der Energiewende“*. Bonn 2022. URL: https://www.bibb.de/dokumente/pdf/a24_zinke_sektorenanalyse_wasserstoff_bdp.pdf [Stand: 30.03.2023].

Impressum



DEUTSCHE AKADEMIE DER
TECHNIKWISSENSCHAFTEN

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e. V.

Geschäftsstelle: Karolinenplatz 4, 80333 München

T: +49 (0)89/52 0309-0

Hauptstadtbüro: Pariser Platz 4a, 10117 Berlin

T: +49 (0)30/2 06 30 96-0

Brüssel-Büro: Rue d'Egmont/Egmontstraat 13,
1000 Brüssel | Belgien

T +32 (0)2/2 13 81 80

info@acatech.de

www.acatech.de

Geschäftsführendes Gremium des Präsidiums: Prof.

Dr. Ann-Kristin Achleitner, Prof. Dr. Ursula Gather,

Dr. Stefan Oschmann, Manfred Rauhmeier, Prof. Dr.

Christoph M. Schmidt, Prof. Dr.-Ing. Thomas We-

ber, Prof. Dr.-Ing. Johann-Dietrich Wörner. Vorstand

i. S. v. § 26 BGB: Prof. Dr.-Ing. Johann-Dietrich Wörner,

Prof. Dr.-Ing. Thomas Weber, Manfred Rauhmeier;

V. i. S. d. P.: Jasper Eitze



DECHEMA

Gesellschaft für Chemische Technik
und Biotechnologie e.V.

**DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik
und Biotechnologie e. V.**

Theodor-Heuss-Allee 25, 2560486 Frankfurt am Main

T: +49 (0)69 75 64-0

info@dechema.de

www.dechema.de

Redaktion: Dr. Benjamin Baur/Valerie Kwan/Alena

Müller, acatech; Dr. Daniel Frank, DECHEMA

Lektorat: Jürgen Schreiber, www.lektorat-textkuss.de

Fotonachweis Titelseite: © Svea Pietschmann

Layout-Konzeption und Gestaltung: Lars Ole Reimer

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages