

Unterrichtung

durch die Bundesregierung

Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Einleitung	3
1. Hintergrund	3
2. Fortschreibung der NWS 2020 und Zielbild 2030	3
II. Handlungsfelder, Zielbilder und Maßnahmen	5
1. Verfügbarkeit von ausreichend Wasserstoff sicherstellen.....	6
a) Ausbau der Erzeugung von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten in Deutschland	6
b) Import von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten	8
2. Aufbau einer leistungsfähigen Wasserstoffinfrastruktur	12
a) Nationale Wasserstoffinfrastruktur.....	13
b) Europäisches Wasserstoff-Backbonenetz.....	14
c) Infrastruktur für Importe aus Drittstaaten.....	15
3. Wasserstoffanwendungen etablieren.....	16
a) Industrie.....	16
b) Verkehr.....	17
c) Strom	19
d) Wärme (Gebäudesektor).....	20

	Seite
4. Wirkungsvolle Rahmenbedingungen schaffen.....	21
a) Planungs- und Genehmigungsverfahren	21
b) Nachhaltigkeitsstandards und Zertifizierung.....	22
c) Forschung, Innovation und Ausbildung von Fachkräften stärken	23

I. Einleitung

1. Hintergrund

Die Bundesregierung hat im Juni 2020 mit der Nationalen Wasserstoffstrategie (NWS) erstmals eine Strategie zu den Zielen ihrer Wasserstoffpolitik vorgestellt. Die NWS setzt einen kohärenten Handlungsrahmen für die künftige Erzeugung, den Transport und die Nutzung von Wasserstoff und seinen Derivaten, einschließlich entsprechender Forschung, Innovationen und Investitionen. Die in der NWS beschriebene Phase 1, der Beginn des Markthochlaufs, wurde seither mit den vorgesehenen Maßnahmen erfolgreich umgesetzt. Der Nationale Wasserstoffrat hat die Arbeit der Bundesregierung dabei beratend unterstützt. Mit dem Sachstandsbericht (September 2021) und dem Fortschrittsbericht (Mai 2022) (<https://www.nationale-wasserstoffstrategie.de>) hat die Bundesregierung das bislang Erreichte detailliert beschrieben.

Die NWS von 2020 hat grundsätzlich weiter Bestand. In der NWS hatte sich die Bundesregierung dazu verpflichtet, diese nach drei Jahren zu evaluieren und weiterzuentwickeln. Zudem sieht der Koalitionsvertrag vom 10. Dezember 2021 ein ambitioniertes Update der NWS vor, das angesichts der inzwischen grundlegend geänderten Rahmenbedingungen auf den Energiemärkten nochmals an Bedeutung gewonnen hat.

Überdeutlich haben der völkerrechtswidrige russische Angriffskrieg gegen die Ukraine und seine Auswirkungen auf den globalen Energiemärkten die Problematik übermäßiger Abhängigkeiten bei Energieimporten von einzelnen Ländern für die deutsche Energieversorgungssicherheit dokumentiert. Die Ziele der NWS 2020, eine hohe Versorgungssicherheit durch eine wettbewerbsfähige innereuropäische Erzeugung von Wasserstoff sowie eine Diversifizierung und Sicherung internationaler Importe zu erreichen, gewinnen vor diesem Hintergrund neben Klimaschutzgründen auch sicherheitspolitisch an Bedeutung. Daher stellen die Fortschreibung der NWS sowie die darauf aufbauende geplante Importstrategie für Wasserstoff und seine Derivate im Verbund mit der Umsetzung der Nationalen Sicherheitsstrategie, der Zukunftsstrategie Forschung und Innovation sowie der Klimaaußenpolitik-Strategie wichtige Bausteine für die Sicherheit und Zukunftsfestigkeit Deutschlands dar.

Zudem setzt die Fortschreibung der NWS ein wichtiges industriepolitisches Zeichen: Der Industrie- und Wirtschaftsstandort Deutschland wird gestärkt und die Grundlage für zukunftsfähige Arbeitsplätze geschaffen. Der Koalitionsvertrag sieht neben der Verdopplung des nationalen Ausbauziels der Elektrolyseleistung von 5 auf mindestens 10 GW bis zum Jahr 2030 vor, dass der Infrastrukturaufbau beschleunigt und Deutschland bis 2030 Leitmarkt für Wasserstofftechnologien wird.

Für das Erreichen der ambitionierten gesetzlichen Klimaziele sind eine deutliche Steigerung der Energieeffizienz sowie ein starker und beschleunigter Ausbau der erneuerbaren Energien unabdingbar. Hierzu müssen alle Sektoren einen anspruchsvollen Beitrag leisten. Die direkte Nutzung von Strom (z. B. Elektromobilität, Wärmepumpen) ist im Vergleich zur Nutzung von Wasserstoff mit geringeren Umwandlungsverlusten verbunden und sollte nach Möglichkeit zum Einsatz kommen, wenn sie mit Blick auf die Gesamtsystemeffizienz und Versorgungssicherheit sowie, volkswirtschaftlich und aus Umweltgesichtspunkten betrachtet, die wirtschaftliche Variante ist. Im Zuge der Transformation wird die sogenannte Sektorenkopplung, durch die zunehmend erneuerbarer Strom in den Bereichen Gebäude, Verkehr und Industrie zur Verfügung stehen wird, wachsende Bedeutung erfahren. Grüner Wasserstoff¹ und dessen Derivate werden hierbei die wichtige Rolle übernehmen, erneuerbare Energie zu speichern und zu transportieren. Die vorliegende Fortschreibung der NWS zeigt, wie der benötigte Markthochlauf von Wasserstoff durch konkrete und nachgeschärfte Maßnahmen weiter beschleunigt werden kann, um zur Transformation Deutschlands zur klimaneutralen Volkswirtschaft 2045 beizutragen.

2. Fortschreibung der NWS 2020 und Zielbild 2030

Insbesondere für die bis 2030 anstehenden Transformationen in der Energiewirtschaft, im Verkehrssektor und in der Industrie wird die Nutzung von Wasserstoff und seiner Derivate eine wichtige Rolle bei der Dekarbonisierung einnehmen. Hierfür müssen – angesichts oftmals langjähriger Investitionszyklen – bereits heute und in dieser Legislaturperiode die Weichen für richtungsweisende Investitionsentscheidungen gestellt werden.

¹ Auf Basis erneuerbarer Energien erzeugter Wasserstoff.

Mit der Fortschreibung der NWS 2020 sollen verlässliche Leitplanken für private Investitionen in nachhaltige, insbesondere wirtschaftliche, ökologische und soziale Erzeugung, Transport und Nutzung von Wasserstoff, dessen Derivate und Wasserstoffanwendungstechnologien etabliert werden. Die notwendige Einbindung in das gesamte deutsche Energiesystem muss im Einklang mit internationalen Menschenrechts-, Arbeits- und Umweltstandards stehen (z. B. OECD-Leitsätze für Multinationale Unternehmen, VN-Leitprinzipien für Wirtschaft und Menschenrechte) sowie Standards zu unternehmerischen Sorgfaltspflichten erfüllen.

Im Gesamtzusammenhang der UN-Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung soll die NWS auch dazu beitragen, insbesondere das Ziel 7 „Zugang zu bezahlbarer, verlässlicher, nachhaltiger und moderner Energie für alle sichern“ und das Ziel 13 „Umgehend Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels und seiner Auswirkungen ergreifen“ rechtzeitig zu erreichen.

Unterteilt in kurzfristige Maßnahmen für das Jahr 2023, mittelfristige Maßnahmen für die Jahre 2024/ 2025 und teilweise bereits langfristige Maßnahmen bis 2030 legt die NWS-Fortschreibung das Arbeitsprogramm fest, mit dem das nachstehende NWS-Zielbild 2030 erfolgreich umgesetzt werden soll:

- **Beschleunigter Markthochlauf von Wasserstoff:** Der Markthochlauf von Wasserstoff, seinen Derivaten und Wasserstoffanwendungstechnologien wird deutlich beschleunigt und das Ambitionsniveau entlang der gesamten Wertschöpfungskette massiv gesteigert.
- **Sicherstellung ausreichender Verfügbarkeit von Wasserstoff und seiner Derivate:** Das Ziel für heimische Elektrolysekapazität in 2030 wird von 5 GW auf mind. 10 GW erhöht. Der restliche Bedarf wird durch Importe gedeckt. Eine gesonderte Importstrategie wird entwickelt.
- **Aufbau einer leistungsfähigen Wasserstoffinfrastruktur:** Bis 2027/2028 wird über die IPCEI-Förderung ein Wasserstoffstartnetz mit mehr als 1.800 km umgestellten und neu gebauten Wasserstoffleitungen in Deutschland aufgebaut; europaweit kommen ca. 4.500 km hinzu (European Hydrogen Backbone). Mittels Erweiterung werden bis 2030 alle großen Erzeugungs-, Import- und Speicherzentren mit den relevanten Abnehmern verbunden.
- **Etablierung von Wasserstoffanwendungen in den Sektoren:** Bis 2030 werden Wasserstoff und seine Derivate insbesondere bei Anwendungen in der Industrie, bei schweren Nutzfahrzeugen² sowie zunehmend im Luft- und Schiffsverkehr eingesetzt. Im Stromsektor trägt Wasserstoff zur Energieversorgungssicherheit bei; durch auf klimaneutrale Gase umrüstbare Gaskraftwerke (H₂-ready) und durch systemdienliche Elektrolyseure, insbesondere als variable und systemdienliche Stabilisatoren bzw. flexible Lasten. Zur perspektivischen Nutzung von Wasserstoff bei der zentralen und dezentralen Wärmeversorgung werden die Rahmenbedingungen aktuell im GEG, in der Wärmeplanung sowie im europäischen Gasmärktepaket weiterentwickelt.
- **Deutschland wird bis 2030 Leitanbieter für Wasserstofftechnologien:** Deutsche Anbieter bauen ihre Technologieführerschaft aus und bieten die gesamte Wertschöpfungskette von Wasserstofftechnologien von der Produktion (z. B. Elektrolyseure) bis hin zu den unterschiedlichen Anwendungen (z. B. Brennstoffzellentechnologie) an.
- **Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen:** Kohärente rechtliche Voraussetzungen auf nationaler, europäischer und möglichst auch internationaler Ebene unterstützen den Markthochlauf. Dies umfasst insbesondere effiziente Planungs- und Genehmigungsverfahren, einheitliche Standards und Zertifizierungssysteme, ausreichend ausgestattete und auf allen Ebenen koordinierte Verwaltung.

Um dieses Zielbild gesichert zu erreichen, wird die NWS auch in den nächsten Jahren kontinuierlich weiterentwickelt und bei Bedarf an aktuelle Erfordernisse angepasst.

Die Bundesregierung hat sich gesetzlich verpflichtet, bis 2045 Klimaneutralität zu erreichen und bis dahin einen ambitionierten Minderungspfad zu beschreiten. Zur Zielerreichung ist die Versorgung mit sicherem, nachhaltigem und klimaneutralem Wasserstoff unabdingbar, wofür die Bundesregierung geeignete Rahmenbedingungen schaffen wird. Ziel der Bundesregierung ist es, eine zuverlässige Versorgung Deutschlands mit grünem, auf Dauer nachhaltigem Wasserstoff zu erreichen. Eine direkte finanzielle Förderung der Wasserstoffherzeugung ist auf die Erzeugung von grünem Wasserstoff begrenzt. Um einen schnellen Aufbau und Hochlauf des Wasserstoffmarktes

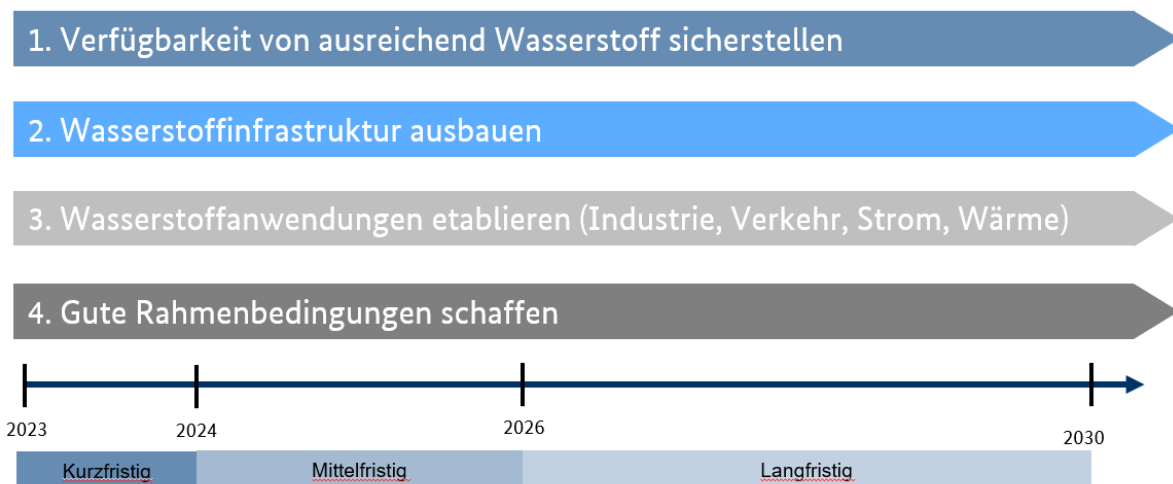
² Den größten Hebel bei der CO₂-Reduktion bieten dabei Fahrzeuge der Klasse N3.

sicherzustellen und die erwarteten Bedarfe, insbesondere in der Transformationsphase zu decken und so die technologische Umstellung auf Wasserstoff zu ermöglichen, werden, zumindest bis ausreichend grüner Wasserstoff zur Verfügung steht, auch andere Farben von Wasserstoff genutzt werden insbesondere kohlenstoffarmer Wasserstoff aus Abfällen oder Erdgas in Verbindung mit CCS. Die Nutzung von grünem und, soweit in der Markthochlaufphase notwendig, kohlenstoffarmem blauem³, türkisem⁴ und orangem⁵ Wasserstoff wollen wir auf der Anwendungsseite in begrenztem Umfang unter Berücksichtigung von ambitionierten THG-Grenzwerten, einschließlich der Emissionen der Vorkette sowie der Erhaltung des gesetzlichen Ziels der Klimaneutralität auch fördern.⁶

II. Handlungsfelder, Zielbilder und Maßnahmen

In Phase 2 der NWS-Umsetzung nimmt die Bundesregierung insbesondere vier große Themenblöcke in den Blick. Hierfür werden im Folgenden die notwendigen Handlungsfelder und zugehörigen Zielbilder für das Jahr 2030 definiert und diese mit Maßnahmen hinterlegt. Viele grundlegende Maßnahmen wurden bereits parallel zur Erarbeitung dieser Fortschreibung begonnen oder sind kurzfristig für das Jahr 2023 geplant. Die Bundesregierung hat bereits substanzielle Mittel für den Wasserstoffhochlauf zur Verfügung gestellt und wird dies auch künftig tun. Alle hier genannten Maßnahmen stehen jedoch unter dem Vorbehalt der Finanzierung und sind daher nur umsetzbar, soweit sie im jeweiligen Einzelplan bzw. Sondervermögen im Rahmen der geltenden Haushalts- und Finanzplanung finanziert bzw. gegenfinanziert werden können.

Handlungsfelder der NWS-Fortschreibung



³ Aus Erdgas in Verbindung mit CCS erzeugter Wasserstoff.

⁴ Durch Methanpyrolyse erzeugter Wasserstoff.

⁵ Auf Basis von Abfall- und Reststoffen erzeugter Wasserstoff.

⁶ Dies kann zum Beispiel über die Klimaschutzverträge (sog. Carbon Contracts for Difference – CCfD) geschehen. Dieser Wasserstoff muss einen ambitionierten CO₂-Grenzwert für die Treibhausgasemissionen unter Beachtung der Lebenszyklusanalyse (LCA-Ansatz) erfüllen, angelehnt an eine gegenüber dem Vergleichswert für fossile Brennstoffe ausgerichtete Einsparung (25 Gramm CO₂-äq./MJ H₂, analog EU Taxonomie). Soweit die EU in einem anderen verbindlichen Rechtsakt strengere Nachhaltigkeitsanforderungen vorgibt, finden diese Anwendung.

1. Verfügbarkeit von ausreichend Wasserstoff sicherstellen

Zielbild 2030: Es werden ausreichend Wasserstoff und Wasserstoffderivate bereitstehen, um die Bedarfe in den verschiedenen Anwendungsbereichen wirtschaftlich zu decken sowie entsprechende Wertschöpfungsketten zu etablieren. Ein Teil des Bedarfs an Wasserstoff und seinen Derivaten wird durch systemdienliche Erzeugung in Deutschland mit erneuerbaren Energien gedeckt. Hierzu wird das heimische Elektrolyseziel von 5 GW auf mindestens 10 GW bis 2030 verdoppelt. Ergänzend wird ein Großteil des Bedarfs durch Importe aus anderen EU-Mitgliedstaaten und internationalen Partnerländern gedeckt. Pipelinetransporte ermöglichen dabei den Import von elementarem Wasserstoff, während Schiffsimporte v. a. Wasserstoffderivate betreffen werden. Grundlage für den Import bildet die „Importstrategie Wasserstoff“ (siehe unter 1. b)). Bei Importen aus Partnerländern der Entwicklungszusammenarbeit wird Deutschland maximale Synergien mit einer lokalen sozial-ökologischen Gesellschafts- und Wirtschaftstransformation und Energiewende sowie den Nachhaltigkeitszielen (SDGs) sicherstellen.

Für die Fortschreibung der NWS wird für das Jahr 2030 von einem Gesamtwasserstoffbedarf von 95 bis 130 TWh ausgegangen. Dieser enthält den prognostizierten Bedarf an Wasserstoffderivaten wie Ammoniak, Methanol oder synthetischen Kraftstoffen und deckt sich mit verschiedenen Energieszenarien, die für das Jahr 2030 einen neu entstehenden Wasserstoffbedarf in Deutschland zwischen 40 bis 75 TWh sehen, der nach 2030 stark ansteigt. Hinzu kommt der bestehende, heute durch grauen Wasserstoff gedeckte Bedarf an Wasserstoff in Deutschland von rund 55 TWh. Dieser zuletzt genannte Bedarf kann sich bis 2030 durch Produktionsumstellungen oder im Zuge der Transformation mitunter reduzieren. Je nach Preis- und Marktentwicklung könnte sich die Gesamtnachfrage nach Wasserstoff und Wasserstoffderivaten bis 2030 weiter deutlich erhöhen und den Markthochlauf beschleunigen. Die Bundesregierung wird die Bedarfsentwicklung fortlaufend monitoren und bei Bedarf vorausschauend mit passgenauen Maßnahmen adressieren.

a) Ausbau der Erzeugung von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten in Deutschland

Einen besonderen Fokus legt die Bundesregierung auf den Ausbau der inländischen Elektrolysekapazitäten im industriellen Maßstab: Wir verdoppeln das Elektrolyseziel zur Erzeugung von grünem Wasserstoff von 5 GW auf mindestens 10 GW im Jahr 2030.

Eine starke und nachhaltige inländische grüne Wasserstoffproduktion sorgt für eine gesicherte Bedarfsdeckung mit kurzen Transportwegen und schafft die Grundlage für einen funktionierenden Heimatmarkt, der alle Wertschöpfungsstufen erfasst. Dies umfasst auch die Herstellung von Elektrolyseuren u. a. mit hohem Wirkungsgrad.

Das Rückgrat der inländischen Erzeugung von grünem Wasserstoff ist der Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, den wir massiv voranbringen wollen. Hierfür sind im Energiesofortmaßnahmenpaket, dem sogenannten „Osterpaket“ in 2022, die umfassendste Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) seit seinem Bestehen sowie umfangreiche Änderungen des Windenergie-auf-See-Gesetzes und weiterer Gesetze beschlossen worden. Weitere Maßnahmen, insbesondere bei Planungs- und Genehmigungsverfahren und mit Blick auf den Abbau unnötiger Bürokratie sind notwendig. Diese wird die Bundesregierung konsequent weiter angehen.

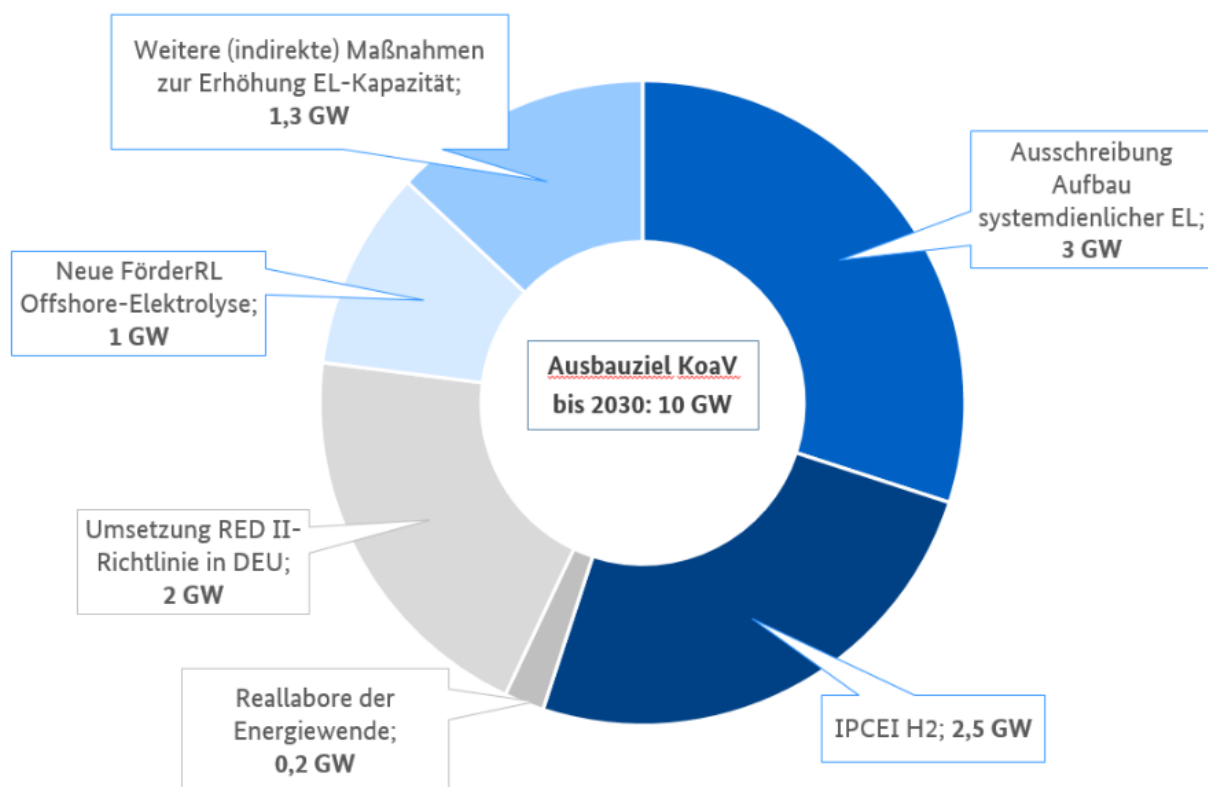
Mit dem Ausbau der heimischen Erzeugung von grünem Wasserstoff werden die Weichen für ein langfristig effizientes Strom- und Gassystem in Deutschland gestellt. Gleichzeitig gilt es sicherzustellen, dass durch die Produktion von Wasserstoff in Deutschland weder zusätzliche Treibhausgasemissionen freigesetzt werden noch negative Umweltfolgen und zusätzliche Engpässe entstehen. Dies erfordert, dass bereits der Großteil der bis 2030 zu errichtenden Elektrolyseure systemdienlich verortet und betrieben werden muss. Die nähere Bestimmung von Anforderungen an die Systemdienlichkeit wird derzeit – unter Berücksichtigung der bisher erarbeiteten Grundsätze und Vorgaben des Unionsrechts und in Abstimmung mit den Ressorts – noch näher erarbeitet, u. a. unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit der Wasserstoffproduktion und Fragen der ausreichenden Verfügbarkeit bei den Abnehmern. Durch eine intelligente Verzahnung der Elektrolyse mit dem Stromsystem und der Transport- und Speicherinfrastruktur für Wasserstoff („systemdienliche Elektrolyse“) gewinnen wir eine wichtige Flexibilitätsoption für die Energiewende und begrenzen den Stromnetzausbaubedarf. Eine adäquate zeitliche Korrelation zwischen der Erzeugung von Erneuerbaren Energien und Stromverbrauch sowie erzeugungsnahe Elektrolysestandorte sorgen für eine effiziente Integration der erneuerbaren Energien und eine Unterstützung des Stromsystems (vgl. 3. Wasserstoffanwendungen etablieren – Strom). Dafür werden auch die dezentrale Erzeugung und Speicherung von Wasserstoff erleichtert. Systemstudien wie die Langfristszenarien zeigen, dass die systemdienlichen Standorte in Norddeutschland in Küstennähe liegen und ein systemdienlicher Betrieb einen flexiblen Ein-

satz der Elektrolyse vorwiegend in Situationen mit niedriger Residuallast und mit moderat niedrigen Volllaststunden erfordert. Insbesondere in der Anfangszeit, in der noch kein größeres Wasserstoffnetz verfügbar ist, bedarf es jedoch hiervon Ausnahmen, etwa für erste Demonstrations- und Pilotprojekte in der Industrie und Mobilität. Hinsichtlich der Umweltfolgen gilt es zudem, Auswirkungen auf den Wasserhaushalt und die Gewässerökologie einzuschätzen und zu minimieren sowie Konkurrenzsituationen mit anderen Wassernutzungen zu vermeiden.

Mit der vorliegenden Fortschreibung der NWS werden die Voraussetzungen zur Entwicklung eines geeigneten Instrumentenmixes geschaffen, mit dem das neu gesteckte Ziel von mindestens 10 GW heimischer Elektrolyseleistung bis 2030 zur Herstellung von grünem Wasserstoff bei gleichzeitiger Sicherstellung wettbewerbsfähiger Preise erreicht werden kann.

Der Instrumentenmix beinhaltet neben Forschung und Innovation auch die direkte Förderung von Elektrolyseuren, sowohl an Land als auch kombiniert mit Windenergie auf See. Zum anderen reizen die Umsetzung des europäischen Regulierungsrahmens sowie nachfrageseitige Maßnahmen Investitionen in Wasserstoffherzeugung an und beseitigen Hemmnisse bei der Planung und Genehmigung von Elektrolyseuren, ohne bestehende Standards dabei materiell abzusenken. Weiterhin unterstützt die Bundesregierung dezentrale Wasserstoffherzeugung auf kommunaler Ebene, um eine möglichst schnelle und breite Verfügbarkeit von Wasserstoff zu gewährleisten.

Der Instrumentenmix



Kurzfristige Maßnahmen (2023)

Bereits mit dem Haushalt 2023 wurde das Förderbudget für die ersten Wasserstoffprojekte im Rahmen des IPCEI Wasserstoff aufgestockt, v. a. um die Realisierung der Projekte durch die enorm gestiegenen Preise nicht zu gefährden. Im Rahmen des IPCEI Wasserstoff soll 2023 die beihilferechtliche Genehmigung zur Erteilung von Förderbescheiden für Elektrolyseprojekte mit einer installierten Gesamtleistung von circa 2,5 GW erlassen werden.

Durch den Erlass der Verordnung nach § 96 Nummer 9 des Windenergie-auf-See-Gesetzes werden in den Jahren 2023 bis 2028 jährlich 500 MW installierter Elektrolyseleistung zur Erzeugung von systemdienlich erzeugtem grünem Wasserstoff ausgeschrieben.

- Durch die weitere nationale Umsetzung der novellierten europäischen Erneuerbaren-Energien-Richtlinie (RED II) in Deutschland werden Anreize für Investitionen in Elektrolyseure im Umfang von mindestens 2 GW für Anwendungen im Verkehrsbereich geschaffen (insbesondere für den Ersatz von grauem durch grünen Wasserstoff in Raffinerien, die direkte Nutzung in verschiedenen Brennstoffzellen-Fahrzeugen und auch den Einsatz von E-Fuels).
- Im Zuge des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) wurden dezentrale Vorhaben im Umfang von 60 MW Elektrolyseleistung zur Belieferung von Wasserstofftankstellen bewilligt. Im Jahr 2023 sind in einem zusätzlichen Förderaufruf weitere Kapazitäten in Höhe von rund 40 MW geplant. Daraus ergeben sich aus dem NIP mittelfristig 0,1 GW Elektrolyseleistung. Über das Jahr 2023 hinaus wird die Förderung von Elektrolyseuren für die heimische Wasserstoffherzeugung zur Nutzung im Verkehr durch das BMDV Gesamtkonzept Erneuerbare Kraftstoffe weitergeführt.

Mittelfristige Maßnahmen (2024/2025)

Überarbeitung der Förderprogramme hin zu einer noch enger verzahnten und möglichst unbürokratischen Förderstrategie zum Ausbau heimischer Erzeugung von grünem Wasserstoff in Deutschland für die zweite Hälfte der 2020er-Jahre auf Basis der Erfahrungen bereits implementierter Förderprogramme.

Weiterentwicklung der nationalen Elektrolyse-Initiative H2Giga mit Blick auf die Serienfertigung von Elektrolyseurtechnologien und Forschungsvorhaben zu neuen Konzepten, um die Innovationspipeline mit neuen Ideen zu füllen und auf der anderen Seite Konzepten, beispielsweise mit Blick auf die Steigerung des Wirkungsgrades von Elektrolyseuren zur effizienten Wasserstoffproduktion, den Weg in den Markt zu ermöglichen (siehe auch Kapitel 4. c).

b) Import von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten

Da die heimischen Erzeugungspotenziale für Wasserstoff begrenzt sind, wird der größere Teil der Bedarfe dauerhaft über Importe von Wasserstoff und seinen Derivaten gedeckt werden müssen. Nach Einschätzung der Bundesregierung unter Auswertung der gängigen Szenarien werden von dem für 2030 prognostizierten Bedarf in Höhe von 95 bis 130 TWh rund 50 bis 70 Prozent (45 bis 90 TWh) durch Importe aus dem Ausland (in Form von Wasserstoff und Wasserstoff-Derivaten) gedeckt werden. Der Importanteil zur Deckung des Wasserstoffbedarfs wird in den Jahren nach 2030 weiter ansteigen. Eine bedarfsdeckende inländische Versorgung wäre zudem weder wirtschaftlich sinnvoll noch den energiewendebedingten Transformationsprozessen insgesamt dienlich. Neben dem Fokus auf die heimische Produktion von Wasserstoff wird die NWS daher um eine Importstrategie für Wasserstoff und Wasserstoffderivate (im Folgenden: Importstrategie) und damit um eine wichtige außenpolitische, wirtschaftliche und entwicklungspolitische Dimension ergänzt, welche einen Beitrag zur globalen Energiewende leistet.

Der Import von Wasserstoff und insbesondere Derivaten ist zumindest bis 2030 großteils schiffsbasiert geplant, kurzfristig etwa der Transport von Ammoniak, unter Vermeidung von N_2O als Treibhausgas und generell von NO_x als regionalem Luftschadstoff und Vorläufersubstanz für troposphärisches Ozon. Importe von grünem Methan, synthetischem Methanol, LOHC (Liquid Organic Hydrogen Carrier) und flüssigem Wasserstoff können mittel- bis langfristig eine Rolle spielen. Nach 2030 soll der pipelinebasierte Import von grünem Wasserstoff aus Europa und ggf. angrenzenden Regionen immer stärker ausgebaut werden, jedoch ohne dabei das Prinzip der Risikominimierung durch Diversifizierung aufzugeben.

Die technologische Umstellung von fossilen Energieträgern wie Kohle und Erdgas auf Wasserstoff auf der Anwendungsseite kann bereits erfolgen, bevor ausreichend grüner Wasserstoff verfügbar ist. Die Vermeidung negativer Lock-In-Effekte wird möglichst umfassend abgesichert, etwa bei der Ausgestaltung von Förderprogrammen, bei der ein Vorrang für grünen Wasserstoff vorgesehen wird sowie durch die für 2023 geplante Carbon-Management-Strategie (Näheres unter 4. b)).

Kurzfristige Maßnahmen (2023)

- Zentrales Instrument wird die Importstrategie: Die Bundesregierung veröffentlicht 2023 eine Importstrategie (s. hierzu untenstehenden Kasten) mit Fokus auf nachhaltige, an den Zielen der Agenda 2030 ausgerichteten Produktions- und Transportoptionen und die erforderliche Importinfrastruktur, sowohl für Schiffstransporte als auch für Pipelinetransporte, z. B. von Wasserstoff aus Norwegen.

- Im Rahmen des IPCEI Wasserstoff wurden zahlreiche Projekte ausgewählt, die bereits dem Austausch von Wasserstoff innerhalb der EU dienen, darunter auch Projekte zur Erforschung der Speicher- und Transporttechnologie LOHC, die die bereits bestehenden Aktivitäten im Rahmen des Wasserstoff-Leitprojektes TransHyDE und dem Helmholtz-Cluster H2 ergänzen sollen. Mit dieser Technologie für flüssige organische Trägermaterialien für Wasserstoff sollen insbesondere auch längere Schiffstransporte wirtschaftlich und sicher erfolgen können, wie sie für Importe von außerhalb der EU nötig sein werden. Darüber hinaus sollen kurzfristig weitere Projekte zum Import von Wasserstoff aus benachbarten europäischen Ländern angeschoben werden.
- Bestehende und bei Bedarf neue Förderinstrumente für Importe werden geprüft und weiterentwickelt: Kurz- und mittelfristig wird eine staatliche Unterstützung zur Deckung der Kostenlücke aller Voraussicht nach notwendig sein. Daher wird die Fortführung und Weiterentwicklung der bestehenden Förderinstrumente (H2Global, Förderrichtlinie für internationale Wasserstoffprojekte, PtX-Plattform mit PtX-Entwicklungsfonds H2Upp) angestrebt. Innerhalb H2Globals sollen regionale Kooperationsformen entwickelt werden. Neue Förderinstrumente werden den Bedarfen entsprechend entwickelt.
- Der Markthochlauf soll durch Flankierung in internationalen Foren wie IEA, IRENA, CEM/MI, IPHE und G7/20 unterstützt werden. Auf G7 oder G20-Ebene sollen „good governance“-Standards im Wasserstoffmarkthochlauf definiert werden. Diese sollten u. a. Leitlinien zur Minimierung von Umweltauswirkungen, Förderungen der lokalen sozial-ökologischen Gesellschafts- und Wirtschaftstransformationen und Energiewenden, Empfehlungen hinsichtlich möglicher Rückwirkungen auf die jeweilige nationale Energiewende, Arbeitsmarktstandards, Schutz von Menschenrechten, Ansätze zur Erhöhung der Wertschöpfungsstufen in Entwicklungs- und Schwellenländern im Sinne einer grünen Industrialisierung oder „best practice“-Beispiele zur Erhöhung der Akzeptanz von Projekten beinhalten. Ebenfalls sollte regionale Zusammenarbeit, insbesondere bei Transportlösungen für Wasserstoff und Derivaten, unterstützt werden. Außerdem soll gezielt der Dialog mit heutigen Exporteuren fossiler Brennstoffe zu Chancen und Herausforderungen eines globalen Wasserstoffmarktes intensiviert werden.

Mittelfristige Maßnahmen (2024/2025)

- Auf EU-Ebene soll die bestehende Zusammenarbeit mit der EU-Kommission und den Mitgliedstaaten vertieft werden, um das gesamte europäische Potenzial zur Erzeugung von Wasserstoff in geeigneten Regionen wie Südeuropa und dem Nordsee-, Ostsee-, Mittelmeer- und Schwarzmeerraum zu heben.
- Die europäische Zusammenarbeit bei außereuropäischen Importen wird gestärkt, da Europa weiterhin auf Wasserstoffimporte auch aus außereuropäischen Regionen angewiesen sein wird. Um im globalen Wettbewerb die benötigten Mengen zu beschaffen und Kosten zu senken, wird eine Zusammenarbeit europäischer Mitgliedstaaten angestrebt. Als unterstützendes Instrument wird hierbei der Aufbau europäischer Instrumente zur Förderung des Wasserstoffmarkthochlaufs (z. B. die European Hydrogen Bank, eine gemeinsame Einkaufsplattform oder europäische CCfDs) angestrebt.
- Bestehende bilaterale Wasserstoff-, Energie- und Klimapartnerschaften werden als politischer Rahmen zum Aufbau von grenzüberschreitenden Wasserstoff-Wertschöpfungsketten genutzt sowie die „Strategic Research and Innovation Agenda Green Hydrogen“, um Forschungsk Kooperationen hierzu in Europa und darüber hinaus voranzutreiben; u. a. Start von Hafenallianzen, um Import- und Exporthäfen zu vernetzen.
- Zur Sicherung der benötigten Importe wird eine weitere Vertiefung und Verstärkung des Wasserstoffthemas innerhalb der Klima- und Energiepartnerschaften bzw. im Rahmen der strategischen Wasserstoff-Partnerschaften sowie die Gründung neuer Wasserstoff-Partnerschaften angestrebt. Die Partnerschaften sollen genutzt werden, um verfügbare Exportpotenziale gerade von grünem Wasserstoff durch sinnvolle Instrumente (z. B. Förderinstrumente, politische Flankierung) zu realisieren. Auch die Verstärkung der gegenseitigen Investitionen in H₂-Infrastruktur sowie gemeinsame F&E-Aktivitäten sollen partnerschaftlich, wie im Rahmen der Clean Hydrogen Partnership, diskutiert werden. Ziel ist, diese Diskussionen auf Augenhöhe zu führen und damit den Kooperationsinteressen der Partner Rechnung zu tragen, ohne eigene Kerninteressen aufzugeben.
- Internationale Leuchtturm-Projekte werden im Rahmen der Klima-, Energie- und Wasserstoffpartnerschaften unterstützt und umgesetzt. Ein Ziel hierbei ist es, in Ländern mit hohem Potenzial an erneuerbaren Energien sowie bereits vorhandener industrieller Infrastruktur möglichst großskalige und wirtschaftliche Projekte

zur Erzeugung und lokalen (Teil)Nutzung von grünem Wasserstoff zu realisieren und die Produkte für den Aufbau nachhaltiger lokaler Wirtschaftsstrukturen sowie für den Import in die EU und nach Deutschland zu nutzen.

- Diverse Länder weltweit haben sich bereits als zukünftige Exporteure von Wasserstoff (-derivaten) in Stellung gebracht. Durch ihre teils hohen Ressourcenpotenziale können insbesondere viele Entwicklungs- und Schwellenländer durch die Produktion, die Anwendung und den Handel mit Wasserstoff mittel- bis langfristig zur Diversifizierung bzw. Dekarbonisierung ihrer Wirtschaft sowie der ihrer Partnerländer beitragen. Diese Anstrengungen sollen durch außenpolitischen Dialog und entsprechende entwicklungspolitische Instrumente in Zusammenarbeit mit der Wirtschaft begleitet und gefördert werden, um den Einsatz signifikanter privater Mittel in den Partnerländern sowie deren Eintritt in den entstehenden Wasserstoffmarkt zu erleichtern und eine nachhaltige Entwicklung im Sinne einer Just Transition in den Partnerländern zu unterstützen. Diese Prozesse werden wir auch weiterhin im Rahmen unserer Wasserstoff-, Energie- und Klimapartnerschaften politisch flankieren und unterstützen.
- Ein gemeinsamer Markt mit einheitlichen Standards für grünen Wasserstoff und für kohlenstoffarmen Wasserstoff wird unterstützt, z. B. unter deutscher G7-Präsidentschaft initiiert G7 „Klimaclub“. Dies kann eine Fragmentierung von Märkten verhindern bzw. die Grundlage für einen schnellen internationalen Markthochlauf bilden.

Kasten: Importstrategie Wasserstoff

Um den dauerhaften Importbedarf an nachhaltigem Wasserstoff und Wasserstoffderivaten zu sichern, soll im Rahmen der nachfolgenden Leitplanken eine „Importstrategie Wasserstoff“ beschlossen werden. Die Bundesregierung wird hiermit eine verlässliche Grundlage für den Import von Wasserstoff aus künftigen Exportländern sowie für die heimischen Abnehmer schaffen.

Ziel wird es sein, breit diversifizierte Importkanäle zu erschließen und neue Abhängigkeiten zu vermeiden. Die Importstrategie sendet daher das Signal an europäische und internationale Partnerländer, dass die Bundesregierung weltweit Kooperationen eingehen, sichere, nachhaltige Lieferketten nach Deutschland und sowie nachhaltige Standards etablieren und als Technologiepartner zur Verfügung stehen will. Die Importstrategie bildet den Handlungsrahmen, um die benötigten Mengen an Wasserstoff insgesamt und auf Dauer sicherzustellen. Sie ist integraler Bestandteil der NWS.

Im Fokus der Importstrategie stehen sowohl europäische als auch außereuropäische Kooperationen und Importe. Um weltweite Wasserstoffimporte zu realisieren, werden neben pipelinegebundenen Importen auch Schiffstransporte betrachtet. Hierbei werden verschiedene nachhaltige Transportwege beachtet, unter anderem die Schaffung Grüner Korridore verfolgt, und der zunehmende Einsatz grüner Kraftstoffe für Schiffsimporte angestrebt. Dabei erfolgt eine vorausschauende Planung, die z. B. auch die Vorlaufzeiten für die Beschaffung von Schiffen berücksichtigt.

Pipelinegebundene Importe aus der Erzeugung in wind- und sonnenreichen europäischen bzw. europahanen Regionen bieten – sofern ein entsprechendes, wettbewerbsfähiges Angebot besteht – potenziell Vorteile. Mit dem Ausbau des European Hydrogen Backbone wird nicht nur der gemeinsame europäische Energiemarkt gestärkt und für eine hohe europäische Versorgungssicherheit gesorgt, sondern auch Abhängigkeiten von einzelnen energieexportierenden Ländern vermieden. Dabei setzt sich die Bundesregierung für einen gemeinsam koordinierten, europäischen Wasserstoffhochlauf auf EU-Ebene und im Rahmen bilateraler Partnerschaften ein. Ziel ist dabei neben einem EU-weiten Wasserstoffnetz, u. a. das gesamte europäische Erzeugungspotenzial für Wasserstoff nutzbar zu machen. Insbesondere die Erzeugung von grünem Wasserstoff in EU-Mitgliedstaaten mit ausreichendem Potenzial für erneuerbare Energien für den europäischen Wasserstoffmarkt wird vorangetrieben. Dabei muss eine unbürokratische Regulierung im Fokus stehen, die gerade in der Hochlaufphase Flexibilität ermöglichen soll.

Zusätzlich werden internationale Importe aus einem diversifizierten Portfolio an Exportländern angestrebt, die Mindeststandards erfüllen und möglichst einem gemeinsamen bzw. anerkannten Zertifizierungssystem für Wasserstoff unterliegen. Die Importstrategie soll auch Nachhaltigkeitskriterien im Sinne der Agenda 2030 (SDGs) und lokale Wertschöpfung berücksichtigen sowie die Fragen des Transports von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten. Bei Partnerländern der Entwicklungszusammenarbeit werden maximale Synergien zu den Zielen der Agenda 2030, insbesondere dem Voranbringen lokaler Energiewenden im Sinne einer sozial-ökologischen Gesellschafts- und Wirtschaftstransformation und des Nachhaltigkeitsziels (SDG) 7.

Zur Förderung der außereuropäischen Importe von grünem Wasserstoff und zur Unterstützung des globalen Markthochlaufs wurde H2Global, die erste internationale Handelsplattform für grünen Wasserstoff und dessen Derivate, bereits zu Beginn der Legislatur gegründet. In H2Global sollen erstmals transparent Preise und Mengen für den Handel mit grünen Wasserstoffderivaten ermittelt werden. Durch den Doppelauktionsmechanismus⁷ wird garantiert, dass die öffentlichen Mittel effizient eingesetzt werden. An den Ausschreibungen können sich Unternehmen aus allen außereuropäischen Staaten beteiligen. Die aktuellen Nachhaltigkeitskriterien sind im Verlauf zu evaluieren und ggf. anzupassen. Zusätzlich wird an einer Europäisierung für H2Global gearbeitet. Mit sieben außereuropäischen Staaten wurden zudem Wasserstoffpartnerschaften abgeschlossen.

Essenziell ist u. a. neben der Einhaltung von Umweltstandards, wie der Vermeidung von Wasserknappheit und Verschmutzung, die Diversifizierung der Anbieter bzw. Produzenten von Wasserstoff über die aktuell energieexportierenden Länder hinaus. Bei dieser Diversifizierung müssen die geopolitischen Auswirkungen aber z. B. auch Landrechte vor Ort mitbedacht werden. Das Interesse aktueller Exporteure fossiler Brennstoffe, zur globalen Energiewende auch im Bereich Wasserstoff beizutragen bzw. daran teilzuhaben, soll berücksichtigt werden. Zugleich sollten neue Exportpartner in ihren Bemühungen zum Aufbau einer Wertschöpfungskette für Wasserstoff gestärkt werden. Der Aufbau einer Wasserstoffexportwirtschaft bietet für viele energieexportie-

rende Staaten auch Chancen für die wirtschaftliche Entwicklung und Anreize die eigene Industrie und Energiesysteme zu dekarbonisieren. Der großskalige Ausbau internationaler Wasserstoffprojekte dürfte die aktuell hohen Preise für Wasserstoff deutlich senken und Wasserstoff gegenüber fossilen Energieträgern schneller global attraktiv machen. Der internationale Wasserstoffmarkthochlauf birgt zudem große Chancen für die deutsche Exportwirtschaft. Deutsche Unternehmen sind Marktführer bei Technologien, die für die Erzeugung und den Transport sowie die Nutzung und Rückverstromung von Wasserstoff benötigt werden.

Der steigende Bedarf an Wasserstoff darf gleichwohl nicht dazu führen, dass lokale Wertschöpfung sowie Klima- und Umweltschutz in Entwicklungs- und Schwellenländer erschwert oder verhindert werden, oder dass bei Erzeugung und Transport Menschenrechte verletzt werden. Wasserstoffprojekte sollen die lokale Energie- wende, den Ausbau der erneuerbaren Energien zur Verbesserung der lokalen Energieversorgung und lokale sozial-ökologische Gesellschafts- sowie Wirtschaftstransformationen nicht behindern, sondern unterstützen. Wesentlich ist daneben, dass diese Projekte auch im Einklang mit internationalen Menschenrechts-, Arbeits- und Umweltstandards und Standards zu unternehmerischen Sorgfaltspflichten stehen (z. B. OECD-Leitsätze für Multinationale Unternehmen, VN-Leitprinzipien für Wirtschaft und Menschenrechte, Agenda 2030).

2. Aufbau einer leistungsfähigen Wasserstoffinfrastruktur

Zielbild 2030: Ein erstes Wasserstoffnetz von mehr als 1.800 km umgestellter und neu gebauter Wasserstoffleitungen in Deutschland und ca. 4.500 km europaweit wird im Rahmen des EU-Förderprogramms IPCEI Wasserstoff gefördert und soll bis zum Jahr 2027/2028 entstehen. Bis 2032 soll die verfügbare Transportinfrastruktur erweitert werden, um alle großen Erzeugungs-, Import- und Speicherzentren mit den relevanten Abnehmern zu verbinden.

Das deutsche Wasserstoffnetz wird bereits 2030 mit EU-Nachbarstaaten über ein erstes europäisches Wasserstoffnetz (European Hydrogen Backbone) verbunden sein. Insbesondere für den Import erheblicher Mengen Wasserstoff aus Norwegen, aber auch aus anderen europäischen Ländern, sollen leistungsfähige Pipelines in Betrieb genommen werden. Um die Wasserstoffbedarfe frühzeitig auch mit außerhalb der EU erzeugtem Wasserstoff bzw. Wasserstoffderivate zu decken, werden für Schiffstransporte bis 2030 ausreichend Importterminals an deutschen Küsten aufgebaut. Mit dem Netz sind ferner Wasserstoffspeicher verbunden und ggf. bereits eine bedarfsgerechte nationale Wasserstoffreserve angelegt, um unabhängiger von Erzeugungs- oder Importausfällen zu werden.

Die Versorgung einer bedarfsgerecht aufgebauten Betankungsinfrastruktur für den Straßenverkehr wird gesichert (s. Abschnitt Verkehr).

Das Netz ist so ausgestaltet, dass regionale Disparitäten möglichst nicht verschärft werden.

Für den Markthochlauf ist – neben der Verfügbarkeit von Wasserstoff – ein vorausschauender und zügiger Aufbau einer Terminal-, Netz-, Tank- und Speicherinfrastruktur für Wasserstoff unerlässlich. Dies umfasst im Kern vor allem ein nationales Wasserstoffnetz, das in der Lage ist, die künftigen Verbraucher in Deutschland mit den Erzeugungs- bzw. Importstandorten zu verbinden. Hierbei kommt Häfen als Knotenpunkten zur Herstellung der Energiesicherheit eine besondere Bedeutung zu. Wo eine leitungsgebundene Versorgung nicht möglich ist, sollte der Transport über den Seeweg, die Schiene und Straßen geprüft werden, soweit dies volkswirtschaftlich sinnvoll ist. Auch die Belange des deutschen Mittelstands als Rückgrat der deutschen Wirtschaft sollten Berücksichtigung finden, um die Voraussetzungen für eine Transformation zu einer zukunftsfähigen, nachhaltigen Produktion zu schaffen.

Für einen kosteneffizienten und schnellen Aufbau des Wasserstoffnetzes ist es folgerichtig, insbesondere bestehende Erdgastransportleitungen auf den Wasserstofftransport umzunutzen, um fossile Lock-Ins zu vermeiden. Das Energiewirtschaftsgesetz bietet bereits heute einen ersten rechtlichen Rahmen mit verschiedenen Erleichterungen für Umnutzungen. Der umfassende europäische Ordnungsrahmen (Gas- und Wasserstoffbinnenmarktpa-

⁷ Der Mechanismus von H2Global besteht aus zwei getrennten Auktionen. Zuerst wird ermittelt, welcher Exporteur den niedrigsten Preis für Lieferungen von grünem Wasserstoff bietet. In einem zweiten Schritt wird die eingekaufte Menge unter den interessierten Abnehmern versteigert. Die Unternehmen mit dem höchsten Gebot erhalten den Zuschlag für die Lieferungen. Die Differenz zwischen höherem Ankaufspreis und niedrigerem Verkaufspreis wird per Zuwendung an die HINT.CO GmbH ausgeglichen. Die Kostendifferenz wird sich mittelfristig verringern. Der notwendige Ausgleich der Kostendifferenz reduziert sich somit und wird langfristig obsolet.

ket) wird nach Abschluss des EU-Rechtssetzungsverfahrens (erwartet bis Jahresende 2023) zügig national umgesetzt. Grundsätzlich werden im Kontext der fortschreitenden Transformation Deutschlands hin zu einer dekarbonisierten Volkswirtschaft zunehmend Erdgasleitungen zur Verfügung stehen und umgerüstet werden können. Gleichzeitig wird das künftige Wasserstoffnetz im Umfang nicht mit dem bekannten Erdgasnetz identisch sein. Über Wasserstoffhubs kann eine Versorgung in der Fläche gesichert werden, etwa im Verkehrsbereich oder für mittelständische Unternehmen abseits der großindustriellen Ballungszentren.

In jedem Fall ist eine eng abgestimmte sektorenübergreifende Planung zwischen Strom-, Gas-, Wasserstoff-, Verkehrs- und Wärmenetzen notwendig, die die klima-, energie- und umweltpolitischen Ziele gemeinsam in Einklang bringt. Hierbei wird die fundierte Expertise einschlägiger Forschungsinitiativen genutzt.

Um einen koordinierten und systemdienlichen Aufbau eines Wasserstoff-Kernnetzes sowie dessen Finanzierbarkeit darzustellen, sind entsprechende Rahmenbedingungen sicherzustellen, die Hemmnisse des Aufbaus des Wasserstoffnetzes adressieren:

1. Konsistente Planung und Koordination des Netzes.
2. Anreize für die Investitionsbereitschaft in Leitungsumwidmung und -neubau (u. a. gilt es Unsicherheiten im Hochlauf der neuen Infrastruktur zu adressieren: zeitliche und mengenmäßige Schwankungsrisiken, Ankerkunden, Importe etc.).
3. Parallelität des Betriebs von Gas- und Wasserstoffnetzen.

Zeitgleich wird auch ein Konzept für Wasserstoffspeicher erarbeitet, das die sukzessive Umrüstung bestehender Gasspeicher und den notwendigen Neubau von Wasserstoffspeichern integriert. In einem immer stärker auf volatile erneuerbare Energien ausgerichteten Strom-System ermöglichen ebendiese Speicher die Zwischenspeicherung erneuerbarer Energien und damit, an das Wasserstofftransportnetz angeschlossen, die zeitliche Entkopplung von Erzeugung und Verbrauch. Mit dem größten bestehenden Gasspeicherpotenzial in Europa kann Deutschland eine zentrale Rolle auch im europäischen Wasserstoffnetz einnehmen.

Geeignete und verlässliche Rahmenbedingungen werden daher nicht nur auf nationaler, sondern auch auf europäischer Ebene benötigt. Der Aufbau eines europäischen Wasserstoffnetzes liegt im gesamteuropäischen Interesse und wird von der Bundesregierung mit hoher Priorität verfolgt, um die EU-Klimaschutzziele zu erreichen und die Energieversorgung in der EU zu diversifizieren. Den Startpunkt des European Hydrogen Backbone bilden länderübergreifende Leitungsprojekte im Rahmen des IPCEI Wasserstoff. Diese müssen zügig durch zusätzlichen grenzüberschreitenden Netzausbau flankiert werden, insbesondere um eine EU-weite Verteilung notwendiger Wasserstoffimportmengen zu gewährleisten.

Der Ausbau der Wasserstoffbetankungsinfrastruktur mit großvolumigen Kapazitäten zur Abdeckung insbesondere des schweren Güterverkehrs wird mit Blick auf die Erreichung der Klimaziele sowie den geplanten Fahrzeughochlauf von der Industrie forciert und bedarfsorientiert fortgesetzt. Die Bundesregierung unterstützt diesen Ausbau und prüft hierzu weitere Fördermodelle.

Um die CO₂-neutrale Luftfahrt für die Kurz- und Mittelstrecke sowie die klimaneutrale Schifffahrt zu ermöglichen, wird abhängig vom Fortschritt bei der Produktverfügbarkeit entsprechender Flugzeuge und Schiffe die Unterstützung des Aufbaus einer initialen Betankungsinfrastruktur für Flüssigwasserstoff bzw. für Wasserstoffderivate geprüft.

a) Nationale Wasserstoffinfrastruktur

Im Rahmen einer zwischen Strom, Gas und Wasserstoff abgestimmten Netzplanung wird das nationale Wasserstoffnetz über das IPCEI Wasserstoffnetz hinaus für den absehbaren Bedarf an Wasserstoff entwickelt. Aufgrund der anfänglich geringen Anzahl angeschlossener Nutzer an das Wasserstoff-Kernnetz würde eine vollständige Nutzerfinanzierung über Netzentgelte in der Hochlaufphase zu hohen Entgelten führen. Netzentgelte sollten insbesondere in der Startphase jedoch nicht prohibitiv hoch und möglichst einheitlich sein. Entsprechende Lösungsansätze, beispielsweise durch zeitliche Verlagerung der Entgelte, werden geprüft. Bei der Netzplanung werden neben strukturpolitischen Erwägungen auch die Anforderungen des Verkehrssektors berücksichtigt.

Zum jetzigen Zeitpunkt ist die groß angelegte Speicherung von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten noch nicht nutzbar, aber auch nicht notwendig, da deren Verfügbarkeit noch nicht ausreichend und die Kosten noch sehr

hoch sind. Sie wird jedoch v.a. ab der zweiten Hälfte der Zwanziger Jahre mit Zunahme der erzeugten und nachgefragten Mengen wichtiger. Angesichts der langfristigen Investitionszyklen gilt es jetzt die richtigen Weichen zu stellen und hierfür, Bedarf und Hochlauf frühzeitig zu prüfen.

Kurzfristige Maßnahmen (2023)

- Das Energiewirtschaftsrecht soll noch in diesem Jahr geändert werden, um die Rechtsgrundlage für ein erstes Wasserstoff-Kernnetz zu schaffen. Vorgesehen sind zwei Schritte:
 - **1. Schritt:** Vorlage eines ersten Wasserstoff-Kernnetzes durch die Fernleitungsnetzbetreiber Gas, zu bestätigen durch die Bundesnetzagentur, das bis 2032 realisiert werden und die maßgeblichen Regionen in Deutschland auf Angebots- und Anwendungsseite anbinden soll,
 - **2. Schritt:** In einer nachfolgenden EnWG-Änderung wird die Rechtsgrundlage für die Ausweitung des periodischen Gasnetzentwicklungsplans zu einem integrierten Netzentwicklungsplan Gas und Wasserstoff geschaffen.
- Im Rahmen des Wasserstoff-Leitprojekts TransHyDE wird die Basis für eine fundierte Planung und die technologischen Voraussetzungen für den effizienten Transport von Wasserstoff geschaffen. Damit wird die integrierte und eine im Rahmen der gesetzten Ziele technologieoffene Entwicklung der Energienetze unterstützt.
- Potenzial- und Systemanalysen und Transformations-Roadmaps werden gezielt gefördert, um den Aufbau der Wasserstoffwirtschaft durch fundierte wissenschaftliche Erkenntnisse zu begleiten und das Energiesystem resilient und sicher weiterzuentwickeln.

Mittelfristige Maßnahmen (ab 2024/2025)

- Auf Basis der vorgenannten Rechtsgrundlagen soll der erste Gas- und Wasserstoffnetzentwicklungsplan entwickelt werden.
- Dabei sind auch die Wechselwirkungen mit Strom, Verkehr und Wärme bei den Planungen im Rahmen der künftigen Systementwicklungsstrategie (SES) zu berücksichtigen. Die Systementwicklungsstrategie unterstützt die Entwicklung von Rahmenbedingungen für den weiteren Ausbau des Wasserstoffnetzes sektorübergreifend.

b) Europäisches Wasserstoff-Backbonenetz

Perspektivisch sollen die entstehenden Netze der EU-Mitgliedstaaten über ein europäisches Wasserstoff-Kernnetz (European Hydrogen Backbone) verbunden werden. Die erste Ausbaustufe hierfür stellen die europaweit insgesamt 4.500 Leitungskilometer der Infrastrukturprojekte im IPCEI Wasserstoff dar (1.500 km Neubau und 3.000 km Umnutzung von Erdgasleitungen), inklusive länderübergreifender Verbindungen.

Dieser Nucleus für ein europäisches Netz soll mit den beteiligten Mitgliedstaaten rasch ausgebaut werden, so dass eine EU-weite Verteilung von innereuropäisch erzeugtem oder auch importiertem Wasserstoff zu den wesentlichen Anwendungszentren gesichert ist. Der Fokus der Bundesregierung liegt darauf, Verbindungen zu unseren Nachbarstaaten zu schaffen und damit ein gut ausgebautes Netz in Mitteleuropa mit Anbindung sowohl an die potenziellen Erzeugungszentren in Skandinavien, Süd- und Osteuropa als auch an die strategisch günstig gelegenen Importhubs in Westeuropa aufzubauen.

Kurzfristige Maßnahmen (2023)

- Die Bundesregierung setzt sich auf EU-Ebene für die zeitnahe Schaffung klarer Rahmenbedingungen für die weitere Entwicklung der europäischen Wasserstoffinfrastruktur auch über die IPCEI-Projekte hinaus ein. Die Rahmenbedingungen im Gasmarkt- und Wasserstoffpaket sollten noch in diesem Jahr gesetzt werden, um bis 2030 ein europäisches Wasserstoff-Backbonenetz zu realisieren.
- In mehreren bilateralen Dialogformaten mit der EU-Kommission sowie interessierten Partnerländern soll zeitnah über die schnelle Umsetzung grenzüberschreitender Pipelineprojekte verhandelt werden. Mit Nachdruck unterstützt die Bundesregierung den Bau neuer Wasserstoffpipelines bzw. die Umrüstung nicht mehr

benötigter Erdgaspipelines innerhalb der EU. z. B. im Rahmen des Auswahlprozesses der Projects of Common Interest (PCI) durch die EU Kommission oder von bilateralen Vereinbarungen auf Grundlage von Machbarkeitsstudien.

- Als Schwerpunktkorridore werden derzeit neben denen zum Nord- und Ostseeraum auch Verbindungen nach Nordafrika berücksichtigt, entweder über Frankreich, Spanien und Portugal (H2Med) oder über Österreich und Italien (Südkorridor). Mit allen beteiligten Staaten werden Gespräche geführt, um eine Realisierung von gemeinsamen Erzeugungs- und Verteilungsklustern in beiden Meeresgebieten voranzutreiben.

Mittelfristige Maßnahmen (ab 2024/25)

- Für den mittelfristigen Ausbau eines europäischen Wasserstoff-Kernnetzes werden im Dialog mit EU-Mitgliedstaaten und anderen Partnerländern bereits vor dem Beginn des Ausbaus des europäischen Netzes der Wasserstoffnetzbetreiber an Kooperationsprojekten und der Errichtung grenzüberschreitender Infrastrukturen gearbeitet. Der Austausch mit Norwegen und Dänemark ist bereits weiter fortgeschritten, aber auch mit Finnland und Schweden sowie Österreich, Italien und Frankreich wurden schon Gespräche geführt. Mögliche Anwendungsfälle sind z. B. die Errichtung von Hubs für die Nutzung von Offshore-Windenergie, von Offshore-Elektrolyse sowie der Abschluss langfristiger Importvereinbarungen.

c) Infrastruktur für Importe aus Drittstaaten

Ziel ist, zügig eine Importinfrastruktur in Deutschland und Europa zu installieren, um die absehbaren Wasserstoffbedarfe frühzeitig auch mit außerhalb der EU erzeugtem nachhaltigem Wasserstoff und Wasserstoffderivaten decken zu können.

Hierfür soll der beschleunigte Aufbau von auf Wasserstoff bzw. Wasserstoffderivaten umrüstbaren Importterminals an den deutschen Küsten vorangetrieben und sichere nachhaltige Schiffrouten für Importe etabliert sowie der Ausbau der Wasserstofftransportinfrastruktur in Häfen fokussiert werden. Dafür sind die derzeit entstehenden LNG-Infrastrukturen ein wichtiger Ausgangspunkt. Sie sollen so errichtet werden, dass sie „H2-ready“, also mit geringem wirtschaftlichem Aufwand umrüstbar, d.h. auch für die Anlandung von Wasserstoffderivaten, wie Ammoniak und Methanol, bzw. Transportmedien, wie LOHC geeignet sind. Daneben wird es zunehmend auch sichere inländische Transportrouten für Wasserstoffderivate wie Ammoniak oder Methanol geben. Bei Erzeugung und Transport sind menschenrechtliche und umweltbezogene Sorgfaltspflichten in Lieferketten umzusetzen. Mit Blick auf die notwendige Transportinfrastruktur sind Umweltrisiken etwa bezüglich Biodiversität zu evaluieren und zu vermeiden.

Zu ausgewählten Staaten außerhalb des Europäischen Wirtschaftsraums sollen ggf. Pipelineprojekte umgesetzt werden, da diese langfristig eine günstigere und sicherere Versorgung ermöglichen.

Kurzfristige Maßnahmen (2023)

- Ein Wasserstoffbeschleunigungsgesetz wird erarbeitet. Dafür werden u. a. Maßnahmen zur Beschleunigung des Ausbaus von Wasserstoffimportterminals geprüft.
- Zur Realisierung der benötigten Importinfrastruktur und mit Blick auf den großen Importbedarf werden in den laufenden Kooperationen mit den internationalen Partnern die offenen Fragen geklärt.
- Mit Blick auf den Schiffstransport sollen alle neu zu errichtenden LNG-Terminals auch für Wasserstoff oder dessen Derivate umrüstbar sein.
- Entwicklungspläne für Betankungsinfrastrukturen in den Häfen werden aufgrund der europarechtlichen Verpflichtung Deutschlands bereits zügig vorangetrieben. Im Rahmen der Erarbeitung einer „Nationalen Hafenstrategie“ sollen in Abstimmung mit den Bundesländern strategische Maßnahmen zur Weiterentwicklung der Häfen als nachhaltige Knotenpunkte der Energiewende entwickelt werden, damit die infrastrukturellen Anforderungen für die Wasserstoffimporte Hafenseitig erfüllt werden.

Mittel- und langfristige Maßnahmen (2024 bis 2030)

- Im Rahmen des Gas- und Wasserstoffbinnenmarktpaketes werden auch die Grundlagen für die EU-weite Planung von Wasserstoffnetzen gelegt.

- Ein europäischer Hydrogen Backbone muss dabei in Abstimmung mit geplanten Wasserstoffprojekten auch strategische Wasserstoffpipelines zu Anrainerstaaten der Union, wie z. B. Norwegen, dem Vereinigten Königreich, Ukraine, Marokko, Tunesien und Algerien, in den Blick nehmen. Auf der Grundlage bilateraler Vereinbarungen wird derzeit eine Machbarkeitsstudie über die gesamten Wasserstofflieferungen aus Norwegen durchgeführt.
- Weitere Terminals nur für Wasserstoff oder dessen Derivate sollen gebaut werden.

3. Wasserstoffanwendungen etablieren

Zielbild 2030: Der Einsatzbereich von Wasserstoff und seiner Derivate wird bis 2030 nach heutigem Kenntnisstand insbesondere im Industriesektor liegen, z. B. in der Chemie- und Stahlindustrie, sowie im Verkehr zur Nutzung in der Brennstoffzelle oder als erneuerbarer Kraftstoff. Im Wärmebereich wird bis 2030 keine breite Anwendung gesehen, allerdings soll auch die Umnutzung von Gasverteilnetzen auf Wasserstoff sowie der Einsatz dezentraler H₂-Kessel rechtlich und technisch ermöglicht werden.

Im Stromsektor werden Elektrolyseure auf der Verbrauchsseite insbesondere als variable systemdienliche Stabilisatoren bzw. flexible Lasten dienen. Zum anderen kann Wasserstoff auf Erzeugerseite bei Bedarf in Zeiten einer hohen Stromnachfrage und geringer Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien rückverstromt werden. Für die Erprobung und den Markthochlauf von Wasserstoffkraftwerken auf Basis von Wasserstoffturbinen, Brennstoffzellen und Verbrennungsmotoren, die bereits in den nächsten Jahren beginnen müssen, sind bis 2030 ebenfalls ausreichende Wasserstoffmengen erforderlich. Zudem sollen neu zu bauende Gaskraftwerke ebenfalls als „auf Wasserstoff oder seine Derivate umrüstbar“ (H₂-ready) konzipiert werden.

Grundsätzlich gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Anwendungsmöglichkeiten für Wasserstoff und dessen Derivate. Ob vermehrt Wasserstoff zur Anwendung kommt, hängt insbesondere von seiner ausreichenden Verfügbarkeit sowie der preislichen Attraktivität gegenüber Alternativoptionen ab. Solange und soweit Wasserstoff ein knapper und teurer Rohstoff und Energieträger ist, dürfte der Fokus auf Anwendungen liegen, bei denen eine direkte Elektrifizierung z. B. ökonomisch nicht sinnvoll ist oder für die keine alternativen technischen Lösungen zum Erreichen der Klimaneutralität bestehen.

Aus Sicht der Bundesregierung soll die Nutzung von Wasserstoff in den einzelnen Anwendungsfeldern nicht beschränkt werden. Aus volkswirtschaftlicher und industriepolitischer Perspektive ist jedoch zu bedenken, dass mit zunehmender Nachfrage der Wasserstoffpreis gerade auch für Verbraucher, die keine Alternativen zu Wasserstoff bzw. Wasserstoffderivaten haben, ansteigen kann. Daher ergeben sich insbesondere in diesen Sektoren entsprechende Handlungs- und Förderaufträge. Staatliche Förderung sollte auf Bereiche fokussieren, in denen der Wasserstoffeinsatz zwingend erforderlich bzw. alternativlos ist.

Auch die besonderen Belange von Unternehmen des Mittelstands auch außerhalb der großindustriellen Ballungszentren nehmen wir in den Blick.

a) Industrie

Im Bereich der Industrie sind wasserstoffbasierte Technologien vor allem in solchen Sektoren eine geeignete Transformationsoption, in denen sie fossile Rohstoffe wie Erdgas, Erdöl oder Kohle in der stofflichen Nutzung ersetzen. Genauso kann auch die energetische Nutzung von Wasserstoff in bestimmten Bereichen die einzige Dekarbonisierungsoption darstellen.

Im Bereich der Prozesswärmebereitstellung steht Wasserstoff im niederen und mittleren Temperaturbereich in Konkurrenz zu direktelektrischen Lösungen wie Großwärmepumpen, Elektrodenkesseln oder E-Crackern. Bei Anwendungen im Hochtemperaturbereich, bei denen eine Elektrifizierung technisch und auch ökonomisch nicht oder noch nicht möglich ist, bietet Wasserstoff jedoch bislang die einzige Dekarbonisierungsoption. Dies trifft insbesondere auf die Primärstahlherstellung und auf Teile der Chemieindustrie zu. Zudem trägt Wasserstoff hier auch zur Vermeidung ansonsten nur schwer zu vermeidender Prozessemissionen bei. Hier setzt die Bundesregierung in der Markthochlaufphase einen Fokus. Die Langfristszenarien des BMWK sehen für die Industrie im Jahr 2045 eine Nachfrage nach Wasserstoff zwischen 290 und 440 TWh.⁸ Diese große Spanne ergibt sich u. a. aus

⁸ Andere Studien (z. B. vom Nationalen Wasserstoffrat) kommen zu abweichenden Prognosen.

unterschiedlichen möglichen Entwicklungspfaden der Industrie in Deutschland, insbesondere der Grundstoffchemie.

Um den Wasserstoffhochlauf und die transformationsbedingt notwendigen Investitionen für die Umstellung auf klimaneutrale Produktionsprozesse in der Industrie voranzubringen und insbesondere die erforderlichen Sprunginnovationen anzureizen, ist zumindest kurz- bis mittelfristig eine finanzielle Förderung notwendig. Dadurch wird gewährleistet, dass die Transformation frühzeitig erfolgt. Dies ist mit Blick sowohl auf die Klimaziele als auch die Wettbewerbsfähigkeit des Industrie- und Wirtschaftsstandorts Deutschland zentral. Neben der finanziellen Förderung sind weitere Voraussetzungen für die erfolgreiche Vermarktung von treibhausgasarmen und treibhausgasneutralen Produkten der Industrie zu etablieren (v. a. grüne Leitmärkte). Die Stimulierung der Nachfrage nach grünen Produkten trägt dazu bei, dass mittel- bis langfristig der Bedarf nach staatlicher Förderung reduziert wird.

Kurzfristige Maßnahmen (2023)

- Unterschiedliche zentrale Fördermaßnahmen für den Industriesektor sowie deren enge Koordinierung und Verzahnung sind bereits gestartet oder werden kurzfristig auf den Weg gebracht, darunter sind zu nennen:
 - die Klimaschutzverträge für die Industrie: Förderung von Mehrkosten von Unternehmen emissionsintensiver Branchen, die diesen durch die Errichtung von klimafreundlicheren Anlagen (CAPEX) und den Betrieb (OPEX) im Vergleich zu konventionellen Anlagen entstehen;
 - die Förderung im Rahmen der IPCEI-Wasserstoff;
 - das Förderprogramm Dekarbonisierung in der Industrie (DDI).

Eine enge Verzahnung der Fördersysteme wird dabei gewährleistet.

Neben der finanziellen Förderung müssen die Voraussetzungen für eine gewinnbringende Vermarktung von klimafreundlichen Produkten geschaffen werden. Hierzu wird

- ein Konzept zu „grünen Leitmärkten“ vorgelegt, das definitorische Grundlagen und Instrumente zur Schaffung einer Nachfrage nach klimafreundlichen Grundstoffen, angefangen mit Stahl und Zement, aufzeigt. Mögliche Hebel hierfür sind Kennzeichnungen, Produktstandards sowie Kriterien und Quoten in der öffentlichen Beschaffung.

b) Verkehr

Im Verkehrssektor sind die Elektrifizierung mit Batterie und Brennstoffzelle sowie der Einsatz strombasierter erneuerbarer Kraftstoffe neben Verkehrsreduzierung und -verlagerung die zentralen Hebel für das Erreichen der Klimaschutzziele. Wasserstoff und seine Derivate sind ein wichtiger Baustein für eine nachhaltige klimafreundliche Mobilität und ergänzen andere alternative Antriebsformen. So kann der Verkehrssektor auch als Treiber zur Skalierung einer Wasserstoffwirtschaft beitragen.

Für den Luftverkehr wurde im Rahmen der nationalen Umsetzung der RED II im September 2021 bereits eine Verpflichtung zum Inverkehrbringen strombasierter PtL-Flugkraftstoffe (Power-to-Liquid) beschlossen. Gemäß dem gemeinsamen Papier der Bundesregierung zur Klimaneutralen Luftfahrt von Juni 2022⁹ wird zudem die Entwicklung brennstoffzellenbasierter Antriebsstränge und Nebenaggregate für eine wasserstoffbasierte Luftfahrt fokussiert. Um die klimaneutrale Luftfahrt für die Kurz- und Mittelstrecke zu ermöglichen, wird abhängig vom Fortschritt bei der Produktverfügbarkeit entsprechender Flugzeuge die Unterstützung des Aufbaus einer initialen Betankungsinfrastruktur für Flüssigwasserstoff geprüft.

Damit Wasserstoff und dessen Derivate ihren Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele im Verkehr leisten können, werden hinreichende Mengen benötigt. Die Beschleunigung der Produktion und des Einsatzes von auf Wasserstoff und Strom basierten Kraftstoffen (E-Fuels) ist insbesondere im Bereich des Luft- und Schiffsverkehrs, und für Spezialanwendungen, wie sie etwa im militärischen Bereich anzutreffen sind, erforderlich. Dazu sind weitere Forschungsaktivitäten erforderlich und (s. hierzu unter 4. c)) geeignete Maßnahmen (z. B. Regulatorik und Standardisierung) zu entwickeln.

⁹ Klimaneutrale Luftfahrt, Gemeinsames Papier der Bundesregierung vom 21.06.2022, https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/J-L/220621-Klimaneutrale-Luftfahrt-Juni-22-Vfin-Anlage-BR.pdf?__blob=publicationFile&v=1.

Daneben sind Planungs- und damit Investitionssicherheit nötig. Die Bundesregierung unterstützt den im Rahmen der EU-Verordnung „Alternative Fuels Infrastructure Regulation“ (AFIR) festgelegten Ausbau der Wasserstoffbetankungsinfrastruktur auch durch Förderprogramme in der Umsetzung und prüft zudem neue Fördermodelle.

Es wird ein Masterplan für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie im Verkehr entwickelt, um die Skalierung von Wasserstoff und daraus hergestellten Kraftstoffen, Brennstoffzellenfahrzeugen sowie Brennstoffzellenkomponenten und -systemen und den benötigten Infrastrukturen zielgerichtet voranzutreiben. Der Masterplan wird unter Berücksichtigung und Zusammenführung der vorhandenen Prozesse und Strategien, Förderprogramme und regulatorischen Maßnahmen konkrete, mit einem Zeitplan hinterlegte Handlungsschritte definieren und den möglichen Beitrag zur Erreichung der nationalen Klimaziele bis 2045 adressieren.

Kurzfristige Maßnahmen (2023)

- In den EU-Verhandlungen zur Revision der RED II hat die Bundesregierung sich u. a. für Unterquoten für erneuerbare Kraftstoffe nicht-biogenen Ursprungs (d.h. Wasserstoff und E-Fuels) eingesetzt. Diese Quote wird national ambitioniert umgesetzt. Ebenso hat die Bundesregierung auf EU-Ebene erfolgreich eine verpflichtende PtL-Kerosinquote im Kontext der Verhandlungen zu ReFuelEU Aviation sowie eine sogenannte „sunrise clause“ und Unterquote für erneuerbare Kraftstoffe nicht-biogenen Ursprungs (RFNBOs) in der ReFuelEU Maritime unterstützt.
- Aktive Begleitung und Mitgestaltung der internationalen Erarbeitung und Harmonisierung von Standards zu verkehrlichen Anwendungen für die Lagerung, den Transport und den Einsatz von Wasserstoff und seinen Derivaten sowie Brennstoffzellensystemen.
- Die Änderungsrichtlinie zur Revision der Eurovignetten-Richtlinie wird zeitnah umgesetzt. Gemäß der Eurovignetten-Richtlinie werden Straßennutzungsgebühren für Lkw u. a. in Abhängigkeit von CO₂-Emissionen und Schadstoffemissionen differenziert, um Anreize für die Nutzung umweltfreundlicherer – auch wasserstoffgetriebener – Fahrzeuge zu fördern.
- Umsetzung kurzfristiger Maßnahmen, um bis 2025 den vorausschauenden Aufbau eines initialen Netzes im Bereich Wasserstofftankinfrastruktur sicherzustellen.
- Die IPCEI-Projekte im Verkehrsbereich, die die gesamte Wertschöpfungskette abdecken, werden unterstützt und bestmöglich, ggf. auf alternativer Rechtsgrundlage, gefördert: Von der Entwicklung und Herstellung von Brennstoffzellensystemen und Komponenten über die Entwicklung und Herstellung von Fahrzeugen bis hin zur Initialisierung eines transeuropäischen verknüpften Grundnetzes an Betankungsinfrastruktur.
- Die Fortsetzung des Wettbewerbs „HyLand – Wasserstoffregionen in Deutschland“ ist vorgesehen, eine Weiterentwicklung wird geprüft.
- Im Jahr 2023 erfolgt die Notifizierung einer verkehrsträgerübergreifenden Fördermaßnahme für Investitionen in Anlagen zur Erzeugung von strombasierten Kraftstoffen in Deutschland, um den notwendigen Technologienachweis im industriellen Maßstab zu erbringen und dadurch Entwicklungspotenzial für deutsche Unternehmen zu bieten, z. B. für den Export dieser Anlagen- und Erzeugungstechnologien.
- Die Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich der Antriebstechnologien für die Luftfahrt auf Basis der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie wird z. B. im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie sowie im Luftfahrtforschungsprogramm fortgesetzt. Das geplante Innovations- und Technologiezentrum Wasserstoff (ITZ) soll mit dem Standort Nord (Hamburg, Bremen, Stade) Prüf- und Testinfrastrukturen für Wasserstoff- und Brennstoffzellenanwendungen in der Luftfahrt anbieten.
- Für Ende 2023 ist geplant, ein nationales Modul unter dem H2Global Mechanismus zur Förderung der industriellen PtL-Kerosinproduktion zu starten.
- Mit dem Aufbau eines dezentralen „Innovations- und Technologiezentrum Wasserstoff“ soll über alle Verkehrsträger hinweg eine bislang in Deutschland fehlende Test-, Prüf- und Entwicklungsumgebung entstehen, die zur Erarbeitung der industriepolitisch besonders relevanten Rahmenbedingungen, wie Normen und Standards, beiträgt.

- Der Aufbau von Hafeninfrastruktur für die Betankung der Schifffahrt mit Wasserstoff und dessen Derivate werden bei der Erarbeitung einer „Nationalen Hafenstrategie“ geprüft werden. Entwicklungspläne für Betankungsinfrastrukturen in den Häfen werden aufgrund der europarechtlichen Verpflichtung Deutschlands bereits zügig vorangetrieben.

Mittelfristige Maßnahmen (2024/2025)

- Prüfung, Fortschreibung und Weiterentwicklung bestehender Förderprogramme im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie einschließlich Tankinfrastruktur, der Erzeugung erneuerbarer Kraftstoffe sowie der Verwendung von Wasserstoff und seiner Derivate insbesondere in den verkehrlichen Anwendungen, die zur Dekarbonisierung auch langfristig auf flüssige oder gasförmige erneuerbare strombasierte Kraftstoffe angewiesen sind, u. a.: Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP), Gesamtförderkonzept Erneuerbare Kraftstoffe sowie IPCEI Hy2Move.
- Entwicklung einer Gesamtstrategie zur Wasserstoff-Transformation der Schifffahrt im Rahmen eines „Nationalen Aktionsplans klimafreundliche Schifffahrt“ einschließlich einer technologieoffenen Förderkulisse für Demonstrationsvorhaben für alternative Antriebe und Kraftstoffe auf Basis von Wasserstofftechnologien.

Langfristige Maßnahmen (2027 bis 2030)

- Nach Inkrafttreten der AFIR trifft die Bundesregierung gegebenenfalls weitere Maßnahmen, um entsprechend des Markthochlaufs bis 2030 ein bedarfsgerechtes Netz an Wasserstofftankstellen, insbesondere für Nutzfahrzeuge, sicherzustellen.

c) Strom

In einem zunehmend klimaneutralen Stromsystem wird netzgebundener Wasserstoff zu einem wichtigen Energieträger. Er macht eine langfristige Speicherung sowie den Transport von Energie aus erneuerbaren Quellen möglich. Dies umfasst auch Wasserstoffderivate, wie beispielsweise synthetisches Methan, Ammoniak, Methanol, Kerosin und weitere synthetische Kraftstoffe.

Wasserstoffkraftwerke können in Zeiten hoher Stromnachfrage und geringen Angebots von Strom aus erneuerbaren Energien sowohl eine kurzfristige als auch eine saisonale Ausgleichsfunktion übernehmen, soweit diese nicht durch andere effizientere Flexibilitätsoptionen oder Speicher erbracht werden kann. Der jährliche Wasserstoffbedarf im Umwandlungssektor (Strom und Wärmenetze) steigt, basierend auf den Langfristszenarien des BMWK, von aktuell 0 TWh auf bis zu rund 80 bis 100 TWh im Jahr 2045 an.¹⁰ Mit dem Ausstieg aus der Kohleverstromung und der sich anschließenden generellen Abkehr der Stromerzeugung aus fossilen Brennstoffen wird die Stromversorgung in Deutschland klimaneutral (vgl. Ziele in § 1a EEG). Daher ist bei Neuinvestitionen in Gaskraftwerke bereits heute zu gewährleisten, dass die Kraftwerke auf Wasserstoff oder seine Derivate umrüstbar sind (sogenanntes „H2-readiness“). Im Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG) wurde 2022 festgelegt, dass neue KWK-Anlagen mit einer elektrischen Leistung von mindestens 10 MW, die ab Juli 2023 genehmigt werden, nachweisen müssen, dass sie zu geringen Mehrkosten zu einem späteren Zeitpunkt auf den Betrieb mit Wasserstoff umgerüstet werden können. Eine nahezu identische Anforderung gibt es im EEG auch für Biomethananlagen, die ab 2023 gefördert werden.

Daneben sind über Verordnungsermächtigungen im EEG (§§ 88e und 88f) bereits Fördermöglichkeiten für die Erprobung und den schnellen Markthochlauf von Wasserstoff und seinen Derivaten in der Stromerzeugung beschlossen (sog. „Wasserstoff-Sprinter-Kraftwerke“ sowie lokale „EE-Wasserstoff-Hybridkraftwerke“).

Die Wasserstoffnachfrage aus dem Stromsektor stellt erhöhte Bedarfe an die Wasserstoffinfrastruktur, insbesondere hinsichtlich der Speichervolumina, die es beim Ausbau der Wasserstoffinfrastruktur zu berücksichtigen gilt. Daneben ist sicherzustellen, dass der Ausbau der Elektrolysekapazität bezüglich des Standortes und der Betriebsweise bereits bis 2030 zum Großteil systemdienlich erfolgt.

¹⁰ Andere Studien (z. B. vom Nationalen Wasserstoffrat) kommen zu abweichenden Prognosen.

Kurzfristige Maßnahmen (2023)

- Im Rahmen der Systementwicklungsstrategie und der „Plattform Klimaneutrales Stromsystem“ werden die Anforderungen an die „systemdienliche Elektrolyse“ geprüft, insbesondere an dem Gesamtsystem dienlichen Standorten und Betriebsweisen von Elektrolyseuren, wobei insbesondere in der Hochlaufphase die Wirtschaftlichkeit des Betriebs besonders gewichtet wird.
- Mit den geplanten Ausschreibungen nach § 28e EEG 2023 für sogenannte „Wasserstoff-Sprinter“-Kraftwerke für die Verstromung von reinem Wasserstoff oder Ammoniak werden Erprobung und schneller Markthochlauf für diese Kraftwerke angesprochen, die zum Ausgleich volatiler erneuerbarer Stromerzeugung beitragen. Hierfür soll in einem ersten Schritt die Verordnungsermächtigung nach § 88f EEG 2023 umgesetzt werden. Mit den Ausschreibungen in den Jahren 2023 bis 2026 wird bereits hiermit die Errichtung von 4,4 GW an Wasserstoff- und Ammoniakkraftwerken gefördert.
- Mit den geplanten Ausschreibungen nach § 28d EEG für lokale „EE-Wasserstoff-Hybridkraftwerke“ werden Erprobung und schneller Markthochlauf für innovative Konzepte mit wasserstoffbasierter Stromspeicherung angesprochen, die zum Ausgleich volatiler erneuerbarer Stromerzeugung beitragen. Anders als bei den „Wasserstoff-Sprinter“-Kraftwerken erfolgt hier die Wasserstoffherzeugung vor Ort, so dass die gesamte Prozesskette von der Erzeugung, über die Speicherung bis hin zur Rückverstromung adressiert wird. Hierfür soll in einem ersten Schritt die Verordnungsermächtigung nach § 88e EEG 2023 umgesetzt werden. Mit den Ausschreibungen in den Jahren 2023 bis 2028 wird bereits hiermit die Errichtung von weiteren 4,4 GW Wasserstoffhybridkraftwerken als Teil wasserstoffbasierter Stromspeicher gefördert.

Mittelfristige Maßnahmen (2024/25)

- Mittelfristig wird geprüft, ob und inwieweit eine Refinanzierung von steuerbaren, klimaneutralen Kapazitäten, und somit auch von Wasserstoffkraftwerken zukünftig erforderlich ist. Grundlagen hierfür legt insbesondere die Diskussion im Rahmen der Plattform klimaneutrales Strommarktdesign zur Ausgestaltung des zukünftigen Strommarktdesigns.

d) Wärme (Gebäudesektor)

Allgemein wird der Einsatz von Wasserstoff in der dezentralen Wärmeerzeugung nach derzeitigem Erkenntnisstand eine eher nachgeordnete Rolle spielen. Mit Blick auf die Nutzungskonkurrenz zwischen den Sektoren Industrie, Verkehr und Gebäuden ist davon auszugehen, dass in den Sektoren Industrie und Verkehr die Nachfrage nach Wasserstoff vermutlich auch bei relativ hohen oder steigenden Preisen konstant bleibt, während bei vielen Gebäuden und Quartieren Ausweichmöglichkeiten/Substitute bestehen.

Ein direkter Wasserstoffeinsatz in der Raumwärme wird nach aktuellem Wissensstand außer in Pilotprojekten nur nach 2030 gesehen. Die Nutzung von Wasserstoff-Kesseln oder Wasserstoff-KWK-Anlagen kann in Gebäuden, an denen kein Wärmenetz anliegt und in denen sich Wärmepumpen nicht effizient betreiben lassen, aber eine notwendige Technologieoption darstellen, wenn in der Nachbarschaft ohnehin Wasserstoffgroßabnehmer anliegen und ein ausreichendes Wasserstoffangebot zu niedrigen Preisen zur Verfügung steht. In diesen voraussichtlich eher vereinzelt Fällen kann die Nutzung von hybriden Heizsystemen, bei denen durch Wasserstoff die Spitzenlasten abgedeckt werden, zur Entlastung des Stromsystems und Flexibilität des Gesamtsystems beitragen. Ob die Umrüstung von Erdgasverteilnetzen auf Wasserstoff und deren Betrieb für diese Nachfragemengen wirtschaftlich sinnvoll ist, ist zu prüfen. Entscheidungen zu derartigen Transformationspfaden sollten unter Berücksichtigung der lokalen Randbedingungen, vorgelagerten Infrastrukturen (d. h. vor allem eine räumliche Nähe zum nationalen Wasserstoff-Backbone) und der erwarteten Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung einschließlich der Verteilnetzumrüstung anhand noch zu bestimmender, wissenschaftlich fundierter Kriterien getroffen werden. Hierbei soll die kommunale Wärmeplanung zum Einsatz kommen, die als zentrales Planungsinstrument flächendeckend eingeführt werden soll. Für die Bereitstellung von Raumwärme ist im Einzelfall auch zu prüfen, ob Wasserstoffderivate in Kombination mit Biomethan für ausgewählte Gasnetze eine Dekarbonisierungsoption darstellen können.

Die Voraussetzungen für die Anerkennung dieser Anwendungsvarianten als Erfüllungsoptionen für die geplante Nutzungspflicht von Erneuerbaren Energien (65 Prozent-Regel) werden in der Novellierung des Gebäudeenergiegesetzes verankert.

In großen Wärmenetzen mit Anbindung an das nationale Wasserstofftransportnetz können stromgeführte wasserstoffbetriebene KWK-Anlagen in Verbindung mit Wärmespeichern einen Beitrag zur Wärmeversorgung leisten. Über die Einspeisung von Abwärme, beispielsweise aus der Elektrolyse, in Wärmenetze können Wasserstoffprozesse mittelbar der Wärmeversorgung dienen. Ob der Einsatz von Wasserstoff in kleinen Wärmenetzen ohne Anbindung an ein Wasserstoffnetz, d. h. mit lokaler Wasserstoffherzeugung, eine wirtschaftlich sinnvolle Alternative darstellt, ist jeweils für den konkreten Anwendungsfall anhand möglichst einheitlicher, nach dem Stand der Wissenschaft entwickelter Kriterien zu prüfen. Weitergehende Einsatzmöglichkeiten im Wärmebereich sollen erprobt werden für den Fall, dass nach 2030 ausreichend preisgünstiger Wasserstoff zur Verfügung steht.

Kurzfristige Maßnahmen (2023)

- Das Potenzial zur Abwärmenutzung von Elektrolyseuren soll neben anderen Variablen, wie der EE-Stromverfügbarkeit und Stromnetzengpässen, bei der Standortwahl von Elektrolyseuren berücksichtigt werden.
- Im Leitfaden zum Wärmeplanungsgesetz, der in Abstimmung mit den Stakeholdern von der Bundesregierung entwickelt wird, werden Kriterien und Umsetzungshilfen zur Prüfung einer perspektivischen Nutzung von Wasserstoff in der dezentralen Wärmeerzeugung entwickelt.

4. Wirkungsvolle Rahmenbedingungen schaffen

Zielbild 2030: Auf nationaler, europäischer und möglichst auch internationaler Ebene unterstützen kohärente rechtliche Voraussetzungen für nachhaltige Erzeugung, Transport, Speicherung und Import, Bereitstellung sowie Nutzung von Wasserstoff und seiner Derivate den Markthochlauf. Es bestehen einheitliche Standards und Zertifizierungssysteme für Wasserstoff und Derivate für die inländische Produktion und weitgehend kohärente Systeme für deren Import und Bereitstellung.

Der Markthochlauf für Wasserstoff wird staatlich flankiert, aktiv mitgeprägt und dabei die Zusammenarbeit auf allen Wertschöpfungsstufen und Ebenen gefördert. Dem Dialog mit der Wirtschaft mit dem Ziel eines nachhaltigen und gleichzeitig effizienten Markthochlaufs kommt eine besondere Bedeutung zu.

Der Aufbau von Erzeugungskapazitäten sowie Speicher-, Tank- und Transportinfrastruktur unterliegt effizienten Planungs- und Genehmigungsverfahren bei gleichzeitiger Wahrung betroffener Schutzgüter. Kapazitäten in für den Wasserstoffbereich relevanten Ministerien, Zulassungsbehörden und der Verwaltung werden zügig und bedarfsgerecht ausgebaut. Verfahren, Maßnahmen und Vorgaben werden soweit wie möglich auf allen Ebenen zielgerichtet koordiniert (Kommunen, Land, Bund, EU).

Deutsche Technologieentwickler sind Leitanbieter und Wasserstofftechnologien „Made in Germany“ werden international nachgefragt. Die CO₂-Bepreisung als Leitinstrument inklusive eines effektiven Carbon Leakage-Schutzes wird kontinuierlich weiterentwickelt, um dadurch Investitionssicherheit und -anreize zu verbessern.

Daneben wollen wir den Austausch und die Zusammenarbeit im Wasserstoffbereich mit den anderen EU-Mitgliedstaaten auf Grundlage gemeinsamer Ziele weiter vertiefen. Denn nur gemeinsam wird uns der Wasserstoffmarkthochlauf gelingen.

Neben den prioritären Maßnahmen in den Bereichen Erzeugung, Terminal-, Netz-, Tank- und Speicherinfrastrukturen sowie Wasserstoffanwendungen bedarf der Wasserstoffmarkthochlauf insgesamt effektiver, kohärenter und transparenter Rahmenbedingungen, die die direkten Förderinstrumente optimal ergänzen. Förderliche Rahmenbedingungen beziehen sich nicht nur auf einzelne Wertschöpfungsstufen, wie etwa die Überprüfung und ggf. Vereinfachung von Planungs- und Genehmigungsverfahren für Elektrolyseure und für den Bau der Transport-, Speicher-, Tank- und Importinfrastruktur, sondern entfalten übergreifende Wirkung, etwa im Bereich Forschung, Innovation und Bildung.

a) Planungs- und Genehmigungsverfahren

Insbesondere für den jetzt unmittelbar notwendigen Bau der Wasserstoffherzeugungs-, Transport-, Tank- und Importinfrastruktur werden gesetzliche Vorgaben zur Vereinfachung und Beschleunigung geprüft, regulatorische Hemmnisse werden abgebaut. Wichtig ist zudem, die Leistungsfähigkeit der Verwaltung im Bereich Wasserstoff zu stärken, u. a. durch den Ausbau ausreichender Ressourcen und Kompetenzen, um den zunehmenden Anforderungen im Wasserstoffbereich gerecht zu werden.

Kurzfristige Maßnahmen (2023)

- Die Bundesregierung wird zur Beschleunigung des Hochlaufs der Produktion von Wasserstoff und dessen Derivaten sowie der damit verbundenen Infrastruktur ein Wasserstoffbeschleunigungsgesetz vorlegen (siehe unter 2. c)). Damit werden u. a. eine angemessene Anpassung und Vereinfachung der regulatorischen und gesetzgeberischen Rahmenbedingungen angestrebt.
- Mit dem Ziel eines kürzeren Genehmigungsprozesses zum Ausbau der dezentralen Produktion von Wasserstoff und dessen Derivaten wird eine Anpassung der 4. BImSchV nach einer Änderung der europarechtlichen Grundlagen geprüft.
- Genehmigungsverfahren für die Errichtung von Wasserstofftankstellen werden vereinfacht und digitalisiert. Zur Einhaltung des Eich- und Messgesetzes werden Verfahren zur Prüfung der Wasserstofftankstellen aller Typklassen entwickelt.
- Die Notwendigkeit des Fachkräfteaufbaus besteht auch für den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft. Auch die Ressourcen der Verwaltung im Wasserstoffbereich einschließlich der Bundesnetzagentur müssen bedarfsgerecht ausgebaut werden.

b) Nachhaltigkeitsstandards und Zertifizierung

Der nachhaltige Markthochlauf von Wasserstoff erfordert zwingend ambitionierte und möglichst einheitliche Nachhaltigkeitsstandards und Zertifizierungssysteme für Wasserstoff und seine Derivate, sowohl für die inländische Produktion, aber gerade auch für Importe. Eine internationale Vereinbarung zur gegenseitigen Anerkennung von Standards und Zertifikaten wird vorangetrieben. Die Etablierung von gleichermaßen robusten sowie innovativen und digitalen Zertifizierungslösungen ist dabei essentiell. Darüber hinaus wird eine Harmonisierung der Standards für Erzeugung, Transport und Vertrieb von Wasserstoff und seinen Derivaten auf europäischer Ebene und mit außereuropäischen Importregionen angestrebt.

Möglichst einheitliche Nachhaltigkeitsstandards und Zertifizierungssysteme tragen dazu bei, Produktqualitäten vergleichbar und überprüfbar zu machen, und stellen sicher, dass vereinbarte Mindeststandards für die jeweiligen Erzeugungsformen des Wasserstoffs festgelegt und eingehalten werden. Zudem garantiert die Etablierung von Zertifizierungssystemen, dass die Wasserstoffnutzung mit einem massiven Ausbau der erneuerbaren Energien, einer stromsystemorientierten Erzeugung und der Verdrängung fossiler Erzeugung einhergeht und damit die Klimaschutzwirkung des eingesetzten Wasserstoffs und die klimaneutralitätsorientierte Transformation des Energiesystems sichergestellt ist. Zertifizierungssysteme ermöglichen zudem, dass die entsprechenden Produkteigenschaften international gehandelter Wasserstoffmengen eindeutig konkreten Verbrauchsmengen in Deutschland oder anderen Ländern zugeordnet werden können.

Vor diesem Hintergrund ist wichtig, dass Nachhaltigkeitskriterien und Zertifizierungssysteme in möglichst vielen Ländern etabliert und gegenseitig international anerkannt werden. Dies gilt insbesondere für solche Länder, mit denen Deutschland eine Wasserstoffpartnerschaft unterhält.

Kurzfristige Maßnahmen (2023)

- Entwicklung klarer Vorgaben für die Anrechnung von Wasserstoff in den Nachfragesektoren, beispielsweise für die Förderung über Klimaschutzverträge (CCfDs) oder über Quoten, wie im Verkehrs- und Industriesektor.
- Es wird definiert, welche Kohlenstoff-Quellen als nachhaltig eingeordnet werden können, um für Wasserstoffderivate nutzbar gemacht zu werden (differenziert nach kurz-/mittel- und langfristig). Dies erfolgt begleitend zur Transformationsstrategie für die Industrie.
- Die Bundesregierung wird sich auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene aktiv bei der Entwicklung von Zertifizierungssystemen und Herkunftsnachweisen unter Beachtung hoher Umwelt- und Nachhaltigkeitskriterien wie der Vermeidung von Wassermangel und Nutzungskonkurrenzen, Verschmutzung und Flächenkonkurrenz sowie dem Schutz von Menschenrechten in Lieferketten einbringen. Insbesondere, um Anforderungen für die direkte oder indirekte Förderung der Produktion oder Nutzung von Wasserstoff und Derivaten überprüfen zu können, sind kurzfristig Standards festzulegen und Systeme zu etablieren. Noch fehlende Grundlagen werden im Rahmen der Forschung adressiert.

- Es erfolgt eine zügige Umsetzung von EU-Vorgaben (Delegierte Rechtsakte nach Artikel 27 und 28 RED II / RED II Revision, Vorgaben zu Herkunftsnachweisen) in nationales Recht. Dadurch entsteht wichtige Planungs- und Investitionssicherheit für Unternehmen der Wasserstoffwirtschaft.
 - Die delegierten Rechtsakte (DA) nach den Artikeln 27 und 28 RED II / II Revision (EU- Erneuerbare-Energien-Richtlinie) sind die Grundlage für europaweit einheitliche Kriterien für die Produktion von grünem Wasserstoff. Die Bundesregierung setzt sich zur Förderung des Markthochlaufs für eine rasche Festlegung verlässlicher und unbürokratischer europäischer Kriterien für grünen Wasserstoff auf Grundlage der delegierten Rechtsakte ein. Wichtig ist, dass zeitnah Rechtssicherheit besteht, um Investitionen zu ermöglichen.
 - Zeitnah werden Verordnungen zur näheren Ausgestaltung des Herkunftsnachweisregistergesetzes erlassen.
- Während Kriterien für die Produktion von grünem Wasserstoff durch EU-Vorgaben definiert werden, fehlen insbesondere Vorgaben für blauen Wasserstoff. Insbesondere sind Kriterien für den Umgang mit dem bei der Produktion von blauem Wasserstoff abgeschiedenen CO₂ zu definieren. Dazu wird die Bundesregierung
 - sich für einheitliche, praktikable und ambitionierte Kriterien mit Festsetzung eines Schwellenwertes für THG-Emissionen für blauen Wasserstoff einsetzen und
 - einen Dialog zu Transport und dauerhaft sicherer CO₂-Speicherung in der EU etablieren.
- Zurzeit wird eine Carbon-Management-Strategie federführend durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz entwickelt, in der mögliche Anwendungsgebiete für CCU und CCS benannt sowie rechtliche und ökonomische Rahmenbedingungen für CCUS in DEU, wie z. B. Möglichkeiten des grenzüberschreitenden Transports von CO₂ aus Deutschland, behandelt werden sollen.

Mittelfristige Maßnahmen (2024/2025)

- Die Entwicklung einer international anerkannten und robusten Methodologie für die verlässliche Ermittlung von Treibhausgas-Fußabdrücken bei Produktion, Transport und Nutzung von Wasserstoff und seiner Derivate unter Gewährleistung eines sicheren Umgangs mit Chemikalien ist die Grundlage für die Anwendung von Standards und Zertifizierungssystemen. Sie bildet somit die Basis für Handel und Anrechnungsfähigkeit bestimmter Wasserstoffmengen. Bei der Methodenentwicklung wird sich die Bundesregierung aktiv in den entsprechenden Gremien für anspruchsvolle Standards im Sinne der Einhaltung der Ziele des Pariser Abkommens und Normen einbringen.
- Nachhaltigkeitskriterien u. a. zu Biodiversität, Wasser- und Landnutzung sowie Schutz von Menschenrechten in Lieferketten sind zu evaluieren und zu berücksichtigen. Bestehende Nachhaltigkeitskriterien (z. B. bei H2Global) sind im Verlauf zu evaluieren und ggf. anzupassen.
- Mittelfristig strebt die Bundesregierung an, eine stärkere und engere Kooperation mit interessierten EU-Mitgliedstaaten etablieren, die einen koordinierten Markthochlauf ermöglicht, gemeinsame ambitionierte Standards setzt, Abstimmungen erleichtert und koordinierte Importe ermöglicht.

c) Forschung, Innovation und Ausbildung von Fachkräften stärken

Die Stärkung von Forschung, Innovation und Bildung ist für Aufbau und Weiterentwicklung der nationalen, europäischen und globalen Wasserstoffwirtschaft zentral. Forschungs-, Energie-, Klima-, Industrie-, Verkehrs- und Umweltpolitik müssen daher eng aufeinander abgestimmt und miteinander verzahnt sein, um effizienter und zielgerichteter von der Grundlagenforschung über die anwendungsorientierte Forschung zur Marktreife und in die praktische Umsetzung zu gelangen. Auch gilt es hierbei die besonderen Aspekte und Zielrichtungen der deutschen Entwicklungspolitik zu beachten.

Die etablierten Forschungsinitiativen zur Wasserstofferzeugung, -speicherung, -transport, und -nutzung in industriellen Anwendungen und Infrastruktur (inklusive Umrüstbarkeit auf Wasserstoff und seine Derivate) wie die angewandte Energieforschung und die Reallabore der Energiewende sollen fortgeführt, verstetigt bzw. zielgerichtet weiterentwickelt werden. Hierzu zählen u. a. die Wasserstoff-Leitprojekte H2Giga (Wasserstoffherstellung), H2Mare (Off-Shore-Wasserstoff) und TransHyDe (Wasserstoff-Transport und Infrastruktur, inkl. H₂-readiness) sowie die Förderung von Forschung und Entwicklung im Verkehrssektor im Rahmen des Nationalen Innovati-

onsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP), dem Programm „HyLand – Wasserstoffregionen in Deutschland“, dem Innovations- und Technologiezentrum Wasserstoff (ITZ) sowie der PtL-Entwicklungsplattform.

Mit Blick auf den Aufbau der heimischen Elektrolyseleistung ist es erforderlich, Forschung und Industrie in Deutschland langfristig und nachhaltig zu unterstützen und den Transfer aus der Forschung in Produktionskapazitäten zu beschleunigen, so dass deutsche Technologieentwickler Leitanbieter bleiben und Wasserstofftechnologien „Made in Germany“ weiterhin international nachgefragt werden. Hierfür wird insbesondere die Grundlagen- und angewandte Forschung gestärkt. Der Fokus auf eine möglichst rasche industrielle Umsetzung wird konsequent fortgeführt. Dies gilt auch für Demonstrations- und Pilotprojekte im Bereich dezentraler Energieversorgung mit Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien.

Eine bedarfsgerechte Fachkräfteaus- und -weiterbildung im Bereich Wasserstoff ist für den Aufbau des Heimatmarktes Deutschland und der Technologieentwicklung elementar.

Kurz- und mittelfristige Maßnahmen (2023 bis 2025)

- Mit einer Technologie- und Innovationsroadmap Wasserstoff werden die Innovationskräfte aller relevanten Akteure gebündelt. Die Roadmap wird auf Basis der Ergebnisse des Projekts H2Kompass entwickelt und strategische Maßnahmen abgeleitet. Dabei werden Erkenntnisse aus laufenden Maßnahmen (v. a. Wasserstoff-Leitprojekte, Reallabore der Energiewende und Trans4Real-Projekt, Technologieoffensive Wasserstoff, Potenzialatanten, etwa Wasserstoffatlas Deutschland) und die Empfehlungen des Forschungsnetzwerks Wasserstoff sowie des Nationales Wasserstoffrates mitberücksichtigt.
- Das Energieforschungsprogramm der Bundesregierung wird fortgeschrieben und neue, missionsorientierte Förderformate entwickelt, die fokussiert und wirkungsorientiert Wasserstoff-Innovationen vorbereiten und beschleunigt in den Markt bringen sollen. Darin werden auch Strukturen für die vorwettbewerbliche Zusammenarbeit von Unternehmen und Forschungseinrichtungen etabliert, um die Beschleunigung des Praxistransfers zu flankieren.
- Es werden internationale Kooperationen bei der Technologieforschung und -entwicklung angestrebt, auch um deutsche Unternehmen als Marktführer bei Wasserstofftechnologien weiter international zu positionieren und zu flankieren. Hierzu gehört auch, global mit Partnerländern in maritimen Zonen neue innovative Erzeugungspfade für Wasserstoff voranzubringen.
- Die Erforschung der globalen Potenziale von natürlich vorkommendem (sogenanntem „weißem“) Wasserstoff wird geprüft.
- Die Förderung zur Weiterentwicklung und Hochskalierung der benötigten Technologien im Infrastrukturbereich wird kurzfristig angestrebt. Um Wasserstoff- und Wasserstoffderivat-Importe zu realisieren, sind Technologien, einschließlich sicherheitstechnischer Aspekte und Umweltgefährdungen, zu erforschen und zur Marktreife zu bringen, beispielsweise Transportschiffe, Regasifizierungsanlagen oder Ammoniak-Cracker. Die (Grundlagen-) Forschung zu Energiematerialien wird unterstützt, um kritische Materialien deutlich reduzieren oder ersetzen zu können.
- Es werden grundlegende und anwendungsorientierte Forschungsthemen in Kooperation mit der Industrie forciert. Dies umfasst neben der Erforschung vollkommen neuer Technologien, insbesondere auch die Hochskalierung von Wasserstofftechnologien. Zugleich werden Effizienzsteigerungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette beschleunigt.
- Forschungsseitig wird die Entwicklung von Herkunftsnachweisen sowie die Zertifizierung unterstützt, hier kommt auch der Digitalisierung eine besondere Rolle zu. Dabei wird ein möglichst unkompliziertes und unbürokratisches System angestrebt, das gleichzeitig stringente Anreize für eine möglichst niedrige CO₂-Gesamtbilanz und möglichst hohe Nachhaltigkeit setzt. Auch Nachhaltigkeitskriterien für die Erzeugung und den Import von Wasserstoff können hierzu gehören.
- Ein Maßnahmenpaket zur Steigerung der Attraktivität wasserstoffnaher Berufe, einschließlich einer übergreifenden Initiative für MINT-Fachkräfte, wird entwickelt. Dies beinhaltet neben langfristigen auch kurzfristige (Umschulung und Weiterbildungsangebote) und mittelfristige Maßnahmen (Förderung der universitäreren Ausbildung, Einwanderung von Fachkräften). Speziell Wasserstoff-Nachwuchskräfte aus den Hochschulen werden unterstützt und ein internationaler Nachwuchskräfte-Austausch angeboten. Das „Capacity

Building“ im Bereich Energie und Grüner Wasserstoff wird unterstützt, u. a. durch einen weltweit einzigartigen Masterstudiengang mit den 15 ECOWAS-Staaten in Afrika.

- Neue strategische internationale FuE-Kooperationen (u. a. USA, Taiwan) werden aufgesetzt und die bereits bestehenden Partnerschaften (u. a. westliches und südliches Afrika, Australien, Kanada) gepflegt. Dialogplattformen mit Expertinnen und Experten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik in den Partnerländern werden gegründet bzw. verstärkt.
- Forschungs- und Innovations-Kooperationen mit Erzeuger- und Transitländern in der EU werden gezielt gestärkt. Gemeinsame Partnerschaften mit anderen Weltregionen werden dabei von Anfang an mitgedacht (u. a. durch Nutzung von EU-Initiativen wie Global Gateway).

