



Die
Bundesregierung



NATIONALE
WASSERSTOFF-
STRATEGIE
Schlüsselement
der Energiewende

Importstrategie für Wasserstoff und Wasserstoffderivate

H_2

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)
Öffentlichkeitsarbeit
11019 Berlin
www.bmwk.de

Stand

Juli 2024

Diese Publikation wird ausschließlich als Download angeboten.

Gestaltung

PRpetuum GmbH, 81541 München

Bildnachweis

onurdongel / iStock / Titel

Zentraler Bestellservice für Publikationen der Bundesregierung:

E-Mail: publikationen@bundesregierung.de

Telefon: 030 182722721

Bestellfax: 030 18102722721

Diese Publikation wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Die Publikation wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf nicht zur Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	2
1 Einführung	4
2 Dimensionen für den Import von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten.....	5
2.1 Energie- und wirtschaftspolitische Dimension.....	6
2.2 Europa- und nachbarschaftspolitische Dimension.....	6
2.3 Außen- und sicherheitspolitische Dimension.....	7
2.4 Entwicklungspolitische Dimension.....	8
2.5 Klima- und umweltpolitische Dimension.....	9
3 Importbedarf und Rahmenbedingungen für den Import von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten	10
3.1 Importbedarf an Wasserstoff und Wasserstoffderivaten in relevanten Anwendungen.....	10
3.2 Rolle und Bedeutung von Derivaten im Vergleich zu molekularem Wasserstoff	12
3.2.1 Bestehender und zukünftiger Bedarf an Wasserstoffderivaten	12
3.2.2 Rolle von Wasserstoffderivaten in der Importstrategie.....	14
3.3 Transportoptionen	14
3.3.1 Pipelines und Transportnetze.....	14
3.3.2 Schiffstransporte.....	15
3.3.3 Weitere Transportoptionen.....	15
4 Maßnahmen zum Hochlauf des Imports von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten.....	16
4.1 Stärkung der Nachfrage.....	16
4.1.1 Finanzielle Förderinstrumente für den Einsatz von Wasserstoff und Derivaten.....	16
4.1.2 Regulative Anreize für deutsche Unternehmen zum verstärkten Einsatz von Wasserstoff und Derivaten	19
4.2 Schaffung nachhaltiger Importinfrastruktur.....	20
4.2.1 Aufbau und Beschleunigung von pipelinebasierter Importinfrastruktur in Deutschland ...	21
4.2.2 Vernetzung durch transeuropäischen Wasserstoffnetzaufbau und Importkorridore	22
4.2.3 Etablierung von Terminalinfrastruktur und grünen Schiffskorridoren	25
4.3 Produktanforderungen und Zertifizierungsprozesse.....	26
4.3.1 Produktanforderungen und regulative Verankerungen.....	26
4.3.2 Zertifizierungsprozesse auf europäischer und nationaler Ebene.....	27
4.3.3 Internationale Zertifizierung und Standards.....	28
4.4 Förderung des internationalen Angebots an Wasserstoff und Wasserstoffderivaten	28
4.4.1 Finanzielle Förderinstrumente für die Produktion von Wasserstoff und Derivaten.....	29
4.4.2 Garantieinstrumente der Außenwirtschaftsförderung.....	30
4.5 Internationale Kooperation.....	31
4.5.1 Kooperation und Dialog mit Partnerländern in der EU/EFTA.....	31
4.5.2 Bilaterale Zusammenarbeit mit außereuropäischen Partnerländern	32
4.5.3 Kooperation in multilateralen Foren	34
4.6 Flankierung des Markthochlaufs von Wasserstoff durch Forschung und Entwicklung	34

Zusammenfassung

Ein Großteil des deutschen Wasserstoffbedarfs wird mittel- und langfristig durch Importe aus dem Ausland abgedeckt werden müssen und Deutschland künftig weltweit zu den größten Wasserstoffimporteuren zählen. Eine resiliente, d. h. **nachhaltige, stabile, sichere und diversifizierte, Versorgung mit ausreichend Wasserstoff und Wasserstoffderivaten** ist im strategischen Interesse Deutschlands. Ziel der Bundesregierung ist es daher, eine zuverlässige Versorgung mit grünem, auf Dauer nachhaltigem Wasserstoff und seinen Derivaten zu gewährleisten. Um den notwendigen raschen Wasserstoffhochlauf zu ermöglichen, bezieht die Importstrategie auch kohlenstoffarmen Wasserstoff und seine Derivate in die Bedarfsdeckung mit ein. Die vorliegende Importstrategie soll Orientierung und Klarheit über die übergeordneten Ziele und Rahmenbedingungen, den deutschen Importbedarf an Wasserstoff und Derivaten sowie den Aufbau von Wasserstoffpartnerschaften und -importrouten schaffen. Sie ist integraler Bestandteil der Nationalen Wasserstoffstrategie der Bundesregierung, deren Fortschreibung im Jahr 2023 durch die Bundesregierung beschlossen wurde.

Eine resiliente Versorgung mit ausreichend Wasserstoff und seinen Derivaten ist notwendig, um die Dekarbonisierung der deutschen Wirtschaft zu gewährleisten und die nationalen Klimaschutzziele einzuhalten. Die Importstrategie soll dazu beitragen, die Investitionssicherheit für die Wasserstoffproduktion in Partnerländern sowie den Aufbau notwendiger Importinfrastruktur zu erhöhen und somit auch die globale Energiewende zu beschleunigen. Damit eröffnet die Importstrategie zum einen große Marktchancen für potenzielle Wasserstoff-Exporteure und sendet zum anderen ein Signal an die deutsche Wirtschaft für eine verlässliche Versorgung mit ausreichenden Mengen an Wasserstoff und seinen Derivaten, die für die Umstellung auf klimafreundliche Verfahren notwendig sind. Bei der Umsetzung der Importstrategie berücksich-

tigt die Bundesregierung insbesondere **fünf Ziel- und Wirkungsdimensionen**: Energie- und Wirtschaftspolitik, Europa- und Nachbarschaftspolitik, Außen- und Sicherheitspolitik, Entwicklungspolitik sowie Klima- und Umweltpolitik.

Die Bundesregierung erwartet im Jahr 2030 für Deutschland einen **Bedarf an Wasserstoff und Derivaten** in Höhe von **95-130 TWh**, bei einem Importanteil von **50-70 %**. Die Wasserstoffnachfrage und entsprechende Importbedarfe werden im Zuge der volkswirtschaftlichen Transformation hin zu Klimaneutralität weiter ansteigen: Bis 2045 auf etwa **360-500 TWh für Wasserstoff sowie 200 TWh für Wasserstoffderivate**. Diese Bedarfe entstehen nach derzeitigem Kenntnisstand – insbesondere bis 2030 – v. a. in der Stahlindustrie, der Grundstoff- und Petrochemie, in der Mobilität und Logistik sowie im Kraftwerkssektor, sowohl durch die Substitution von heute fossil gedeckten Bedarfen als auch durch neue Herstellungsprozesse.

Die Bundesregierung unterstützt **für den Import von Wasserstoff eine diversifizierte Produktpalette**. Neben molekularem (d. h. gasförmigem oder flüssigem, nicht in Derivaten gebundenem) Wasserstoff kommen **diverse Wasserstoffderivate** (z. B. Ammoniak, Methanol, Naphtha, strombasierte Kraftstoffe) und **Trägermedien** (z. B. LOHC) in Frage. Diese eignen sich aufgrund ihrer Eigenschaften für verschiedene Anwendungen und gehen mit unterschiedlichen Vorteilen und Hemmnissen einher, die beim Aufbau der Importrouten berücksichtigt werden müssen. Grundlage für die Wirtschaftlichkeit der Nutzung von Wasserstoff und seinen Derivaten ist deren effizienter Einsatz. Daher ist bereits frühzeitig zu berücksichtigen, dass es besonders kostengünstig ist, die **importierten Wasserstoffderivate soweit möglich direkt zu nutzen**. Die bedarfsgerechte Rückumwandlung von Derivaten in molekularen Wasserstoff wird aber auch eine wichtige Rolle spielen.

Die Bundesregierung verfolgt den **parallelen Aufbau von Importinfrastrukturen für Pipeline- und Schiffstransporte**, wobei die Nutzung von Gasimportinfrastrukturen und deren Umstellung auf Wasserstoff zu Kostenersparnissen führen kann. **Molekularer Wasserstoff** kann besonders kostengünstig über **Pipelines** transportiert werden. Diese ermöglichen insbesondere Wasserstoffimporte aus Europa und Anrainerstaaten nach Deutschland. Für Transporte per **Schiff, Schiene oder Straße** kommen vor allem **Wasserstoffderivate, Trägermedien und Folgeprodukte** in Frage. Der Schiffstransport ermöglicht Wasserstoffimporte aus Weltregionen, die aus technischen und ökonomischen Gründen nicht per Pipeline angebunden werden können. Aktuell geplante landseitige LNG-Terminals werden so konzipiert, dass diese nach der LNG-Nutzung Wasserstoffderivate anlanden können. Mittelfristig ist davon auszugehen, dass ein Großteil des Bedarfs an Wasserstoff durch Pipelines gedeckt wird. Für den Bedarf an Derivaten ist davon auszugehen, dass Schiffstransporte auch langfristig effizient sein können und daher voraussichtlich eine bedeutende Rolle im Importmix spielen werden.

Der **Instrumentenmix** der Importstrategie setzt an den verschiedenen Wertschöpfungsstufen des internationalen Wasserstoffmarktaufbaus (Upstream, Midstream, Downstream) an:

- **Eine zuverlässige Nachfrage soll in Deutschland gestärkt werden**, um ein deutliches Signal zu setzen, das die Entwicklung des internationalen Wasserstoff- und Derivate-Markts befördern kann. Zur Stärkung der Nachfrage werden geeignete Rahmenbedingungen und Planungssicherheit geschaffen und, wo sachgerecht, passgenaue Förderinstrumente und Anreizsysteme etabliert.
- **Ergänzend kann in begründeten Fällen die Angebotsseite gefördert werden.** Hierzu dienen entsprechende Förderprogramme und Garantieinstrumente zur Unterstützung von Wasserstoffprojekten in der EU und in Drittstaaten.
- Damit die Importbedarfe Deutschlands gedeckt werden können, muss der grenzüberschreitende Transport von Wasserstoff und dessen Derivaten ermöglicht und unterstützt werden. **Die Bundesregierung treibt hierfür den parallelen Aufbau von pipelinebasierter Importinfrastruktur sowie von Importterminals voran.**
- Ein verlässlicher internationaler Markthochlauf für Wasserstoff und seine Derivate erfordert zudem **ambitionierte wie praktikable Nachhaltigkeitsstandards und Transparenz über die Eigenschaften der gehandelten Wasserstoffprodukte.** Maßgeblich für klimaschutzbezogene Produktanforderungen in Deutschland ist der europäische Rechtsrahmen – insbesondere die Erneuerbare-Energien-Richtlinie sowie die Gas- und Wasserstoff-Binnenmarktrichtlinie. Darüber hinaus setzt sich die Bundesregierung im gleichberechtigten Dialog mit internationalen Partnern dafür ein, dass ambitionierte Nachhaltigkeitsstandards vereinbart, weiterentwickelt und weltweit eingehalten werden.
- Zusätzlich plant die Bundesregierung, die Lieferquellen für die Versorgung mit Wasserstoff und dessen Derivaten möglichst breit zu diversifizieren. Dabei arbeitet die Bundesregierung in **bi- und multilateralen Kooperationsformaten mit einer Vielzahl an Partnerländern, -regionen und internationalen Akteuren** zusammen.
- **Flankiert** wird der Hochlauf des internationalen Wasserstoffmarktes **durch zielgerichtete Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen.**

1 Einführung

Die Bundesregierung hat die Bedeutung von Wasserstoff für ein zunehmend dekarbonisiertes und versorgungssicheres Energie- und Wirtschaftssystem früh erkannt und im Juni 2020 eine Nationale Wasserstoffstrategie (NWS 2020) beschlossen. Um die NWS 2020 an das gesteigerte Ambitionsniveau im Klimaschutz und die neuen Herausforderungen am Energiemarkt anzupassen, wurde im Juli 2023 eine Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie (NWS 2023) vorgelegt. Die vorliegende Importstrategie für Wasserstoff und Wasserstoffderivate ist integraler und ergänzender Bestandteil der Fortschreibung der NWS 2023. Sie ist damit auch eingebettet in das regelmäßige Monitoring der NWS 2023.

Ein Großteil des deutschen Wasserstoffbedarfs wird mittel- und langfristig durch Importe aus dem Ausland abgedeckt werden müssen – bereits 2030 voraussichtlich rund 50 bis 70%. Damit wird Deutschland künftig weltweit zu den größten Wasserstoffimporteuren zählen. Ziel der Bundesregierung ist es, eine zuverlässige Versorgung mit grünem, auf Dauer nachhaltigem Wasserstoff zu erreichen. Um den notwendigen raschen Wasserstoffhochlauf zu ermöglichen, bezieht die Importstrategie auch kohlenstoffarmen Wasserstoff und seine Derivate in die Bedarfsdeckung mit ein. Dadurch soll möglichst frühzeitig eine verlässliche Versorgung mit ausreichenden Mengen an Wasserstoff und seinen Derivaten sichergestellt werden, die die Grundlage für die Umstellung auf klimaneutrale Verfahren in Industrie, Verkehr und Energiewirtschaft bildet. Die NWS 2023 beschränkt die direkte finanzielle Förderung der Wasserstoffherzeugung auf grünen Wasserstoff und Wasserstoffderivate. Anwendungsseitig kann auch die Nutzung von kohlenstoffarm erzeugtem Wasserstoff geför-

dert werden, wenn gemäß Gas- und Wasserstoffmarktinnenrichtlinie ein Treibhausgas (THG)-Grenzwert von 3,4 kg CO₂-äq/kg H₂ erfüllt wird. Dieses Prinzip gilt auch für Importe.

Übergeordnetes Ziel der Importstrategie ist es, eine resiliente, d.h. stabile, sichere, nachhaltige und diversifizierte Versorgung mit ausreichend Wasserstoff und Wasserstoffderivaten zu gewährleisten. Die vorliegende Importstrategie setzt einen verlässlichen Rahmen für privatwirtschaftliche Wasserstoffimporte nach Deutschland. Dadurch soll sie dazu beitragen, die Investitionssicherheit für die Wasserstoffproduktion in Partnerländern sowie den Aufbau notwendiger Importinfrastruktur zu erhöhen.

Adressaten der Importstrategie sind Marktakteure, die maßgeblich sind, um Wasserstoffimporte nach Deutschland zu verwirklichen. Produzenten, Projekt- und Infrastrukturentwicklern, Händlern von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten, Abnehmern, Finanzinstitutionen, Netzbetreibern sowie lokalen Stakeholdern in Produzentenländern soll sie Orientierung bieten. Wasserstoff-Anwender sind auf einen liquiden und stabilen Wasserstoffmarkt angewiesen und können zugleich die erforderliche Abnahmesicherheit bieten, um Exportprojekte in den Partnerländern zu realisieren.

Auch den Regierungen in Partnerländern soll die Importstrategie Klarheit über den deutschen Importbedarf an Wasserstoff und dessen Derivate sowie die übergeordneten Ziele und Rahmenbedingungen des Auf- und Ausbaus von Wasserstoff-Partnerschaften verschaffen. Darüber hinaus stellt die Importstrategie ausgewählte unterstützende Maßnahmen vor.

2 Dimensionen für den Import von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten

Bei der Umsetzung der Importstrategie richtet sich die Bundesregierung insbesondere nach den folgenden Ziel- und Wirkungsdimensionen (s. Abb. 1).

Zwischen den verschiedenen Dimensionen kann Synergie-, aber auch Konfliktpotenzial bestehen.

Abb. 1: Ziel- und Wirkungsdimensionen der Importstrategie



2.1 Energie- und wirtschaftspolitische Dimension

Die energetische und stoffliche Nutzung von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten ist ein zentrales Instrument für die Dekarbonisierung der deutschen Volkswirtschaft. Grundsätzlich kommen Wasserstoff und dessen Derivate als Dekarbonisierungsoption für diverse Sektoren in Frage. Ob Wasserstoff zur Anwendung kommt, hängt jedoch von seiner ausreichenden Verfügbarkeit sowie der preislichen Attraktivität gegenüber Alternativoptionen ab. Solange und soweit Wasserstoff ein knapper und teurer Rohstoff und Energieträger ist, dürfte er v. a. dort zum Einsatz kommen, wo direkte Elektrifizierung z. B. ökonomisch nicht sinnvoll ist oder keine alternativen technischen Lösungen zum Erreichen der Klimaneutralität bestehen. Der zügige Hochlauf eines liquiden Wasserstoffmarktes trägt zur nötigen schnellen Verfügbarkeit von ausreichendem und kostengünstigem Wasserstoff sowie zu unserer Energieversorgungssicherheit bei.

Aus Sicht der Bundesregierung soll die Nutzung von Wasserstoff in den einzelnen Anwendungsfeldern nicht beschränkt werden. Anwendungsseitig geht die Bundesregierung davon aus, dass bis zum Jahr 2030 Wasserstoff und seine Derivate insbesondere in der Industrie, bei schweren Nutzfahrzeugen sowie zunehmend im Luft- und Schiffsverkehr eingesetzt werden. Im Stromsektor tragen auf Wasserstoff umrüstbare Gaskraftwerke zur Energieversorgungssicherheit in einem von erneuerbaren Energien dominierten Stromsystem bei. Letztlich wird aber der Markt entscheiden, in welchen Bereichen und welchem Zeithorizont Wasserstoff und Wasserstoffderivate wirtschaftlich zum Einsatz kommen.

Im globalen Markthochlauf von Wasserstoff liegt für den deutschen Wirtschaftsstandort zudem eine große Chance in der Forschung, Entwicklung, Herstellung und dem Export von Wasserstofftechnologien. Die Marktführerschaft deutscher Wasserstofftechnologieunternehmen flankiert die Bundesregierung durch gezielte Forschungs- und Innovationspolitik sowie Außenwirtschaftsförderung. Deutsche Technologieanbieter sind zugleich auch Partner, wenn es um den weltweiten Aufbau von Produktions- und Transportkapazitäten geht. Diese Rolle will die Bundesregierung weiter fördern und stärken.

2.2 Europa- und nachbarschaftspolitische Dimension

Für die Zielerreichung der Importstrategie ist eine verstärkte Zusammenarbeit innerhalb der EU sowie mit EU-Anrainerstaaten (z. B. Norwegen, Großbritannien oder Ländern Nordafrikas) von großer Bedeutung. Dabei gilt es, günstige Erzeugungspotenziale für Wasserstoff möglichst effektiv zu heben und belastbare Importbeziehungen aufzubauen.

Neben vertiefter Kooperation ist der schnelle Aufbau eines pipelinebasierten, transeuropäischen Wasserstoffnetzes entscheidend. Dieses soll die wichtigen Erzeugungs-, Import- und Verbrauchszentren für Wasserstoff innerhalb der EU verbinden und ermöglicht die Verteilung des in der EU produzierten Wasserstoffs sowie der Wasserstoffimporte aus Drittstaaten. Die Bundesregierung geht hier voran, indem sie ein Wasserstoff-Kernnetz als Grundgerüst für das transeuropäische Wasserstoffnetz schafft und dadurch Planungs-

sicherheit für die beteiligten Akteure im In- und Ausland erhöht. Die funktionale Anbindung des transeuropäischen Wasserstoffnetzes an EU-Anrainerstaaten sowie EU-Häfen sicherzustellen ist zentrales Anliegen der Bundesregierung.

In Deutschland und der EU wurden klare Wasserstoffrahmenbedingungen entwickelt und gesetzt, die den Wasserstoffhochlauf unterstützen und zu regulatorischer sowie Investitionssicherheit beitragen. Fehlende Elemente, wie die nötige Konkretisierung der Zertifizierungsanforderungen, werden mit Hochdruck vorangetrieben. Damit nehmen Deutschland und die EU eine Vorreiterrolle in der internationalen Marktentwicklung ein. Die Bundesregierung setzt sich auf EU- und internationaler Ebene dafür ein, diese Regeln gemeinsam fortzuentwickeln und auch für den internationalen Handel zu etablieren. Bei deren Ausgestaltung wird darauf geachtet, dass die Interessen der Produzenten und Abnehmer von Wasserstoff und dessen Derivaten gleichermaßen berücksichtigt werden.

Darüber hinaus setzt sich die Bundesregierung für einen koordinierten Hochlauf des Wasserstoffmarktes in der EU sowie die kohärente Umsetzung des regulatorischen EU-Wasserstoffrahmens ein. Die Bundesregierung sieht sich dabei auch in der Verantwortung, den Markthochlauf in kleineren EU-Staaten zu unterstützen. Ein eng koordinierter europäischer Markthochlauf trägt zum Ziel eines liquiden globalen Marktes für Wasserstoff und Wasserstoffderivate auf Grundlage von international anerkannten Regeln, Normen und Zertifizierungssystemen bei.

2.3 Außen- und sicherheitspolitische Dimension

Gemäß der Nationalen Sicherheitsstrategie müssen – in einer Welt zunehmender systemischer Rivalität und technologischen Wettbewerbs – bei der Einfuhr von Energieträgern kritische Abhängigkeiten vermieden bzw. abgebaut werden. Die Importstrategie hat daher auch das Ziel, die Versorgungssicherheit zu stärken, indem diversifizierte, gegen Lieferausfälle resiliente Importrouten für Wasserstoff und Wasserstoffderivate aufgebaut werden. Dies gilt auch für entsprechende Technologien und Vorprodukte, einschließlich kritischer Rohstoffe. Wertschöpfungs- und Lieferketten liegen in der Verantwortung von Unternehmen. Zugleich behält die Bundesregierung geopolitische Rahmenbedingungen, Versorgungsnotwendigkeiten sowie die Wettbewerbssituation für deutsche Unternehmen im Blick und steht zu diesen Fragen mit den deutschen Unternehmen und Verbänden in einem fortlaufenden Dialog.

Als Lieferanten von Wasserstoff und seinen Derivaten kommt grundsätzlich eine Vielzahl an Ländern mit gutem Erzeugungspotenzial in Frage, was den Aufbau eines diversifizierten Importportfolios erleichtert. Für Exporteure fossiler Energieträger bieten sich zudem Chancen, durch eine künftige Umstellung der Lieferbeziehungen den Zukunftsmarkt Wasserstoff zu erschließen. Bestehende wie neue Klima- und Energiepartnerschaften können Wasserstoffimportvorhaben stärken und die Handelsbeziehungen zu beiderseitigem Nutzen vertiefen. Darüber hinaus kann die Zusammenarbeit beim Zukunftsthema Wasserstoff einen Mehrwert für die bilateralen Beziehungen zu vielen Ländern bringen.

Zugleich trifft die Bundesregierung Vorsorge, dass feste Infrastrukturen wie Pipelines keine Abhängigkeiten von einzelnen Lieferanten schaffen, und unterstützt daher sowohl ein möglichst transeuropäisches Wasserstoffnetz als auch die Erschließung von schiffsbasierten Importrouten für Wasserstoffderivate, Trägermedien und verflüssigtem Wasserstoff. Den Schutz dieser kritischen Infrastruktur sowie die Sicherstellung freier Handelsrouten hat sie dabei im Blick. Internationale Kooperation beim Wasserstoffmarkthochlauf soll zu einer wertschöpfenden, sozial gerechten, ökologischen Transformation beitragen, die Frieden, Stabilität und nachhaltigen Wohlstand statt neuer Abhängigkeiten und Ungleichheit schafft.

2.4 Entwicklungspolitische Dimension

Angesichts des nötigen Neuaufbaus von Wertschöpfungsketten und Infrastruktur besteht die Chance, den Wasserstoffmarkthochlauf von Beginn an pragmatisch im Sinne einer sozial gerechten und nachhaltigen Energiewende auf Seiten der Produzenten- sowie der Nachfrageländer zu gestalten. Deutschland unterstützt Entwicklungs- und Schwellenländer auf dem Weg zu dekarbonisierten, nachhaltigen und zuverlässigen Energiesystemen, insbesondere im Rahmen von bestehenden Energie-, Klima-, Entwicklungs- und Wasserstoffpartnerschaften sowie bi- und multilateralen Just Energy Transition Partnerships (JETPs). Der Aufbau von Wasserstoffmärkten geht mit Chancen für die Entwicklung lokaler Wertschöpfungsketten und qualifizierten Arbeitsplätzen einher. Für derzeit fos-

sile Energien exportierende Partnerländer bietet der Umstieg auf Wasserstoff die Möglichkeit zur wirtschaftlichen Diversifizierung.

Schlussfolgernd macht die Bundesregierung im Sinne der VN-Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs) ganzheitliche Kooperationsangebote, um die Wertschöpfung in Partnerländern der Entwicklungszusammenarbeit zu steigern und zur Verbesserung der Lebensbedingungen vor Ort beizutragen (einschließlich des Zugangs zu Energie und Trinkwasser). Im Rahmen internationaler Gremien sowie bestehender und neuer Wasserstoffpartnerschaften wird die Bundesregierung die Etablierung, Einhaltung und bei Bedarf Weiterentwicklung und Harmonisierung von gemeinsamen, ambitionierten und praktikablen Nachhaltigkeitsstandards und -kriterien (z. B. bzgl. Energie- und Wasserverbrauch, Rechte indigener Völker, Landnutzung, Ressourceneinsatz, Arbeitssicherheit, lokale Teilhabe) im ganzheitlichen Sinne der SDGs unterstützen. Dies erfolgt stets in einem konstruktiven, gleichberechtigten Dialog mit unseren Partnern.

Den Aufbau eines Wasserstoffmarktes, insbesondere in Entwicklungs- und Schwellenländern, kann Deutschland als Wirtschafts- und Technologiepartner unterstützen, indem es innovative Wasserstofftechnologien exportiert, beim Auf- und Ausbau von Kompetenzen lokaler Fachkräfte unterstützt und damit klimaneutrale Wertschöpfungsketten in potenziellen Exportländern aufbaut. Derzeit entstehende Wasserstoffexportprojekte im Ausland werden bereits heute vielfach mit deutscher Unternehmensbeteiligung umgesetzt.

2.5 Klima- und umweltpolitische Dimension

Mit dem Pariser Klimaabkommen hat sich die internationale Staatengemeinschaft zu einem 1,5-Grad-Pfad verpflichtet, um die Risiken der Klimakrise zu begrenzen und die globale Transformation hin zu einem klimaneutralen Wirtschafts- und Gesellschaftssystem umzusetzen. Auch vor dem Hintergrund der Klimaaußenpolitikstrategie ist der Aufbau eines internationalen Wasserstoffmarktes und die Etablierung von Wasserstoffimportbeziehungen unabdingbar und eine Voraussetzung zum Erhalt des Industriestandorts Deutschland.

Die internationalen, europäischen und deutschen Klima- und Energieziele sowie deren Umsetzung in europäisches und nationales Recht setzen den klimapolitischen Rahmen für den europäischen Markthochlauf. Der dadurch angereizte dynamische Anstieg der Wasserstoffproduktion und -nachfrage darf jedoch nicht zu negativen Auswirkungen auf die globale Energiewende sowie auf die nachhaltige Entwicklung im Sinne der SDGs führen. Dabei gilt es auch Fehlanreize mit

Blick auf fossile Investitionen zu vermeiden (fossile Lock-ins), weswegen bei fossilen Investitionen die Transformation und Möglichkeiten zur künftigen Umstellung auf Wasserstoff und seine Derivate möglichst von Beginn an mitzudenken sind. Beim Aufbau von Exportprojekten in Drittländern sollen daher Aspekte wie der Beitrag zu nationalen Klimastrategien entsprechend den sogenannten Nationally Determined Contributions (NDCs) und Langfriststrategien, Ressourcenschonung, Sicherheit der Infrastruktur und Umweltverträglichkeit neben den übrigen Ziel- und Wirkungsdimensionen maßgeblich berücksichtigt werden. Die Bundesregierung setzt sich aktiv für die Einhaltung ambitionierter Treibhausgas-Grenzwerte sowie von Umwelt-, Sicherheits- sowie Sozialstandards ein.

Für die Produktion von diversen Wasserstoffderivaten ist neben Wasserstoff auch Kohlenstoff notwendig. Die Verfügbarkeit und Kreislaufführung von nachhaltigem Kohlenstoff zu erhöhen ist daher auch sinnvoll mit Blick auf den Import von Wasserstoffderivaten. Hierzu wird die deutsche Carbon-Management-Strategie einen Beitrag leisten.

3 Importbedarf und Rahmenbedingungen für den Import von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten

In Deutschland wird die Nachfrage nach Wasserstoff sowie nach Wasserstoffderivaten signifikant steigen. Wasserstoffderivate umfassen eine Vielzahl von Wasserstofffolgeprodukten mit jeweils distinktiven Eigenschaften, möglichen Verwendungszwecken, Vorteilen und Herausforderungen bei Umwandlung, Transport und Nutzung.

3.1 Importbedarf an Wasserstoff und Wasserstoffderivaten in relevanten Anwendungen

Die Bundesregierung geht in der NWS 2023 im Jahr 2030 für Deutschland von einem Bedarf an Wasserstoff und dessen Derivaten in Höhe von 95 bis 130 TWh aus. Hierfür sollen zum einen national 10 GW Elektrolysekapazität zugebaut werden. Zum anderen müssen voraussichtlich rund 50 bis 70 % (45 bis 90 TWh) aus dem Ausland importiert werden. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geht im Zwischenbericht der Systementwicklungsstrategie weiter davon aus, dass der Importanteil nach 2030 weiter steigt und sich der Bedarf bis zum Jahr 2045 auf 360 bis 500 TWh an Wasserstoff sowie etwa 200 TWh an synthetischen Kohlenwasserstoffen und anderen Wasserstoffderivaten erhöht. Bedarfsprognosen sind dabei jedoch grundsätzlich von diversen Unsicherheiten und Annahmen geprägt, die einer Vielzahl sich dynamisch entwickelnder Einflussfaktoren unterliegen (z. B. Preisentwicklung, Verfügbarkeit von Wasserstoff, Infrastrukturentwicklung etc.) und im Zeitverlauf zunehmen. Je nach Marktentwicklung kann der tatsächliche Bedarf auch höher oder niedriger als in den oben angegebenen Spannbreiten ausfallen. Ein robustes Ergebnis über alle Szenarien und Prognosen hinweg ist jedoch ein mas-

siv ansteigender Bedarf an Wasserstoff und seinen Derivaten und damit einhergehend ein sehr hoher Importbedarf.

Die Bedarfe an Wasserstoff und Wasserstoffderivaten entstehen nach aktuellem Kenntnisstand insbesondere in den nachfolgend beschriebenen Anwendungsbereichen. Dort werden sowohl derzeit fossil bestehende Bedarfe substituiert als auch zusätzliche Bedarfe durch neue Herstellungsprozesse (z. B. Eisen-Direktreduktion, Fischer-Tropsch- oder Methanol-Synthese) entstehen. Konkrete Bedarfsprognosen für die nachfolgenden Anwendungsbereiche sind einschlägiger Literatur wie z. B. den Langfristszenarien des BMWK oder Analysen des Nationalen Wasserstoffrates zu entnehmen.

Derzeit wird in der **Stahlindustrie** noch kein Wasserstoff eingesetzt, stattdessen werden Hochöfen in der Regel mit Kokskohle betrieben. Um Eisen und Stahl in Zukunft emissionsfrei herstellen zu können, werden die heute etablierten Hochöfen durch Direktreduktionsanlagen (DRI-Anlagen) ausgetauscht. Mithilfe von Wasserstoff wird in den DRI-Anlagen Eisenschwamm erzeugt, der anschließend zu Stahlprodukten weiterverarbeitet werden kann. Der Bedarf der deutschen Stahlindustrie nach Wasserstoff steigt mit der Umstellung auf DRI-Anlagen sukzessive und bis 2045 massiv an.

In der **Grundstoff- und Petrochemie** wird bereits heute entlang etablierter Prozessrouten Wasserstoff mittels Dampfreformierung lokal produziert und direkt als chemischer Rohstoff genutzt. Im Wesentlichen entsteht ein Substitutionsbedarf bei petrochemischen Grundstoffen, die heute durch Steamcracking aus Naphtha erzeugt werden. Perspektivisch wird Wasserstoff sowohl als Brenngas für

Hochtemperaturprozesse als auch zusammen mit Kohlenstoffdioxid als Ausgangsstoff für verschiedene Derivate in (petro-)chemischen Prozessen eingesetzt. So steigt der Wasserstoffbedarf für (petro-)chemische Prozesse bis 2045 um ein Vielfaches.

Derzeit werden im internationalen **Schiffsverkehr** hauptsächlich fossile Kraftstoffe eingesetzt, die heute aus Rohöl (vereinzelt auch Gas) gewonnen werden. Der Großteil der deutschen Handelsflotte besteht aus großen Schiffsklassen wie z. B. Containerschiffen oder Stückgutfrachtern. Neben voll-elektrischen Batterieantrieben kann ein zentraler Hebel zur Dekarbonisierung des deutschen Schiffsverkehrs in der Umstellung auf strombasierte Kraftstoffe liegen. Für internationale Frachtschiffrouuten werden dabei vor allem Ammoniak, Methanol und flüssiger Wasserstoff diskutiert. Ein hoher Bedarf nach den diversen Wasserstoffderivaten ist wohl erst mittel- bis langfristig zu erwarten, aufgrund der Investitionszyklen zur Umrüstung der Antriebe.

Um den **Flugverkehr** zu dekarbonisieren, muss das herkömmliche fossile Kerosin durch nachhaltige Flugkraftstoffe (sogenannte Sustainable Aviation Fuels, SAF), u. a. durch e-Kerosin, ersetzt werden. Die Bundesregierung sieht in ihrer PtL-Roadmap den Einsatz von mindestens 200.000 Tonnen (entspricht rd. 2,4 TWh) e-Kerosin bis zum Jahr 2030 als realistisch an. Aufgrund der verschiedenen möglichen Herstellungspfade für SAF gestalten sich abschließende Bedarfsprognosen für e-Kerosin als schwierig. Insgesamt ist jedoch auch hier in 2045 von einem hohen Wasserstoffbedarf auszugehen.

Im Bereich des **Schwerlastverkehrs** (schwere Nutzfahrzeuge) ergänzt die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie andere alternative Antriebsformen. Im Hinblick auf CO₂-Emissionsreduktionsziele und Maßnahmen wie der CO₂-basierten Lkw-Maut werden bis 2030 steigende Bedarfe an Wasserstoff auch im Bereich des Schwerlastverkehrs erwartet.

Bisher werden **Mittel- und Spitzenlastkraftwerke** sowie **KWK-Anlagen** für die Stromerzeugung primär durch Erdgas (in Teilen auch durch Steinkohle) versorgt. Dieser Bedarf soll schrittweise substituiert werden. Im Zusammenspiel mit anderen effizienten Flexibilitätsoptionen oder Speichern können Wasserstoffkraftwerke künftig in Zeiten hoher Stromnachfrage und geringen Angebots von Strom aus erneuerbaren Energien sowohl eine kurzfristige als auch eine saisonale Ausgleichsfunktion übernehmen. Mit dem Kraftwerkssicherheitsgesetz und dem Kapazitätsmechanismus plant die Bundesregierung unter anderem, H₂-ready-Gaskraftwerke anzureizen, die perspektivisch Wasserstoff nutzen werden. Die künftige Nachfrage des Kraftwerkssektors kann variieren, insbesondere abhängig vom Ausbau von Windenergie- und Photovoltaikanlagen.

Nach derzeitigen Erkenntnissen der Bundesregierung wird die Nachfrage nach Wasserstoff in der dezentralen **Wärmeerzeugung** sowie bei leichten Nutzfahrzeugen und Pkws aufgrund günstigerer Alternativoptionen bis 2030 eher moderat ausfallen. Für eine perspektivische Nutzung von Wasserstoff bei der zentralen und dezentralen Wärmeversorgung wurden mit dem Wärmeplanungsgesetz und der letzten Novelle des Gebäudeenergiegesetzes die nötigen Rahmenbedingungen geschaffen. Kommunen können sich im Rahmen der Wärmeplanung für die Ausweisung von Wasserstoffnetzegebieten oder die Nutzung von synthetischem Methan entscheiden. Dies schließt auch die Option der Verwendung von Wasserstoff bei der Fernwärme mit ein.

Prozesswärme wird heute überwiegend durch fossile Energieträger bereitgestellt. Neben Anwendungen in der Stahlindustrie und (petro-)chemischen Industrie ist die Bereitstellung von Prozesswärme in der Grundstoffindustrie (Zement, Kalk, Glas und Papier), Umformtechnik, Härterei- und Galvano-

technik sowie in der Gießerei-, Aluminium-, Kupfer-, Keramik- und Ziegelindustrie relevant. Derzeit ist noch nicht absehbar, zu welchem Anteil sich Wasserstoff (anstelle von Elektrifizierung oder Biomassenutzung) zur CO₂-neutralen Erzeugung von Prozesswärme durchsetzen wird.

3.2 Rolle und Bedeutung von Derivaten im Vergleich zu molekularem Wasserstoff

Für den Import von Wasserstoff kommen neben molekularem (d. h. gasförmigem oder flüssigem, nicht in Derivaten gebundenem) Wasserstoff diverse Wasserstoffderivate sowie Trägermedien und Folgeprodukte in Frage. Diese weisen jeweils distinktive chemisch-physikalische Eigenschaften auf, mit unterschiedlichen Vorteilen und Hemmnissen (vgl. Tabelle 1). Aufgrund der spezifischen Vorteile und Hemmnisse der jeweiligen Wasserstoffderivate unterstützt die Bundesregierung eine diversifizierte Produktpalette für den Import.

3.2.1 Bestehender und zukünftiger Bedarf an Wasserstoffderivaten

Derzeit geht die Bundesregierung von einem ansteigenden Bedarf an diversen Wasserstoffderivaten von rund 200 TWh im Jahr 2045 aus. Die wichtigsten Wasserstoffderivate, die bereits heute breite Anwendung in der Industrie finden, sind Ammoniak, Methanol und Naphtha.

Ammoniak ist eine Basischemikalie der chemischen Industrie und wird heute primär zur Herstellung von Düngemitteln verwendet. Derzeit werden rund 3 Mio. Tonnen Ammoniak pro Jahr in Deutschland stofflich verwendet. Die Struktur des Ammoniakmarktes in Deutschland ist durch eine Mischung aus inländischer Produktion und Importen gekennzeichnet. Da zu den heutigen Anwendungen

(v. a. Düngemittelproduktion) perspektivisch neue Nutzungspfade hinzukommen (z. B. Ammoniak als Schiffstreibstoff), ist von einem deutlichen Anstieg des Ammoniakbedarfs auszugehen.

Methanol hat heute ein breites Anwendungsspektrum, v. a. als chemischer Grundstoff sowie in Reinform oder verdünnt als Kraftstoff. In Deutschland werden derzeit rund 1 Mio. Tonnen Methanol pro Jahr verbraucht. Methanol ist weltweit mit über 171 Millionen Tonnen pro Jahr einer der meistproduzierten organisch-chemischen Grundstoffe. Durch Substitution des heute fossilen Moleküls und neue Anwendungsfelder (z. B. als alternativer Kraftstoff für die Schifffahrt) ist künftig auch für Methanol mit einem deutlich höheren Bedarf zu rechnen.

Bei **Naphtha** handelt es sich um einen weiteren wichtigen Ausgangsstoff der chemischen Industrie. Heute wird Naphtha in der Regel in Steamcrackern zu Grundstoffchemikalien, u. a. für die Weiterverarbeitung zu Kunststoffen, verwendet. Zurzeit werden in Deutschland jährlich rund 11,7 Mio. Tonnen Naphtha und weitere Erdölprodukte eingesetzt. Bis zum Jahr 2045 könnte der Bedarf an Fischer-Tropsch-Naphtha deutlich ansteigen.

Perspektivisch kommen zu den oben beschriebenen Wasserstoffderivaten insbesondere **strombasierte Kraftstoffe** (z. B. e-Kerosin) in relevantem Umfang hinzu. Auch der Import von **synthetischem Methan** (SNG) oder Dimethylether (DME) ist eine Option, sofern der Kohlenstoffkreislauf entlang der Wertschöpfungskette bilanziell geschlossen ist.

Alternativ zu Wasserstoffderivaten können flüssige oder feste Trägermedien, wie z. B. **flüssige organische Wasserstoffträger** (Liquid Organic Hydrogen Carriers, LOHC) oder Metallhydride, aufgrund ihres Beitrags zum vereinfachten Transport und der Speicherung von molekularem Wasserstoff eine Rolle spielen.

Tabelle 1: Rolle und Charakteristika unterschiedlicher Wasserstoffprodukte und Trägermedien

Wasserstoffprodukt bzw. Trägermedium	Potenzieller Anwendungsbereich	Vorteile	Zentrale Hemmnisse	Umsetzungshorizont
Molekularer Wasserstoff	Eisen- und Stahlherstellung, Kraftwerksektor, Schwerlastverkehr, Prozesswärme, Gebäudewärme (Brennstoffzellen)	Keine Synthese notwendig Hohe Effizienz bei pipelinebasiertem Transport von gasförmigem Wasserstoff	Mögliche Akzeptanzprobleme v.a. bei Neubau von Pipelines Schiffe und Verflüssigungsanlagen noch nicht ausreichend verfügbar Hoher Energiebedarf bei Schiffs-transport im Vergleich zu Pipeline-Transport	Kurz- bis mittelfristig Umstellung und Neubau von Pipelines Mittel- bis langfristig flüssiger Wasserstoff per Schiff
Ammoniak	Grundstoff- und Petrochemie, Schiffsverkehr, Trägermedium für molekularen Wasserstoff	Einfache Extraktion des notwendigen Stickstoffs aus der Luft Vorteilhafte Transporteigenschaften Ammoniak-Handel bereits etabliert. Infrastrukturen für Import und Nutzung in Deutschland vorhanden	Großskalige Ammoniak-Cracker sind in Planung, aber noch nicht verfügbar Umweltgefahren durch Stickoxide und Toxizität	Kurzfristig Ammoniaktransport per Schiff
Methanol	Grundstoff- und Petrochemie, Schiffsverkehr	Vorteilhafte Transporteigenschaften, bei Normaltemperatur flüssig Methanol-Handel bereits etabliert. Infrastrukturen für Import und Nutzung in Deutschland vorhanden	Nachhaltiger Kohlenstoff(-kreislauf) notwendig (existiert noch nicht) Großskalige DAC-Anlage noch nicht verfügbar	Kurzfristig Methanoltransport per Schiff
Dimethylether (DME)	Chemische, pharmazeutische Industrie, Dieselmotoren, Trägermedium für molekularen Wasserstoff	Vorteilhafte Transporteigenschaften Höhere volumetrische Energiedichte als Methanol und Ammoniak	Risiko, Investitionen in und Aufbau von alternativer Infrastruktur zu verzögern Reformierung zu Wasserstoff noch nicht verfügbar Nachhaltiger Kohlenstoff(-kreislauf) notwendig (existiert noch nicht)	Mittelfristig Transport per Schiff
Fischer-Tropsch-Produkte (z. B. Naphtha, e-Kerosin)	Grundstoff- und Petrochemie, Luft- und Schiffsverkehr	Vorteilhafte Transporteigenschaften Identische stoffliche Eigenschaften zu fossilem Produkt Nutzung der bestehenden Mineralölinfrastrukturen für Transport, Verteilung und Verbrauch	Niedrigerer Wirkungsgrad im Vergleich zur Ammoniak- oder Methanolsynthese Nachhaltiger Kohlenstoff(-kreislauf) notwendig (existiert noch nicht) Großskalige DAC-Anlage noch nicht verfügbar	Kurz- bis mittelfristig Transport per Schiff
Synthetisches Methan (SNG)	Heutige Erdgas-Anwendungen (z. B. Stahl-, Chemieindustrie, Kraftwerke, Gebäudewärme)	Identische stoffliche Eigenschaften zu fossilem Produkt Nutzung der bestehenden Erdgasinfrastrukturen für Transport, Verteilung und Verbrauch	Risiko, Investitionen in und Aufbau von alternativer Infrastruktur (z. B. Wasserstoff-Kernnetz, DRI-Anlagen) zu verzögern Nachhaltiger Kohlenstoff(-kreislauf) notwendig (existiert noch nicht) Großskalige SNG-Anlagen noch nicht in Betrieb	Kurzfristig SNG-Transport per Erdgas-Pipeline Transport von verflüssigtem SNG per Schiff
Liquid Organic Hydrogen Carriers (LOHC)	Trägermedium für molekularen Wasserstoff	Nutzung der bestehenden Mineralölinfrastrukturen für Transport und Verteilung	Derzeit noch sehr teuer Hydrier-, Dehydrier- und Produktionsanlagen für Transportmedien noch nicht vorhanden Umweltgefahren	Mittel- bis langfristig LOHC-Transport per Schiff

3.2.2 Rolle von Wasserstoffderivaten in der Importstrategie

Wasserstoffderivate bieten die Möglichkeit, molekularen Wasserstoff chemisch zu binden und dadurch leichter über längere Strecken und Zeiträume transportier- und speicherbar zu machen. Energetisch effizient und damit tendenziell wirtschaftlicher ist es, die importierten Wasserstoffderivate so weit wie möglich direkt zu nutzen. Sofern ausreichende Mengen an Wasserstoff nicht national produziert bzw. über Wasserstoffpipelines bezogen werden können, kann auch die bedarfsgerechte Rückumwandlung von Derivaten in molekularen Wasserstoff eine wichtige Rolle spielen. Eine solche Rückumwandlung ist zwar mit signifikanten Energieverlusten und damit auch Kosten verbunden. Dies kann perspektivisch jedoch durch geringere Gestehungskosten in Erzeugungsländern teilweise kompensiert werden. Bei der Rückumwandlung kohlenstoffhaltiger Derivate wie Methanol, Naphtha und e-Kerosin wird auch Kohlenstoffdioxid frei. Die Bundesregierung setzt sich für Lösungen ein, bei denen nachhaltiger Kohlenstoff dauerhaft im Kreislauf gehalten wird (CCU) oder am Ende des Lebenszyklus eines kohlenstoffhaltigen Produkts erneut abgeschieden und dauerhaft gespeichert wird (CCS). Genauer regelt die Carbon-Management-Strategie, die derzeit von der Bundesregierung entwickelt wird.

Beim Import von Wasserstoff oder Wasserstoffderivaten sind jeweils spezielle Sicherheitsanforderungen zu berücksichtigen. Hier kann auf bereits bestehende Vorschriften zur technischen Handhabung verschiedener Wasserstoffderivate (z. B. Beschichtungsauflagen für Tanks, Sicherheitsanforderungen beim Transport von Ammoniak etc.) aufgebaut werden.

3.3 Transportoptionen

Die Bundesregierung verfolgt den parallelen Aufbau von Importinfrastrukturen basierend sowohl auf Pipeline- als auch Schiffstransporten, wobei die Nutzung von Gasimportinfrastrukturen und deren mögliche Umstellung auf Wasserstoff zu Kostenersparnissen führen und die Wirtschaftlichkeit von Wasserstoffprojekten verbessern kann. Mittelfristig ist davon auszugehen, dass ein Großteil des Bedarfs an Wasserstoff durch Pipelines gedeckt wird, wenn diese Importrouten – wie bislang für typische Entfernungen im Nordsee-, Ostsee- und Mittelmeerraum angenommen – günstiger und umweltfreundlicher als Schiffstransporte sind und die resultierenden Kostenersparnisse im Transport größer ausfallen als die eventuell höheren Produktionskosten. Für den Bedarf an Wasserstoffderivaten ist davon auszugehen, dass Schiffsimporte auch langfristig effizient sein können und daher voraussichtlich eine bedeutende Rolle im Importmix spielen werden.

3.3.1 Pipelines und Transportnetze

Pipelinegebundene Wasserstoffinfrastruktur ermöglicht ohne Umwandlungsverluste einen kosteneffizienten Transport von molekularem Wasserstoff aus Europa und Anrainerstaaten nach Deutschland. Neben dem Neubau kann die Umwidmung von Erdgaspipelines, sofern technisch und unter Beachtung der Gasversorgungssicherheit möglich, diverse Vorteile wie z. B. geringere Kosten, Ressourcenschonung etc. haben.

Der Aufbau von Pipeline-Infrastruktur stellt die künftigen Wasserstoffnetzbetreiber, insbesondere in einer Anfangsphase mit wenigen Netznutzern, vor große Finanzierungsherausforderungen. Daher priorisiert die Bundesregierung die Finanzierung und den zügigen Aufbau von Wasserstoffpipelines sowie die Umnutzung von Erdgasfernleitungen. In einem ersten Schritt wird ein Wasserstoff-Kernnetz

in Deutschland geplant. Aufgrund der Kosten- und Effizienzvorteile wird dabei von Anfang an eine enge Anbindung des Kernnetzes an das transeuropäische Wasserstoffnetz vorgesehen. Physische Voraussetzung für den Aufbau eines transeuropäischen Wasserstoffpipelinennetzes sind sogenannte Interkonnektoren, Grenzübergangspunkte zwischen benachbarten Netzen.

Neben dem Ausbau von Pipelines sind Speicher für Wasserstoff und Wasserstoffderivate Teil des nationalen Wasserstoffnetzausbaus. In Zeiten geringer Wasserstoffproduktion sowie bei schwankenden Importmengen oder Preisen ermöglicht die Ein- und Ausspeicherung von Wasserstoff die konstante Versorgung großer Verbraucher. Neben der Speicherung in Untergrund- und Kavernenspeichern lässt sich Wasserstoff auch in Form von Derivaten einlagern.

3.3.2 Schiffstransporte

Der **Schiffstransport von flüssigem Wasserstoff, flüssigen oder festen Trägermedien oder Derivaten** ermöglicht den Wasserstoffimport aus Weltregionen, die aus technischen und ökonomischen Gründen nicht per Pipeline angebunden werden können. Wasserstoff bzw. dessen Derivate können so in deutschen Seehäfen sowie in benachbarten EU-Mitgliedstaaten mit entsprechender Hafeninfrastruktur (insbesondere Amsterdam, Rotterdam und Antwerpen) anlanden. Die Bundesregierung erwartet, dass langfristig der Import fossiler Energieträger über Häfen zugunsten des Imports von Wasserstoffderivaten zurückgehen wird. Diese Transformation erfordert die Errichtung oder Umrüstung von Importterminals. Darüber hinaus sollen nachhaltige Transportwege in Form sogenannter **grüner Korridore** etabliert werden. Bei grünen Korridoren handelt es sich um bestimmte Schifffahrtsrouten, die von einem Ende zum anderen emissionsfrei sind, hinsichtlich der Betankungsinfrastruktur wie auch der Schiffe selbst.

Der **Ammoniaktransport** per Schiff ist international bereits etabliert. Für die nötige Skalierung des internationalen Ammoniakhandels müssen jedoch zusätzliche Importterminals errichtet und zusätzliche Transportschiffe gebaut werden. In Deutschland sind derzeit mehrere Projekte in Planung und sollen noch vor 2030 abgeschlossen sein (u. a. in Hamburg, Wilhelmshaven, Brunsbüttel und perspektivisch Rostock). Wenn Ammoniak nicht als Derivat direkt verwendet wird, sondern als Trägermolekül des molekularen Wasserstoffs dient, ist die Ansiedlung von Crackern zur Aufspaltung notwendig. Projekte für Importterminals und Cracker werden dafür parallel geplant und umgesetzt. Der herausgelöste Wasserstoff kann dann lokal von der ansässigen Industrie genutzt oder in das Wasserstoff-Kernnetz zum Weitertransport eingespeist werden. Dies geht jedoch mit Umwandlungsverlusten einher. Der **Schiffstransport von Methanol** ist ähnlich wie bei Ammoniak erprobt. Auch hier ergeben sich beim Transport ein hoher Energieaufwand sowie Umwandlungsverluste. Die Ähnlichkeit der LOHC mit fossilen Energieträgern ermöglicht ebenso eine schnelle Anpassung. Derzeit ist noch unklar, ob und in welchem Umfang der **Schiffstransport von flüssigem Wasserstoff** nach Deutschland aufgrund hoher Energieverluste und der geringen volumetrischen Energiedichte beim Transport ökonomisch wettbewerbsfähig sein wird.

3.3.3 Weitere Transportoptionen

Lkw-, Bahn- und Binnenschiffstransporte können auch kleine und mittlere Verbraucher von Wasserstoff und seinen Derivaten, die nicht direkt an das Wasserstoff-Kernnetz angeschlossen sind, beliefern. Um Rückwandlungsverluste zu vermeiden, können so speziell Verbraucher von Derivaten versorgt werden. Außerdem können somit bereits kurzfristig erste Importe von den Importhäfen zu den Verbrauchern gelangen.

4 Maßnahmen zum Hochlauf des Imports von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten

Um nachhaltige, sichere, diversifizierte und stabile Importe von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten zu realisieren, hat die Bundesregierung bereits in der NWS 2023 eine Reihe an Maßnahmen definiert und seither weiterentwickelt. Der Instrumentenmix der vorliegenden Importstrategie¹ setzt an den diversen Wertschöpfungsstufen des internationalen Wasserstoffmarktaufbaus (Upstream, Midstream, Downstream) an und beinhaltet vor allem praktikable und verlässliche Rahmenbedingungen sowie auch ergänzende regulative Anreize als auch Förderinstrumente. Dadurch soll u. a. ein zuverlässiger Nachfragemarkt in Deutschland etabliert werden, der ein wichtiges Signal zur internationalen Marktentwicklung sein kann.

4.1 Stärkung der Nachfrage

Die Nachfrage nach und der Import von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten soll über praktikable und verlässliche Rahmenbedingungen gestärkt werden. Zudem schließen passgenaue Förderinstrumente und Anreizsysteme auf der Nachfrageseite dort, wo es angebracht ist, Finanzierungslücken bei Transformationsvorhaben im Bereich Wasserstoff und Wasserstoffderivate und leisten so einen Beitrag zu deren Marktreife. Das gilt insbesondere für Projekte in der Industrie, bei schweren Nutzfahrzeugen, im Flug- und Schiffsverkehr und bei Kraftwerken. Auf diese Weise entsteht eine Importnachfrage teilweise auch bereits dann, wenn die Beschaffungskosten von Wasserstoff bzw. Wasserstoffderivaten noch nicht wettbewerbsfähig sind. Die hieraus resultierende Abnahmesicherheit erleichtert es interna-

tionalen Produzenten von Wasserstoff und seinen Derivaten, Investitionsentscheidungen zu treffen.

4.1.1 Finanzielle Förderinstrumente für den Einsatz von Wasserstoff und Derivaten

Das Förderprogramm **Klimaschutzverträge (KSV)** deckt die Kostendifferenz einer klimafreundlichen Anlage gegenüber einer konventionellen über eine Laufzeit von 15 Jahren ab und erleichtert so v. a. die Umstellung von Produktionsprozessen in emissions- und energieintensiven Unternehmen. Die Förderung ist variabel und wird automatisch an zukünftige Preisentwicklungen angepasst. Der Umstieg auf klimaneutrale Technologien trägt auch dazu bei, die Nachfrage nach Wasserstoff und dessen Derivaten anzukurbeln. Durch die Schaffung von Märkten für den Einsatz von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten verbessern KSV die Abnahmesicherheit für Wasserstoffimporte nach Deutschland. Damit sind KSV nicht nur ein zentrales Instrument für den Klimaschutz, sondern auch für die Sicherheit des Industriestandortes Deutschland.

Ein weiterer Baustein, der zu einer Erhöhung der deutschen Wasserstoffnachfrage führen wird, ist die **Bundesförderung Industrie und Klimaschutz (BIK)**. Mit der BIK werden Investitionen zur Dekarbonisierung der Industrie gefördert. Ziel des Programms (Laufzeit April 2024 bis 2030) ist es, Investitionen für Produktionsanlagen mit klimafreundlichen Technologien im industriellen Maßstab in der Breite zu unterstützen. Neben der Elektrifizierung und Einführung von CCU/S-Technologien wird auch die Umstellung auf Wasserstoff

¹ Alle in der Importstrategie genannten oder sich aus ihr ergebenden Maßnahmen des Bundes sind im Rahmen des Klima- und Transformationsfonds bzw. der in den jeweiligen Einzelplänen des Bundeshaushalts zur Verfügung stehenden finanziellen und personellen Ressourcen (innerhalb der jeweiligen Ressortzuständigkeiten) umzusetzen.

gefördert. Pro Unternehmen ist ein Investitionszuschuss von bis zu 200 Mio. Euro möglich.

Darüber hinaus schafft das Förderinstrument **H2Global** mit seinem Doppelauktionsmechanismus weitere Abnahmesicherheit und trägt zur Verknüpfung und Synchronisierung des internatio-

nen Wasserstoffangebots mit der Nachfrage in Deutschland bei. Als Instrument zur Preisermittlung und Marktvorbereitung reduziert H2Global das Ausfallrisiko durch die Bündelung mehrerer Angebote und erleichtert es insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen auf der Abnahmeseite am Wasserstoffmarkt zu partizipieren.

Abb. 2: Maßnahmen und Instrumentenmix der Importstrategie



Mit dem **Kraftwerkssicherheitsgesetz** und dem **Kapazitätsmechanismus** schafft die Bundesregierung den Rahmen für Investitionen in flexible und klimafreundliche Kraftwerke in Deutschland. Kurzfristig sollen unter anderem Kraftwerkskapazitäten für wasserstofffähige Gaskraftwerke ausgeschrieben werden. Vollständig auf Wasserstoff umgestellt sein sollen die H₂-ready-Gaskraftwerke 8 Jahre nach Inbetriebnahme. Zusätzlich sollen im Rahmen der angewandten Energieforschung auch reine Wasserstoffkraftwerke in einem Umfang von zunächst 500 MW gefördert werden.

Der **EU-Innovationsfonds** ist das bedeutendste EU-Finanzierungsprogramm für die kommerzielle Demonstration innovativer, CO₂-armer Technologien. Neben der Förderung von Wasserstoffherzeugung über Auktionen der Europäischen Wasserstoffbank stellt der Fonds auch Mittel für die Subventionierung von Dekarbonisierungsprojekten der emissionsintensiven Industrie sowie im Mobilitätssektor zur Verfügung. Der EU-Innovationsfonds speist sich aus Erlösen des EU-Emissionshandels. Aktuell rechnet die Europäische Kommission mit einem Budget von 40 Mrd. Euro für die Jahre 2020 bis 2030 (gerechnet mit CO₂-Preis von 75 €/t CO₂).

Darüber hinaus hat die EU das Instrument **Important Projects of Common European Interest** (IPCEI) auf Wasserstoffprojekte ausgeweitet. IPCEI sind Projekte, die den übergeordneten europäischen Interessen der Mitgliedstaaten dienen. Das IPCEI Wasserstoff hat zum Ziel, den Wasserstoffhochlauf in Deutschland und in Europa durch Förderung entlang der gesamten Wasserstoffwertschöpfungskette zu unterstützen. IPCEI Wasserstoff besteht daher aus mehreren Wellen: Hy2Tech, Hy2Use, Hy2Infra, Hy2Move. Neben Technologie- und Infrastrukturprojekten können so auch wichtige Wasserstoffprojekte im Industrie- und Mobilitätssektor gefördert werden und Nachfrage stimulieren. Die deutschen Projekte im IPCEI

Wasserstoff werden zu 70 % vom Bund (BMWK, Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV)) und zu 30 % von den betroffenen Bundesländern ko-finanziert. Die Gesamtförderhöhe liegt bei rund 13,5 Mrd. Euro. Die spezifische Förderhöhe für die jeweiligen Wasserstoff-Projekte wird auf Basis der Finanzierungslücke jeweils durch die Europäische Kommission genehmigt. Inzwischen hat die Kommission bereits die vier IPCEI-Wellen Hy2Tech, Hy2Use, Hy2Infra und Hy2Move gebilligt. Zudem wurden einige ursprünglich unter dem IPCEI-Regime eingereichte Projekte nun unter dem Regime der Leitlinien für staatliche Klima-, Umweltschutz- und Energiebeihilfen (KUEBLL) genehmigt.

Die Nutzung von Wasserstoff und Brennstoffzellen sowie der Einsatz strombasierter Kraftstoffe sind ein wichtiger Baustein für eine klimaneutrale Mobilität und ergänzen andere alternative Antriebsformen. Auf nationaler Ebene wird die Wasserstoffnutzung im Mobilitätssektor durch die Förderung von Forschung und Entwicklung, den Aufbau eines Wasserstoff-Tankstellennetzes und die Beschaffung von Fahrzeugen weiter angereizt. Das BMDV fördert verkehrsträgerübergreifend Mobilitätsanwendungen und Wasserstoffbetankungsinfrastruktur über das **Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie** (NIP) sowie den Fahrzeughochlauf über technologieoffene Fördermaßnahmen z. B. von leichten und schweren Nutzfahrzeugen mit alternativen Antrieben.

Zur besseren Orientierung über die bestehenden und noch entstehenden Förderprogramme der einzelnen Ressorts im Wasserstoffbereich hat die Bundesregierung mit der **Lotsenstelle Wasserstoff** unter www.nationale-wasserstoffstrategie.de eine zentrale Anlaufstelle zur Förderberatung eingerichtet.

4.1.2 Regulative Anreize für deutsche Unternehmen zum verstärkten Einsatz von Wasserstoff und Derivaten

Neben Förderinstrumenten existieren verschiedene Anreizinstrumente, um die Marktentwicklungen für Wasserstoff und dessen Derivate in Deutschland und Europa zu stützen. Innerhalb der EU wird dabei wesentlich auf den Emissionshandel und Quoten für Wasserstoff und seine Derivate gesetzt. Sie geben Unternehmen konkrete THG-Reduktions- und Nutzungspfade für Wasserstoff vor.

Das **EU-Emissionshandelssystem** (EU ETS I) ist ein zentrales Klimaschutz- und Anreizinstrument der EU. Die im ETS I erfassten Emissionen sollen bis 2030 um 62 % im Vergleich zu 2005 sinken. Mit der letzten Novelle des EU ETS I hat die EU den Anwendungsbereich des Emissionshandels von Kraftwerken, energieintensiven Industrien und dem innereuropäischen Flugverkehr auf den europäischen und in Teilen internationalen Seeverkehr erweitert. Damit gilt der EU ETS I nun für alle Sektoren, die nach Ansicht der Bundesregierung (gemäß NWS 2023) zu den zentralen Wasserstoffanwendern gehören. Der gesetzlich festgelegte langfristige Reduktionspfad im EU ETS I führt durch das kontinuierlich sinkende Angebot an Emissionszertifikaten zu **steigenden CO₂-Preisen** und schafft so Anreize u. a. für die Wasserstoffnutzung. Mit dem EU ETS II wird u. a. für die Sektoren Wärme und Verkehr ein flankierendes Emissionshandelssystem geschaffen, das ab 2027 eine gleichgerichtete Wirkung entfaltet.

Wasserstoff unterliegt außerdem dem europäischen **CO₂-Grenzausgleichsmechanismus** (CBAM). Für importierten Wasserstoff (und für das Wasserstoffderivat Ammoniak) müssen ab 2026 Zertifikate für die bei der Herstellung entstandenen Emissionen erworben und abgegeben werden. Dadurch wird nicht nur die europäische Wasserstoffin-

dustrie vor Carbon Leakage geschützt. Perspektivisch wird mit fossilen Brennstoffen hergestellter Wasserstoff auch relativ teurer als emissionsarmer Wasserstoff.

EU-regulatorische Grundlage für die Einführung von Nutzungsquoten sind die EU-Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED) sowie die Verordnungen ReFuelEU Aviation und FuelEU Maritime. Sie sind der zentrale EU-regulatorische Hebel, um die Nachfrage nach Wasserstoff und Wasserstoffderivaten in den Mitgliedstaaten in Gang zu bringen und zu skalieren.

Die zweite Novelle der **EU-Erneuerbare-Energien-Richtlinie** (RED III) aus dem Jahr 2023 setzt **für die Nutzung von erneuerbaren Kraftstoffen nicht-biogenen Ursprungs (RFNBOs) Ziele in der Industrie sowie Quoten im Verkehrssektor** fest. RFNBOs sind flüssige oder gasförmige Kraftstoffe, die auf elektrolytisch erzeugtem, erneuerbarem Wasserstoff basieren. Im Verkehrssektor soll die Nutzung von RFNBOs und fortschrittlichen Biokraftstoffen bis 2030 auf einen Anteil von 5,5 % anwachsen. Mindestens 1 % muss jedoch durch RFNBOs erfüllt werden. Diese Anforderungen werden bis Mitte 2025 national umgesetzt. Eine Anrechnung von RFNBOs auf die THG-Quote ist bereits heute möglich. Die RED III sieht darüber hinaus für EU-Mitgliedstaaten (nicht für Unternehmen) verbindliche Ziele für die industrielle Nutzung von RFNBOs vor. Die EU-Mitgliedstaaten haben sicherzustellen, dass der Anteil von RFNBOs im Industriesektor bis 2030 auf 42 % und bis 2035 auf 60 % des in der Industrie energetisch und stofflich genutzten Wasserstoffs steigt.

Die **ReFuelEU Aviation** gibt Anbietern von Flugkraftstoffen vor, dem Kerosin ansteigende Mengen an nachhaltigen Flugkraftstoffen (SAF) beizumischen. Im Jahr 2025 soll mit einer Mindestbeimischung von 2 % begonnen werden. Diese steigt

sukzessive an und soll 70 % im Jahr 2050 erreichen. In der Verordnung wird auch ein Mindestanteil an synthetischen Kraftstoffen festgelegt, wozu RFNBOs, aber auch kohlenstoffarm hergestellte Wasserstoffderivate zählen. Ab 2030 müssen 1,2 % der verwendeten Kraftstoffe synthetisch hergestellt sein. Bis 2050 soll der Anteil auf 35 % ansteigen.

Ähnliche Ziele für den **Schiffsverkehr** definiert die **FuelEU Maritime**-Verordnung. Diese legt einheitliche Regeln zur Verringerung der Treibhausgasintensität von Schiffen fest. Berücksichtigt werden alle Fahrten von Schiffen größer als 5.000 Bruttoregistertonnen in und aus der EU, alle Intra-EU-Fahrten sowie der Energieverbrauch in Häfen. Die Ziele zur Reduktion der Treibhausgasintensität steigen von 2 % im Jahr 2025 bis 80 % im Jahr 2050 an. Für die Anrechnung von RFNBOs gilt dabei ein Multiplikator von 2 bis zum Jahr 2033. Sollte der Anteil der RFNBOs bis 2031 bei weniger als 1 % liegen, greift automatisch eine Unterquote für RFNBOs von 2 % ab 2034. Die Bundesregierung setzt sich auf EU-Ebene dafür ein, die Reduktionsziele der FuelEU Maritime perspektivisch an die ambitioniertere Strategie der Internationalen Seeschiffahrts-Organisation (IMO) anzupassen. Die IMO hat sich das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2030 mindestens 5 %, wenn möglich 10 %, des Energieverbrauchs in der internationalen Schifffahrt mit klimaneutralen Technologien und Kraftstoffen zu decken und bis 2050 Klimaneutralität der internationalen Schifffahrt zu erreichen.

Die in § 37a **Bundes-Immissionsschutzgesetz** (BImSchG) festgelegte Treibhausgasminderungsquote (THG-Quote) im Verkehr verpflichtet Inverkehrbringer von Kraftstoffen, den Anteil erneuerbarer Kraftstoffe schrittweise zu erhöhen. Hierbei sind zum einen besondere Anreize für den Einsatz von erneuerbarem Wasserstoff und dessen Deri-

vaten implementiert (Mehrfachanrechnung). Zum anderen besteht eine verpflichtende Quote für Wasserstoff-basierte synthetische Flugkraftstoffe von 2 % bis 2030. Mit der aktuellen Novellierung des BImSchG werden die in der RED III definierten **RFNBO-Quoten** im Verkehrssektor in 2024 in **nationales Recht überführt**.

Neben Instrumenten, welche die Abnahme von Wasserstoff und seinen Derivaten sowie deren Weiterverarbeitung adressieren, rückt nun auch die Abnahme auf Seiten der Kunden in den Blick. Mit dem im Mai 2024 vom BMWK vorgestellten **Konzept „Leitmärkte für klimafreundliche Grundstoffe“** soll die Nachfrage nach klimafreundlich hergestellten Grundstoffen wie Stahl, Zement und den chemischen Grundstoffen Ammoniak und Ethylen gestärkt werden. Kernstück des Konzepts sind transparente und verlässliche Definitionen dieser Grundstoffe. Aufbauend auf den Definitionen können Label und Kennzeichnungssysteme dazu beitragen, die Nachfrage nach klimafreundlichen Grundstoffen zu stärken und Leitmärkte zu entwickeln.

4.2 Schaffung nachhaltiger Importinfrastruktur

Damit die Importbedarfe Deutschlands gedeckt werden können, muss die Verknüpfung von Produktions- und Nachfrageclustern sowie der grenzüberschreitende Transport von Wasserstoff und dessen Derivaten organisiert werden. Es gilt daher zügig und vorausschauend eine diversifizierte Importinfrastruktur auf- und auszubauen. Die Bundesregierung treibt den parallelen Aufbau von pipelinebasierter Importinfrastruktur sowie Importterminals voran.

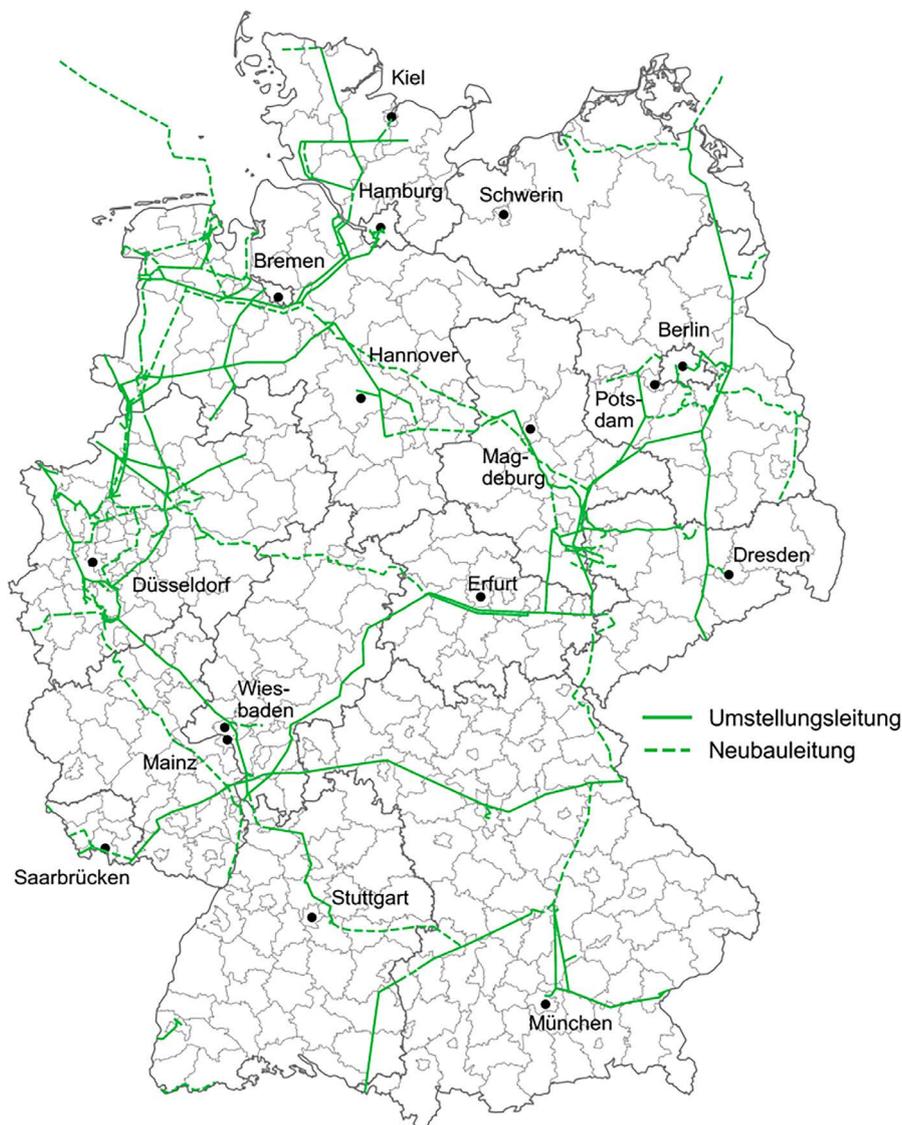
4.2.1 Aufbau und Beschleunigung von pipelinebasierter Importinfrastruktur in Deutschland

In Deutschland forciert die Bundesregierung den Aufbau eines vermaschten, pipelinebasierten Wasserstoffnetzes, um den importierten Wasserstoff überregional transportieren und verteilen zu können.

Der Aufbau des Wasserstofftransportnetzes erfolgt in zwei Stufen. In einer ersten Stufe soll bis zum

Zieljahr 2032 schrittweise ein **Wasserstoff-Kernnetz** aufgebaut werden. Es dient als Grundgerüst, um deutschlandweit wesentliche Wasserstoff-Standorte (Elektrolyseure, Importterminals und -pipelines, Industriezentren, Kraftwerke und Kraft-Wärme-Kopplungs(KWK)-Anlagen, unterirdische Speicher) miteinander zu verbinden. Die Gas-Fernleitungsnetzbetreiber als künftige Wasserstoffnetzbetreiber haben am 22. Juli 2024 den gemeinsamen Antrag für ein Kernnetz bei der Bundesnetzagentur eingereicht, das eine Länge von rund 9.700 km

Abb. 3: Wasserstoff-Kernnetz; Stand Juli 2024



haben und von 2025 bis 2032 erstellt werden soll. Es soll aus gut 60 % umgewidmeten Erdgas-Leitungen sowie 40 % neugebauten Wasserstoffpipelines bestehen. Nach gegenwärtigem Planungsstand werden 15 Interkonnektoren wesentlicher Bestandteil des deutschen Kernnetzes sein. Darüber hinaus berücksichtigt die Kernnetzplanung auch die Einspeiseleistung aus Importterminals und damit indirekt Importe von Wasserstoffderivaten.

In einer zweiten Stufe soll im Rahmen der integrierten Netzentwicklungsplanung Gas und Wasserstoff die bedarfsorientierte Weiterentwicklung des Wasserstoff-Kernnetzes zu einem zunehmend vermaschten Transportnetz erfolgen. Mit dem am 17. Mai 2024 in Kraft getretenen Zweiten Gesetz zur Änderung des Energiewirtschaftsgesetzes wurden dafür die rechtlichen Grundlagen geschaffen.

Das in Deutschland künftig gesetzlich verankerte Finanzierungsmodell sieht vor, dass die **Finanzierung des Wasserstoff-Kernnetzes** grundsätzlich vollständig über Netzentgelte und somit privatwirtschaftlich erfolgt. Das gemeinsam mit den Fernleitungsnetzbetreibern Gas entwickelte Finanzierungskonzept der Bundesregierung sieht vor, die Netzentgelte in einer ersten Phase, in der noch nicht hinreichend viele Nutzer an das Netz angeschlossen sind, zu deckeln. Damit sollen hohe, prohibitiv auf den Markthochlauf wirkende Netzentgelte vermieden werden. Die Zwischenfinanzierung erfolgt über ein sogenanntes **Amortisationskonto**, das im Zeitverlauf ausgeglichen wird, indem immer mehr Nutzer an das Netz angeschlossen werden und die Kosten mittragen. Zu der Funktionsweise des Amortisationskontos wird auf die vom BMWK erstellten FAQs zum Wasserstoff-Kernnetz verwiesen.

Ein zügiger Auf- und Ausbau der Infrastruktur für Erzeugung, Speicherung und Import von Wasser-

stoff ist für den erfolgreichen Markthochlauf essenziell. Mit dem **Wasserstoffbeschleunigungsgesetz** hat die Bundesregierung hierfür die rechtlichen Rahmenbedingungen geschaffen. Es **beschleunigt, vereinfacht und digitalisiert die relevanten Planungs-, Genehmigungs- und Vergabeverfahren** und verringert regulatorische Anforderungen. Darüber hinaus ist der Aufbau einer **Digitalisierungsplattform** für Antrags- und Genehmigungsverfahren der Wasserstoffinfrastruktur geplant. Für die Umsetzung der einzelnen Projekte muss eine Vielzahl an Fachbehörden und Ämtern auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene einbezogen werden. Je nach Art der Projekte muss zudem die Öffentlichkeit beteiligt werden. Digitalisierung und Künstliche-Intelligenz (KI)-basierte Entscheidungsstützen sollen den personellen Ressourcenaufwand hierfür in Antrags- und Genehmigungsverfahren erheblich minimieren.

Derzeit werden der zu erwartende Bedarf an Speichervolumen und -leistung sowie mögliche Transformationsstrategien von Erdgas- zu Wasserstoffspeichern und die ökonomischen Herausforderungen analysiert, die mit dem Umbau und Neubau von Speichern einhergehen. Eine **Wasserstoffspeicherstrategie** wird bis Ende 2024 durch das BMWK vorgelegt.

4.2.2 Vernetzung durch transeuropäischen Wasserstoffnetzaufbau und Importkorridore

Ein Ziel der Bundesregierung ist, das deutsche Wasserstoff-Kernnetz frühzeitig europäisch einzubetten. Es soll über Interkonnektoren und transeuropäische Wasserstoffimportkorridore eng an die entstehenden Wasserstoffnetze von EU-Mitgliedstaaten und Anrainerländern angebunden werden. Die erste Aufbaustufe eines **transeuropäischen Wasserstoffnetzes** stellen die Infrastrukturprojekte im IPCEI Wasserstoff dar. Die **Hy2Infra-Welle**

des **IPCEI Wasserstoff**, in der zehn deutsche Wasserstoff-Leitungsprojekte mit insgesamt ca. 2.100 km enthalten sind, wurde im Februar 2024 von der Europäischen Kommission genehmigt und soll nun zeitnah mit nationalen Bescheiden umgesetzt werden. Darüber hinaus legt das **EU-Gas- und Wasserstoff-Binnenmarktpaket**, welches im Mai 2024 vom Europäischen Rat verabschiedet wurde und zeitnah in Kraft tritt, den rechtlichen Rahmen für den Aufbau und die Finanzierung dezidierter, pipeline-basierter Wasserstoffnetze fest.

Die Frage, wie die nötigen europaweiten Infrastrukturinvestitionen zügig angereizt werden können, hat weiterhin hohe Relevanz. Die Bundesregierung bringt sich proaktiv in die **Entwicklung eines europäischen Finanzierungskonzeptes** für Wasserstoffinfrastruktur ein und verfolgt dies als strategisches, gemeinschaftlich-europäisches Projekt. Im Infrastrukturbereich plant die Bundesregierung, insbesondere die folgenden Themen mit europäischen Partnerländern weiterzuentwickeln:

- **Ko-Finanzierung der Projects of Common Interest (PCI):** Die Connecting Europe Facility (CEF) als zentrales EU-Instrument für die Finanzierung der PCI-Projekte sollte signifikant aufgestockt werden. Sollte dies nicht möglich sein, werden alternative Optionen auf Unionsebene geprüft, z. B. ein Europäischer Wasserstoffinfrastrukturfonds. PCI-Projekte sollen Lücken in der Infrastruktur des europäischen Energienetzes schließen und zeichnen sich durch einen wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Nutzen für mindestens zwei EU-Mitgliedstaaten aus.
- **Risikoabsicherung:** Das Amortisationskonto für das deutsche Wasserstoff-Kernnetz dient der Absicherung von privaten Investitionen in Wasserstoffinfrastruktur. Die Bundesregierung tritt in den Erfahrungsaustausch mit europäischen Partnern, um zu prüfen, ob das Instrument in

anderen EU-Mitgliedstaaten übernommen werden kann.

- **Staatliche Garantien für Liefer- oder Abnahmeverträge:** Aufgrund der unsicheren Marktlage sind derzeit langfristige Liefer- und Abnahmeverträge zwischen Netzbetreibern, Händlern und Abnehmern im Wasserstoffsektor noch nicht möglich. Die Bundesregierung plant das volle Spektrum der Außenwirtschaftsinstrumente einzusetzen.
- **Netzentgelte:** Die Netzentgelte sind entscheidender Parameter für das Geschäftsmodell und Investment-Ratings von Wasserstoffleitungen. Die Bundesregierung tritt mit den EU-Mitgliedstaaten in frühzeitige Abstimmung zu harmonisierten Netzentgelten.

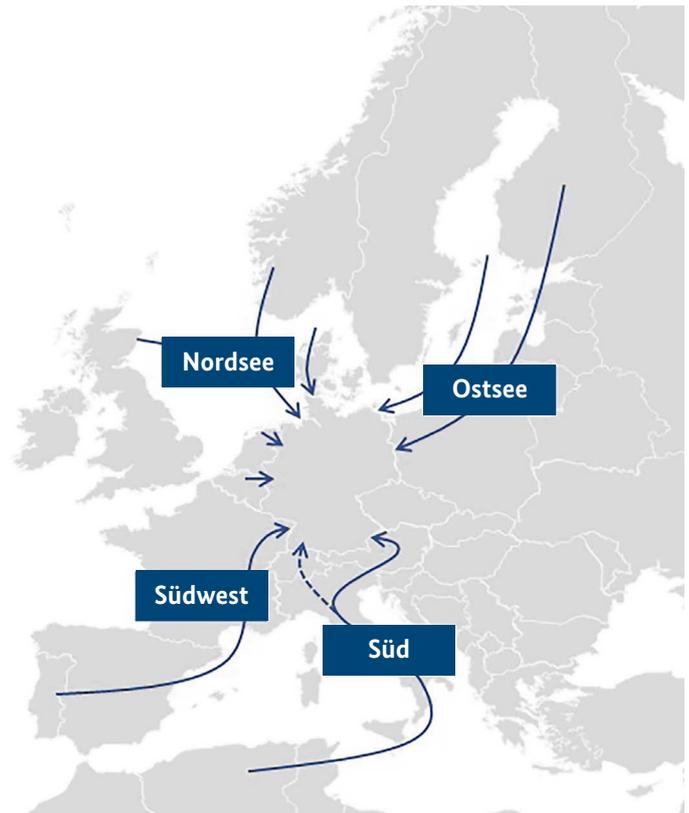
Die Bundesregierung verfolgt über den transeuropäischen Netzaufbau hinaus das Ziel, Import- und Infrastrukturprojekte entlang spezifischer Wasserstoffimportkorridore voranzutreiben und zu bündeln. Gegenwärtig zeichnen sich mindestens **vier pipelinegebundene Importkorridore** ab: Nordseeraum, Ostseeraum, Südwesteuropa und Südeuropa. Den Ausgangspunkt der Korridore bilden grenzüberschreitende EU-Infrastrukturvorhaben, **PCI bzw. Projects of Mutual Interest (PMI)**. PCI/PMI sind Infrastrukturprojekte, die die Energiesysteme der EU-Mitgliedstaaten und ggf. angrenzender Regionen miteinander verbinden. Projekte mit PCI-Status werden von der Europäischen Kommission und den EU-Mitgliedstaaten prioritär behandelt. PCI/PMI erhalten Zugriff auf Mittel der Connecting Europe Facility (CEF) und beschleunigte Genehmigungsverfahren.

Entlang der Korridore wird die Kooperation mit den jeweiligen Anrainerstaaten aufgebaut und vertieft. Die jeweiligen Schwerpunkte der Kooperation werden fortfolgend beispielhaft beschrieben.

Im **Nordseeraum** strebt die Bundesregierung ein integriertes Gesamtsystem an. Die enormen Erzeugungspotenziale an erneuerbarem Strom (insbesondere Offshore-Wind) sowie Wasserstoff sollen gehoben werden und in einem eng vermaschten Netz zur Verfügung stehen. Hierfür setzt sich die Bundesregierung gemeinsam mit ihren Partnern für eine Anpassung des regulatorischen Rahmens für Investitionen in Offshore-Windkraftkapazitäten und einheitliche Genehmigungsprozesse ein. BMWK plant, zum Nordseegipfel 2025 in Hamburg eine Offshore-Kooperationsstrategie für erneuerbaren Strom und grünen Wasserstoff vorzulegen. Darüber hinaus werden mehrere konkrete Wasserstoffinfrastrukturvorhaben verfolgt:

- Zwischen Deutschland und **Dänemark** soll die erste grenzüberschreitende Pipeline entstehen. Es wird derzeit daran gearbeitet, die Rahmenbedingungen für eine finale Investitionsentscheidung (Final Investment Decision, FID) im Jahr 2025 zu schaffen und Ende 2028 die Aufnahme des Betriebs vorzusehen. Die zügige Umsetzung wird nach Einschätzung der Bundesregierung einen wichtigen Impuls für andere grenzüberschreitende Wasserstoffprojekte liefern.
- Eine gemeinsame Machbarkeitsstudie zu einer Wasserstoffpipeline zwischen Deutschland und **Norwegen** wurde bereits durchgeführt. Es wird derzeit daran gearbeitet, die Rahmenbedingungen für eine FID zu schaffen. Dies wird u. a. im Rahmen einer etablierten Task Force zwischen den Ministerien beider Länder umgesetzt. Die Pipeline soll bereits ab 2030 Wasserstoffimporte aus Norwegen ermöglichen.
- Im Rahmen der Energiepartnerschaft mit dem **Vereinigten Königreich** werden Gespräche zum möglichen Bau einer Wasserstoffpipeline zwischen Deutschland und dem Vereinigten Königreich (z. B. Schottland) geführt.

Abb. 4: Schematische Darstellung europäischer Importkorridore (aktuell angedachter Stand; gestrichelte Linie symbolisiert perspektivische Ausbaustufe)



Quelle: BMWK

- Sowohl die **Niederlande** als auch **Belgien** zielen im Rahmen der jeweiligen nationalen Wasserstoff-Netzentwicklungsprozesse v. a. auf Schiffsimporte und eine enge Anbindung an das deutsche Kernnetz. Laut aktuellem Antragsentwurf vom November 2023 sieht das Wasserstoff-Kernnetz bis 2032 vier deutsch-niederländische Interkonnektoren und einen deutsch-belgischen Interkonnektor vor.

Der **Ostseeraum** ist aufgrund hoher Potenziale an Onshore- und Offshore-Windkraft sowie der guten Wasserstoffspeicherpotenziale ein weiterer wichtiger Baustein für die deutsche Wasserstoffversorgung.

gung. Daher setzt sich die Bundesregierung auch hier für die Entwicklung eines integrierten erneuerbaren Energiesystems in der Region ein, u. a. durch die geplante Offshore-Kooperationsstrategie. Zwei Pipelinevorhaben unter Einbindung aller EU-Ostsee-Anrainer werden derzeit entwickelt. Eine Offshore-Leitung durch die Ostsee („**Baltic Hydrogen Collector**“) und eine Onshore-Leitung durch das Baltikum und Polen („**Nordic Baltic Hydrogen Corridor**“) sollen Verbindungen zwischen Finnland und Deutschland herstellen.

Die Iberische Halbinsel zeichnet sich durch hohe Potenziale an Solar- und Windenergie aus. Der **Südwestkorridor** sieht die Verbindung von Spanien, Portugal und ggf. Marokko via Frankreich mit Deutschland vor. Durch das Pipelineprojekt „**H2Med**“ und dessen Anbindung nach Deutschland „**Hy-FEN**“ sollen die Potenziale für den Import von Wasserstoff genutzt werden. Um den Ausbau zu beschleunigen, vertieft die Bundesregierung auch den Dialog mit den Anrainerstaaten zu regulatorischen Rahmenbedingungen und setzt sich darüber hinaus für gemeinsame Projekte, z. B. im Bereich der Elektrolyseurherstellung, ein.

Der **Südkorridor** soll eine direkte und größtenteils aus umgewidmeten Erdgaspipelines bestehende Leitungsverbindung zwischen Algerien, Tunesien, Italien, Österreich und perspektivisch der Schweiz nach Deutschland herstellen. Der europäische Teil des Korridors („**SouthH2**“) hat PCI-Status erhalten. Die Umsetzung des Korridors setzt einen zeitnahen und ambitionierten Hochlauf der Wasserstoffproduktion in Tunesien und Algerien voraus. Um den Aufbau des Korridors voranzutreiben, kooperieren Deutschland, Italien und Österreich u. a. im Rahmen einer trilateralen Arbeitsgruppe miteinander und stimmen sich eng mit der Europäischen Kommission, Tunesien und Algerien ab. Die Schweiz hat darüber hinaus einen Beobachter-Status inne.

4.2.3 Etablierung von Terminalinfrastruktur und grünen Schiffskorridoren

Um den Import von Wasserstoffderivaten per Schiff zu ermöglichen, müssen Importterminals errichtet, deutsche Häfen umgebaut und für den Umschlag großer Mengen an Wasserstoffderivaten leistungsfähig werden. Insbesondere müssen verfügbare schwerlastfähige Flächen und Kaikanten in den Seehäfen ausgebaut oder ertüchtigt werden.

Aktuell geplante landseitige LNG-Terminals werden gemäß **LNG-Beschleunigungsgesetz** (LNG-G) so konzipiert, dass diese nach der LNG-Nutzung Wasserstoffderivate anlanden können. Hierdurch soll eine kosteneffiziente Transformation von der Gas- auf die künftige Wasserstoffinfrastruktur vorbereitet und die Wirtschaftlichkeit für Investitionen in die Wasserstoffinfrastruktur verbessert werden. Zusätzliche große Ammoniakimportkapazitäten entstehen dadurch voraussichtlich erst in den frühen 2040er Jahren (die maximale Laufzeit der LNG-Nutzung ist festgelegt im LNG-G). Geprüft wird neben den landbasierten Ammoniakterminals auch die Möglichkeit, mobile **schiffsbasierte Importterminals** (FSRUs) für die Regasifizierung von Ammoniak in den deutschen Seehäfen zu stationieren. Wettbewerbsfähige Kosten und der technologische Entwicklungsstand der FSRUs sind hier maßgebliche Einflussfaktoren.

Die **nationale Hafenstrategie** definiert Handlungsbedarfe für den Aus- und Umbau der Hafeninfrastruktur, um ausreichende und nachhaltige Importkapazitäten für Wasserstoffderivate zu schaffen. Für die Genehmigung von Anlagen soll u. a. der Rechtsrahmen einheitlich angepasst werden. Darüber hinaus führt die EU-Verordnung zum **Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe** (AFIR) konkrete Vorgaben für die Ertüchtigung der See- und Binnenhäfen ein (z. B. zur

Bereitstellung von Landstrominfrastruktur sowie zur Bereitstellung von Betankungspunkten für LNG). In den durch die Mitgliedstaaten zu erstellenden Nationalen Strategierahmen sollen zudem Pläne für den Ausbau der Infrastruktur für Strom, Wasserstoff und Ammoniak in den Häfen erfolgen.

Die Bundesregierung entwickelt derzeit, unter Federführung von BMDV und BMWK sowie unter Einbeziehung zahlreicher Stakeholder, einen **Nationalen Aktionsplan klimafreundliche Schifffahrt** (NAPS). Dieser umfasst neben maritimer Industriepolitik und den Themen alternative Antriebs- und Energiesysteme und Flottenmodernisierung insbesondere auch die Frage der Versorgung mit alternativen Kraftstoffen. In diesem Zusammenhang sind Wasserstoff und Wasserstoffderivate sowie ihre Verfügbarkeit in deutschen Häfen von besonderer Bedeutung. Ferner bringt der NAPS, im Einklang mit der Clydebank-Erklärung², auch die Etablierung grüner Schifffahrtkorridore voran. Grüne Schifffahrtkorridore als sogenannte Living Labs können einen wichtigen Schritt darstellen, um Branchenvorreiter in der gesamten Wertschöpfungskette zu aktivieren und damit die Dekarbonisierung der Schifffahrtindustrie zu beschleunigen und die Klimaziele zu erreichen. Der Aktionsplan soll im Frühjahr 2025 fertiggestellt und ab Mitte 2025 umgesetzt werden.

4.3 Produkthanforderungen und Zertifizierungsprozesse

Der verlässliche und nachhaltige internationale Markthochlauf für Wasserstoff und seine Derivate erfordert möglichst einheitliche, ambitionierte wie

praktikable Nachhaltigkeitsstandards sowie Transparenz über die Eigenschaften der gehandelten Wasserstoffprodukte. Dazu strebt die Bundesregierung für Wasserstoffimporte gemeinsame bzw. international anerkannte Zertifizierungen mit Mindeststandards sowie ein diversifiziertes Portfolio an Exportländern an. Der Fokus der Bundesregierung und der EU-Wasserstoffstrategie liegt darauf, einen grünen bzw. erneuerbaren Wasserstoffmarkt zu befördern und entsprechende regulatorische Weichen zu stellen. Darüber hinaus spielen technische Standards (insbes. Reinheit des Wasserstoffs und Sicherheitskriterien) eine wichtige Rolle, um die Interoperabilität von Wasserstofftechnologien, -infrastrukturen und -märkten sicherzustellen.

4.3.1 Produkthanforderungen und regulative Verankerungen

Maßgeblich für klimaschutzbezogene Produkthanforderungen in Deutschland ist der europäische Rechtsrahmen (insbesondere die RED III sowie die Gas- und Wasserstoff-Binnenmarkttrichtlinie inkl. ihrer delegierten Rechtsakte). Für erneuerbar und kohlenstoffarm hergestellten Wasserstoff gilt in der EU ein einheitlicher **THG-Grenzwert von max. 3,4 kg CO₂-äq/kg H₂**. Für die Produktion von **RFNBOs** müssen hierbei spezifische Anforderungen erfüllt werden³. Diese Anforderungen umfassen zum einen **Strombezugskriterien** (Zusätzlichkeit der Erneuerbare-Energien-Anlagen sowie deren geographische und zeitliche Kopplung an die Wasserstofferzeugung). Zum anderen werden für kohlenstoffbasierte Wasserstoffderivate Anforderungen an die genutzte Kohlenstoffquelle definiert. Der Nachweis über die erneuerbare Eigenschaft des Wasserstoffs ist u. a. Voraussetzung für

2 Auf der UN-Klimakonferenz COP26 in Glasgow haben mehr als 20 Staaten die sogenannte „Clydebank Declaration“ unterzeichnet, die das Zero-Emission-Ziel im Schiffsverkehr in den kommenden Jahren vorantreiben soll. Die Erklärung sieht die Einrichtung von grünen Schifffahrtkorridoren mit emissionsfreien Seeverkehrsrouten zwischen zwei (oder mehr) Häfen vor. Bis zur Mitte des Jahrzehnts sollen mindestens sechs dieser Null-Emissions-Korridore etabliert werden, weitere sollen bis 2030 folgen.

3 Spezifiziert sind diese in delegierten Rechtsakten zur RED (DA 2023/1184 und DA 2023/1185).

die Anrechnung auf die ordnungspolitischen Verpflichtungen im BImSchG. Die Anforderungen sind mit der 37. Bundes-Immissionsschutzverordnung (37. BImSchV) in nationales Recht umgesetzt. Die **Bilanzierungsvorschriften für kohlenstoffarm hergestellten Wasserstoff** und Derivate werden im Rahmen eines delegierten Rechtsakts zur Gas- und Wasserstoffbinnenmarkttrichtlinie aktuell von der Europäischen Kommission erarbeitet. Die beschriebenen Vorgaben müssen in nationales Recht umgesetzt werden. Sie gelten Sektor-übergreifend und **sowohl für die inländische Erzeugung als auch für Wasserstoffimporte** aus der EU oder Drittstaaten.

Zur Verbesserung und Überprüfbarkeit der Nachhaltigkeit der Produkte und Lieferketten wird auf anerkannten Standards von internationalen Banken und VN-Institutionen aufgebaut. Wesentlich ist, dass Projekte in Entwicklungs- und Schwellenländern im Einklang mit internationalen Menschenrechts-, Arbeits- und Umweltstandards und Standards zu unternehmerischen Sorgfaltspflichten stehen. Eine Weiterentwicklung der existierenden Standards soll auf die Zielsetzung hin geprüft werden, Investitions- und Planungssicherheit zu schaffen und nachhaltige, sichere Wasserstoffhandelsbeziehungen zu etablieren. Es ist zudem darauf zu achten, dass diese unbürokratisch und pragmatisch umgesetzt werden können und die angestrebten Importmengen nach Deutschland gewährleisten. Darüber hinaus hat die Bundesregierung mit dem nationalen **Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz** einen Rahmen geschaffen, um die Nachhaltigkeit der Lieferkette diverser Produkte zu verbessern. Auch mit der frühzeitigen Verankerung von umfassenden Nachhaltigkeitsstandards im internationalen Förderprogramm **H2Global** wurden wichtige Weichen für die Förderung nachhaltiger Wasserstoff-Projekte in Partnerländern gestellt.

Im ganzheitlichen Sinne der SDGs sind im Rahmen der Kooperationsangebote der Entwicklungszu-

sammenarbeit neben der erneuerbaren Eigenschaft des Wasserstoffs auch die Einhaltung anderer Produktanforderungen (insbesondere nachhaltige Wasserbereitstellung und Landnutzung, sowie soziale Standards) von besonderer Bedeutung, damit der Wasserstoffmarkthochlauf neben dem Klimaschutz auch zur nachhaltigen Entwicklung und lokalen Wertschöpfung in Partnerländern beiträgt. Insofern ist es in den Kooperationsangeboten erforderlich, die Nachhaltigkeit der Wertschöpfungs- und damit der Lieferkette für Wasserstoff und seiner Derivate insgesamt in den Blick zu nehmen. Aus deutscher Sicht ist es wichtig, zusätzliche Emissionen im signifikanten Umfang zu vermeiden. Daher gilt bei der Förderung von Projekten, dass bei der Produktion von Wasserstoff und seiner Derivate der THG-Grenzwert eingehalten wird. Darüber hinaus sollten dabei lokale Wasserstoffnutzungsoptionen berücksichtigt und auch lokale Wertschöpfung und Teilhabe ermöglicht werden, die direkte Beiträge zur nationalen Energiewende leisten. Im Hinblick auf die Bedeutung der Wasserversorgung vor Ort und die Akzeptanz von Wasserstoffprojekten darf durch die Wasserstoffproduktion keine lokale Wasserknappheit entstehen. Konkurrierende Flächennutzungsoptionen sollten zudem bei der Bereitstellung erneuerbarer Energie abgewogen werden. Für Partnerschaften außerhalb der Entwicklungszusammenarbeit bleibt es bei der in 4.3. Absatz 1 beschriebenen Verfahrensweise zu Nachhaltigkeitsstandards und Transparenz.

4.3.2 Zertifizierungsprozesse auf europäischer und nationaler Ebene

Die Produktanforderungen werden über zuverlässige, möglichst einheitliche Systeme zertifiziert, um die Anforderungen von Nachhaltigkeitskriterien in einem globalen Wasserstoffmarkt dokumentieren zu können. Zudem bieten sie deutschen Wasserstoffabnehmern Rechtssicherheit. Maßgeblich für Deutschland ist auch hier der

europäische Rechtsrahmen. Die RED III sowie die Richtlinie für den Gas- und Wasserstoffbinnenmarkt enthalten Vorgaben für Zertifizierer bzgl. der einzuhaltenden Bilanzierungsmethoden und Zertifizierungs-Governance. Diese schreiben als Voraussetzung für die Anrechenbarkeit im Rahmen von Förder- und Quoteninstrumenten ein System der Massenbilanzierung durch unabhängige Prüforganisationen vor. Zertifizierer können ihre spezifischen, freiwilligen Zertifizierungsprozesse im Rahmen sogenannter „Voluntary Schemes“ von der Kommission als kompatibel mit den EU-Regeln anerkennen lassen. Ein EU-weiter Abgleich von zertifizierten Wasserstoffmengen erfolgt im Rahmen der Unionsdatenbank. Die sektorübergreifenden Zertifizierungsvorgaben werden derzeit national umgesetzt und regulatorisch verankert. Ein elektronisches Register wird etabliert und ein Anschluss an die Unionsdatenbank sichergestellt. Verantwortlich für die Umsetzung ist das Umweltbundesamt.

4.3.3 Internationale Zertifizierung und Standards

Die europäischen Zertifizierungsvorgaben sind für eine internationale Anwendung ausgelegt. Die EU nimmt damit eine Vorreiterrolle ein und hat die Weichen für die internationale Handelbarkeit von als erneuerbar zertifiziertem Wasserstoff gestellt.

Um Marktfragmentierung und den Aufbau von Handelshemmnissen zu vermeiden, strebt die Bundesregierung im nächsten Schritt eine Interoperabilität von diversen nationalen und regionalen Zertifizierungssystemen an. Zu begrüßen ist, dass die bei der COP28 verabschiedete Absichtserklärung zur gegenseitigen Anerkennung von Zertifizierungssystemen für erneuerbaren und kohlenstoffarmen Wasserstoff breite Unterstützung gefunden hat. Die Bundesregierung bringt sich auf interna-

tionaler Ebene (z. B. in G7/G20, IPHE, IEA H2 Technology Collaboration Programme) aktiv in die für die Umsetzung notwendigen politischen sowie technischen Diskussionen ein und unterstützt die Entwicklung von internationalen ISO-Standards.

Die Bundesregierung evaluiert die Einhaltung von Nachhaltigkeitskriterien in Lieferketten ebenso wie in nationalen Förderprogrammen (z. B. H2Global, Garantieinstrumenten), u. a. im Rahmen des regelmäßigen NWS-Monitorings, und passt diese bei Bedarf an. Dazu entwickelt die Bundesregierung einen Indikatorenkatalog, den sie auch fortlaufend anpassen wird. Gewonnene Erkenntnisse – auch aus dem Austausch mit verschiedenen Stakeholdern, einschließlich in möglichen Exportländern – werden zudem in politische und technische Diskussionen auf internationaler Ebene eingebracht (z. B. EU, G7/G20, Klimaclub). Dies hat zum Ziel, frühzeitig international ambitionierte, praktikable und möglichst einheitliche Nachhaltigkeitsstandards und Zertifizierungssysteme zu etablieren.

Im gleichen Maße setzt sich die Bundesregierung in der EU (z. B. Pentlaterales Forum) sowie international (z. B. in IPHE) für die Einhaltung, (Weiter-) Entwicklung und Harmonisierung von technischen Standards für Wasserstofftechnologien, -infrastruktur und -transporte ein. Dies betrifft insbesondere die Einigung auf Wasserstoffreinheitsgrade und Sicherheitsanforderungen.

4.4 Förderung des internationalen Angebots an Wasserstoff und Wasserstoffderivaten

Leitinstrumente der Importstrategie zur Unterstützung des internationalen Wasserstoffhochlaufs sowie der Verfügbarkeit von ausreichendem und kostengünstigem Wasserstoff und dessen Deri-

vaten sind die oben beschriebenen Maßnahmen zur Beförderung der Wasserstoffabnahme, dem Aufbau der Infrastruktur sowie einheitlichen wie praktikablen Produkt- und Zertifizierungsregeln. Ergänzend kann die Angebotsseite dort gefördert werden, wo aufgrund von besonderen Risiken des Wasserstoffmarktes eine FID nicht zustande kommt. Weltweit haben bisher nur eine geringe Anzahl an Wasserstoffproduktions- und Exportvorhaben den Status einer FID erreicht. Damit Projekte bank- und wettbewerbsfähig werden, setzt die Bundesregierung den bestehenden Instrumentenkasten der Finanzierungs- und Garantieinstrumente effizient und zielgerichtet ein.

4.4.1 Finanzielle Förderinstrumente für die Produktion von Wasserstoff und Derivaten

Die Bundesregierung unterstützt das Ziel, vor allem Investitionen in die Produktion von grünem bzw. erneuerbarem Wasserstoff zu beschleunigen und bestehende Finanzierungslücken und Investitionsrisiken zu schließen. Zu diesem Zweck wurden mehrere nationale sowie europäische Förderprogramme zur Unterstützung von Wasserstoffprojekten in der EU und in Drittstaaten implementiert.

Die Bundesregierung beteiligt sich aktiv an der Weiterentwicklung der **Europäischen Wasserstoffbank (European Hydrogen Bank, EHB)** als zentralem Instrument zur Förderung der Wasserstoffproduktion in der EU. Im November 2023 startete die erste EU-weite Pilotauktion der EHB, in der über 130 Gebote eingereicht wurden, von denen Anfang Mai 2024 sieben Projekte den Zuschlag erhalten haben. Ergänzend arbeitet die EU-Kommission an der Ausgestaltung des internationalen Arms der EHB, welcher die gemeinsame Förderung und den Einkauf von Wasserstoff aus Drittstaaten ermöglichen wird. Die Bundesregierung setzt sich für eine enge Koordination mit der EU-Kommission sowie eine Kooperation mit H2Global ein.

H2Global bleibt das zentrale Instrument der Bundesregierung, um den Einkauf von Wasserstoff und dessen Derivaten aus dem außereuropäischen Ausland zu ermöglichen. Von anderen Förderprogrammen unterscheidet sich H2Global durch sein **Doppelauktionsmodell**. Produktionsseitig finden internationale Auktionen für den Einkauf von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten statt. Das günstigste Angebot erhält den Zuschlag, auf dieser Basis schließt der Produzent einen langfristigen Liefervertrag mit der von der Bundesregierung unterstützten Gesellschaft Hint.co GmbH. Auf Nachfrageseite werden die so gesicherten Wasserstoffmengen nach ihrer Lieferung in die EU in einer zweiten Auktion an den Höchstbietenden versteigert. Die Differenz zwischen Angebots- und Nachfragepreis wird durch den H2Global-Fördermechanismus ausgeglichen. H2Global ist damit ein Programm, das nicht nur regionale Differenzen zwischen Wasserstoffpreisen bzw. bestehende Finanzierungslücken von Wasserstoffprojekten ausgleicht. Es ermöglicht auch, Angebot und Nachfrage in Einklang zu bringen, vereinfacht die Preisbildung und **trägt dadurch wesentlich zum internationalen Marktaufbau bei**. Nach dem Start des ersten Ausschreibungsfensters 2022 ist ein zweites Förderfenster im Umfang von 3,5 Mrd. Euro bereits in Vorbereitung. Die Bundesregierung ist offen für die **Beteiligung weiterer Staaten an H2Global** und arbeitet dafür u. a. bereits mit den Niederlanden und Kanada zusammen. Um das europäische Ziel, ein Importvolumen von 10 Mio. Tonnen im Jahr 2030, zu erreichen, setzt sich die Bundesregierung dafür ein, weitere Partner für ein Engagement in H2Global zu gewinnen.

Im Dezember 2023 hat die Bundesregierung den 2021 bei der **Europäischen Investitionsbank (EIB)** eingerichteten **Fonds für grünen Wasserstoff (Green Hydrogen Fund)** aufgestockt. Der Fonds fördert Investitionen und Beratung entlang der gesamten Wertschöpfungskette: von der Erzeugung

grünen Wasserstoffs und von Wasserstoffderivaten über Transport oder Speicherung und Anwendung. Damit leistet er wichtige Anschubhilfe für die Wasserstoffwirtschaft weltweit. Ziel der Bundesregierung ist es, in den nächsten Jahren ein Vielfaches an zusätzlichen Mitteln z. B. durch Einbindung weiterer Geberländer, Entwicklungsbanken und privater Finanzinstitute, zu mobilisieren.

Mit der **Förderrichtlinie für internationale Wasserstoffprojekte** hat die Bundesregierung ein Angebot zur Unterstützung von internationalen Wasserstoffpilotprojekten außerhalb des Gebiets von EU und EFTA geschaffen. Ziel der Vorhaben ist, das Zusammenspiel zwischen verschiedenen Technologien am konkreten Standort zu erproben und industrielle Skalierung von bisher im Kleinmaßstab erprobten Technologien voranzubringen.

Mit dem 2022 etablierten **PtX-Entwicklungsfonds** (Volumen 270 Mio. Euro) sollen großskalige Wasserstoffprojekte in Partnerländern auf den Weg gebracht werden. Ziel ist, lokale Wertschöpfungsketten und wirtschaftspolitische Rahmenbedingungen für den Aufbau lokaler grüner Wasserstoffwirtschaften zu schaffen. Mit öffentlichem Ankerinvestment soll zusätzliches privates Kapital gehobelt werden. Ein erstes Interessensbekundungsverfahren für Projekte in Pilotländern wurde im Dezember 2023 gestartet.

Öffentliche Mittel allein werden nicht ausreichen, um die notwendigen Investitionen in den Wasserstoffsektor zu finanzieren. Neben deutschen Förderinstrumenten sind Projekte zur Erzeugung von Wasserstoff auch auf **Mittel multilateraler Entwicklungsbanken** und des Privatsektors angewiesen. Im Rahmen der Entwicklungsbanken setzt sich die Bundesregierung dafür ein, dass diese auch Wasserstoffvorhaben fördern. **Kooperationen zwischen öffentlichem und privatem Sektor** sollen

darüber hinaus Investitionen aus dem Privatsektor (z. B. Blended Finance Vehicle) hebeln.

Das Thema der Privatsektormobilisierung geht über den Bereich der Privatkapitalmobilisierung hinaus. Schwellen- und Entwicklungsländer bieten sehr gute Möglichkeiten, um Wasserstoff zu produzieren, benötigen jedoch stabile Rahmenbedingungen, um sich als Investitionsstandorte zu positionieren. Hier unterstützt die deutsche Bundesregierung den Kapazitätsaufbau deutscher und lokaler Akteure, mit dem Ziel, sich zu vernetzen und Investitionsentscheidungen qualifiziert treffen zu können.

4.4.2 Garantieinstrumente der Außenwirtschaftsförderung

Die Bundesregierung unterstützt mit bewährten Instrumenten der Außenwirtschaftsförderung deutsche Unternehmen beim Technologieexport und der Risikoabsicherung, um Projekte zur Herstellung von Wasserstoff und dessen Derivaten in Drittstaaten zu realisieren. Zum Instrumentenmix gehört u. a. die Übernahme von **Exportkreditgarantien**.

Im November 2023 hat die Bundesregierung eine **Klimastrategie für die Garantieinstrumente der Außenwirtschaftsförderung („klimapolitische Sektorleitlinien“)** vorgelegt. Diese sieht vergünstigte Deckungskonditionen für klimafreundliche Vorhaben vor, u. a. für erneuerbaren und kohlenstoffarmen Wasserstoff. Festgelegt ist nunmehr, dass Anträge auf Risikoabdeckung ab einem Mindestauftragswert von 15 Mio. Euro und Zahlungsbedingungen von zwei Jahren einer Klimaprüfung unterliegen. Anträge werden dabei in Klimakategorien (grün, weiß oder rot) eingeteilt. Die Zuordnung erfolgt auf Basis von Sektorleitlinien (SLL), u. a. SLL Energie. So erhalten deutsche Unternehmen und Banken bei Einstufung in die grüne Kategorie besondere Erleichterungen wie erhöhte

Deckungsquoten und die Erlaubnis für einen höheren Auslandsanteil am Projekt. Auch den Anwendungsbereich der Garantien für **Ungebundene Finanzkredite** (UFK) hat die Klimastrategie erweitert. Anders als bisher nur bei klassischen Rohstoffimporten steht mit dem Klima-UFK nun auch für erneuerbaren Wasserstoff ein Förderinstrument bereit, das zu einem stabilen Angebot an Wasserstoff beiträgt.

Ein weiteres etabliertes Instrument sind **Investitionsgarantien**. Sie dienen der langfristigen Absicherung von Investitionen gegen politische Risiken wie Krieg oder Enteignung in Zielländern mit riskantem Marktumfeld. Gemäß der Klimastrategie verlängert sich für klimafreundliche Projekte standardmäßig die Garantielaufzeit um fünf auf 20 Jahre. Zudem greifen erhebliche Rabatte auf jährlich fällige Entgelte. Auch der Selbstbehalt für Unternehmen sinkt.

Darüber hinaus ist die Bundesregierung bestrebt, die deutsche Außenwirtschaftsförderung in möglichst hohem Maße mit international relevanten Instrumenten zur Förderung von Wasserstoff kohärent zu halten (u. a. durch engen Austausch mit Exportkreditagenturen anderer Länder oder multilateralen und bilateralen Entwicklungsbanken).

4.5 Internationale Kooperation

Um die nötige internationale Wasserstoffproduktion aufzubauen, arbeitet die Bundesregierung mit einer Vielzahl von Partnerländern, -regionen und internationalen Akteuren zusammen. Dabei plant die Bundesregierung auch aus sicherheitspolitischen Erwägungen, die Lieferquellen möglichst breit zu diversifizieren (vgl. Nationale Sicherheitsstrategie). Neben etablierten Partnerschaften mit Exporteuren fossiler Brennstoffe sollen auch

neue Partnerschaften beim Aufbau internationaler Wertschöpfungsketten für Wasserstoff erschlossen werden. Die Lieferbeziehungen und Infrastrukturen mit Exporteuren fossiler Brennstoffe können, zusammen mit den günstigen geographischen und klimatischen Bedingungen, die Wirtschaftlichkeit von Wasserstoffprojekten verbessern und die Lieferbeziehungen und Wertschöpfungsketten künftig auf Wasserstoff und seine Derivate transformieren.

Den Produktionsländern von Wasserstoff und dessen Derivaten bietet der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft dabei Chancen für ihre wirtschaftliche Entwicklung, gerade durch den Aufbau lokaler Wertschöpfung, und schafft zugleich Anreize, die eigene Industrie und Energiesysteme zu dekarbonisieren. Dabei sollen insbesondere Schwellen- und Entwicklungsländer unterstützt werden, von diesen Chancen und dem neuen Marktaufbau zu profitieren.

4.5.1 Kooperation und Dialog mit Partnerländern in der EU/EFTA

Die europäische Wasserstoffstrategie und der REPowerEU-Plan der EU-Kommission definieren das Ziel, bis 2030 10 Millionen Tonnen Wasserstoff innerhalb der EU zu produzieren. Für die Bundesregierung stellen die EU- und EFTA-Mitgliedstaaten wichtige Wasserstoff-Handelspartner dar. Schwerpunkt der Wasserstoffkooperation in Europa sind Länder und Regionen, die über günstige Produktionsbedingungen wie hohe Wind- und Solarpotenziale verfügen. Das ist insbesondere im Nordsee-, Ostsee-, Mittelmeer- und Schwarzmeerraum der Fall. Vor diesem Hintergrund engagiert sich die Bundesregierung in einer Vielzahl bilateraler und multilateraler europäischer Dialog- und Kooperationsformate (z. B. EU Hydrogen Energy Network, Pentlaterales Forum – eine Kooperation der BeNeLux-Staaten, Frankreich, Deutschland,

Österreich und der Schweiz). Die Bundesregierung nutzt diese Dialogräume, um gemeinsam mit Partnerländern über regulatorische und marktbezogene Fragen des Wasserstoffmarkthochlaufs zu beraten. Das schließt auch einen verstärkten Austausch über handels- und geopolitische Auswirkungen ein.

4.5.2 Bilaterale Zusammenarbeit mit außereuropäischen Partnerländern

Ein Kerninstrument der bilateralen Wasserstoffzusammenarbeit der Bundesregierung stellen die **Klima- und Energie-** (KEP) sowie die **Wasserstoffpartnerschaften** dar (s. Abb. 5). Sie setzen einen politischen Rahmen für Dialog und Kooperation mit Partnerländern zur Förderung der lokalen Energiewende sowie des Aufbaus von nachhaltigen Wasserstoffproduktions- und Exportkapazitäten. Die konkreten Inhalte der Partnerschaften richten sich dabei nach den individuellen Kontexten der Partnerländer (z. B. Austausch über eigene H₂-Nutzungsmöglichkeiten und Exportpotenziale und Ambitionen der Partnerländer, Identifikation von Hemmnissen und Lösungsmöglichkeiten für den Aufbau grenzüberschreitender Importrouten, Entwicklung internationaler Standards, Austausch über gute Praxis, gemeinsame Umsetzung von Leuchtturm-Projekten). Um den internationalen Markthochlauf noch breiter zu unterstützen und Importrouten zu diversifizieren, strebt die Bundesregierung an, die bilaterale Wasserstoffzusammenarbeit zu verstetigen und zu vertiefen. Meist aus der konstruktiven und engen Zusammenarbeit im Rahmen der KEP hervorgegangen, hat die Bundesregierung mit einigen Ländern bereits explizite Abkommen zu einer intensiven Kooperation im Bereich Wasserstoff geschlossen, so z. B. mit Kanada oder Australien. Perspektivisch sollen auch die bestehenden Wasserstoff-Forschungspartnerschaften in die KEP und Wasserstoffpartnerschaften integriert werden.

Bilaterale Wasserstoff-Allianzen können insbesondere Schwellen- und Entwicklungsländer in ihrer wirtschaftlichen Entwicklung unterstützen und lokale Wertschöpfung steigern. Das kann die lokale Wirtschaft von Ländern des Globalen Südens widerstandsfähiger gegenüber Krisen machen und zukunftsfähige Arbeitsplätze schaffen. Im Rahmen von bilateralen **Klima- und Entwicklungspartnerschaften** werden grüner Wasserstoff und seine lokalen Einsatzmöglichkeiten in Schwellen- und Entwicklungsländern thematisiert. Der Fokus liegt hier, gemäß entwicklungspolitischen Leitsätzen, in der Stärkung lokaler Akteure, um zur Dekarbonisierung der lokalen Volkswirtschaft beizutragen. Ziel ist zudem, zu einer Diversifizierung außereuropäischer Lieferanten von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten beizutragen, den politischen Dialog zu stärken und über den Mehrwert deutscher Produkte zu informieren. Diese Partnerschaften sind offen für weitere bi- und multilaterale Geber.

Darüber hinaus bieten die sogenannten **Just Energy Transition Partnerships** (JETPs) Raum für bilaterale grüne Wasserstoffzusammenarbeit mit Schwellen- und Entwicklungsländern. Spezifisches Ziel der JETPs ist, eine sozial gerechte Energiewende in den Partnerländern zu unterstützen. Das bedeutet, dass bei der Zusammenarbeit zu Wasserstoffmarkthochlauf und -exporten maximale Synergien zu den Zielen der Agenda 2030 (insbesondere SDG 7 Bezahlbare und saubere Energie) angestrebt werden. Die verschiedenen Aktivitäten sind dabei auf die Bedürfnisse der lokalen Wirtschaft ausgerichtet, um eine sozial verträgliche Abkehr von fossilen Energien zu erreichen. Der Fokus liegt auf dem lokalen Wissens- und Kapazitätsaufbau durch Aus- und Weiterbildungsprogramme, lokale und internationale Vernetzung. Deutsche Unternehmen profitieren durch einen vereinfachten Zugang zu lokalen Akteuren.

Auch **Wasserstoff-Forschungspartnerschaften** spielen eine wichtige Rolle, da sie frühzeitig Wissenschaft, Wirtschaft und Politik zusammenbringen und so Keimzelle für spätere Importbeziehungen sein können. Frühzeitige Forschungspartnerschaften mit aussichtsreichen Wasserstoffexportländern stärken zudem Deutschland als Exportnation von Wasserstofftechnologien. Forschungspolitik flankiert damit auch die deutsche Industrie- und Energiepolitik. Ausbildungs- und Masterprogramme im Rahmen der Forschungspartnerschaften bilden zudem akademisches und nicht-akademisches Personal zum Aufbau einer lokalen Wasserstoffwirtschaft aus.

Zusätzlich fördert die **Internationale Klimaschutzinitiative (IKI)** verschiedene Wasserstoffprojekte in Entwicklungs- und Schwellenländern. Die IKI beinhaltet ein breites internationales Projekt-Portfolio mit einem Volumen von 50 Mio. Euro, welches den Aufbau von klimaneutralen Wertschöpfungs-

ketten fördern soll. Schwellen- und Entwicklungsländer werden durch die IKI-Projekte dabei unterstützt, frühzeitig vom internationalen Marktaufbau zu profitieren und daran teilzuhaben. Der Fokus liegt auf dem lokalen Wissens- und Kapazitätsaufbau (z. B. Grundlagen- und Vertiefungstrainings, Fachkräfteprogramme, Netzwerkförderung), auch für die lokale Energiewende und Dekarbonisierung. Wasserstoff ist darüber hinaus auch Teil der durch IKI geförderten UNIDO Partnership for Net Zero Industry.

Ein weiterer Baustein des IKI-Wasserstoffportfolios ist **H2-diplo**. Im Zuge dieses Programms wurden an mehreren Orten Wasserstoff-Diplomatie-Büros eingerichtet, insbesondere in maßgeblichen Export- oder Transitländern fossiler Brennstoffe. Sie intensivieren den politischen Dialog und bieten Beratung dazu, wie grüner Wasserstoff für die Dekarbonisierung und die Diversifizierung der jeweiligen Volkswirtschaften genutzt sowie für den

Abb. 5: Bilaterale Wasserstoff-Kooperationen der Bundesregierung in Nicht EU-Ländern



internationalen Handel verfügbar gemacht werden kann.

Hinzu kommt die Unterstützung deutscher und europäischer Unternehmen im Bereich grünen Wasserstoffs durch die Unternehmensallianz Grüner Wasserstoff des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ). Ziel ist, diese Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette in Vorhaben des BMZ zur Unterstützung des Markthochlaufs in Partnerländern einzubinden. Das Netzwerk umfasst derzeit ca. 150 deutsche und EU-Akteure aus Wirtschaft und Wissenschaft.

Die internationale Zusammenarbeit auf Bundesebene wird abgerundet durch Kooperation auf sub-nationaler Ebene, unter enger Einbindung von Ländern und Kommunen. Ein Beispiel solcher Kooperationen sind Hafenallianzen, welche das Ziel verfolgen, Import- und Exporthäfen miteinander zu vernetzen.

4.5.3 Kooperation in multilateralen Foren

Zusätzlich zu den bilateralen Kooperationsformaten unterstützt die Bundesregierung den Hochlauf regelbasierter internationaler Märkte für Wasserstoff und seine Derivate durch ihr Engagement in multilateralen Foren (z. B. Clean Energy Ministerial (CEM), Mission Innovation (MI), IPHE, International Hydrogen Trade Forum (IHTF), Klimaclub, G7 und G20).

Auf internationaler Bühne (z. B. G7/G20, Weltklimakonferenzen) setzt sich die Bundesregierung insbesondere für die Weiterentwicklung und gegenseitige Anerkennung von Standards und Zertifizierungssystemen ein. Das Engagement zu Standards schließt dabei sowohl technische als auch Nachhaltigkeitsstandards ein. Darüber hinaus werden die multilateralen Gremien zum Austausch über gute Praxis, Chancengleichheit, Hemmnisse und Lösungsmöglichkeiten beim internationalen Markthochlauf und Aufbau internationaler Importkorridore, Handelsregeln und -barrieren genutzt.

Internationale Organisationen wie IEA, IRENA, UNIDO und ISO stellen ebenso wichtige Wissensprodukte und Plattformen für den Wasserstoffhochlauf zur Verfügung und sind daher wichtige Partner der Bundesregierung im Bereich der internationalen Zusammenarbeit.

4.6 Flankierung des Markthochlaufs von Wasserstoff durch Forschung und Entwicklung

Beim Hochlauf des internationalen Wasserstoffmarkts gilt es noch eine Vielzahl an Herausforderungen zu überwinden, offene Fragen zu klären sowie neue Lösungen zu entwickeln. So müssen z. B. Technologiereifegrade der nötigen Technologien weiter erhöht, Kosten gesenkt und neue Lösungen zur Minimierung von Sicherheitsrisiken

oder Wasserstoffleckagen entlang der Importrouten entwickelt werden. Entsprechend flankiert die Bundesregierung den Markthochlauf mit zielgerichteten Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen im Rahmen ihrer Wasserstoffforschungsförderung. Dabei kommen insbesondere folgende Forschungsinstrumente zum Einsatz:

- Machbarkeitsstudien analysieren bestehende regulatorische, technische und ökonomische Hemmnisse entlang der gesamten Wertschöpfungskette;
- Anwendungsorientierte Forschungsprojekte passen bestehende oder sich in Entwicklung befindende Technologien an lokal divergierende Voraussetzungen an, z. B. Forschungsprojekte zu Hitze- und Sand-resistenten Verfahren oder spezialisierten Transportmethoden;

- Grundlagenforschungsprojekte bringen Technologien voran, die erst mittel- oder langfristig zum Einsatz kommen könnten – aber einen enormen Mehrwert bei internationalen Lieferketten bieten, z. B. Technologien der Meerwasser-elektrolyse;
- Demonstrationsprojekte testen bilaterale Lieferketten im vorindustriellen Maßstab.

Die diversen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der Bundesregierung sind in der NWS 2023 konkretisiert. Darüber hinaus plant die Bundesregierung eine ressortübergreifende **Technologie- und Innovationsroadmap Wasserstoff** im Kontext der NWS 2023.

