FES diskurs

Rainer Quitzow, Clara Mewes, Sonja Thielges,
Marina Tsoumpa, Yana Zabanova

Partnerschaften für eine internationale Wasserstoff-wirtschaft

Ansatzpunkte für die europäische Politik

RIFS POTSDAM

FRIEDRICH EBERT STIFTUNG

FES diskurs
Februar 2023

Die Friedrich-Ebert-Stiftung
Die Friedrich-Ebert-Stiftung (FES) wurde 1925 gegründet und ist die traditionsreichste politische Stiftung Deutschlands. Dem Vermächtnis ihres Namensgebers ist sie bis heute verpflichtet und setzt sich für die Grundwerte der Sozialen Demokratie ein: Freiheit, Gerechtigkeit und Solidarität. Ideell ist sie der Sozialdemokratie und den freien Gewerkschaften verbunden.

Die FES fördert die Soziale Demokratie vor allem durch:
– politische Bildungsarbeit zur Stärkung der Zivilgesellschaft;
– Politikberatung;
– internationale Zusammenarbeit mit Auslandsbüros in über 100 Ländern;
– Begabtenförderung;
– das kollektive Gedächtnis der Sozialen Demokratie mit u. a. Archiv und Bibliothek.

Die Abteilung Analyse, Planung und Beratung der Friedrich-Ebert-Stiftung
Die Abteilung Analyse, Planung und Beratung der Friedrich-Ebert-Stiftung versteht sich als Zukunftsradar und Ideenschmiede der Sozialen Demokratie. Sie verknüpft Analyse und Diskussion. Die Abteilung bringt Expertise aus Wissenschaft, Zivilgesellschaft, Wirtschaft, Verwaltung und Politik zusammen. Ihr Ziel ist es, politische und gewerkschaftliche Entscheidungsträger_innen zu aktuellen und zukünftigen Herausforderungen zu beraten und progressive Impulse in die gesellschaftspolitische Debatte einzubringen.

FES diskurs
FES diskurse sind umfangreiche Analysen zu gesellschaftspolitischen Fragestellungen. Auf Grundlage von empirischen Erkenntnissen sprechen sie wissenschaftlich fundierte Handlungsempfehlungen für die Politik aus.

Über die Autor_innen
Dr. Rainer Quitzow leitet die Forschungsgruppe „Geopolitik der Energie- und Industrietransformation" und koordiniert den Forschungsbereich „Energiewende und gesellschaftlicher Wandel" am Forschungsinstitut für Nachhaltigkeit – Helmholtz-Zentrum Potsdam (RIFS Potsdam).
Clara Mewes arbeitet als wissenschaftliche Referentin bei der Initiative Klimaneutrales Deutschland (IKND), wo sie sich mit dem Weg Deutschlands und der EU zur Klimaneutralität und der Kommunikation darüber beschäftigt.
Dr. Sonja Thielges leitet die Forschungsgruppe „Industrielle Dekarbonisierungsstrategien" am Forschungsinstitut für Nachhaltigkeit – Helmholtz-Zentrum Potsdam (RIFS Potsdam). Ihre Forschungsschwerpunkte sind die politischen Richtlinien, Governance und gesellschaftliche Akzeptanz der industriellen Dekarbonisierung, die globale Energiewende sowie die internationale Klimapolitik.
Marina Tsoumpa ist Beraterin bei der Fichtner GmbH & Co. KG, wo sie sich auf Vorschriften, Normen und Standards für grünen Wasserstoff konzentriert.
Yana Zabanova ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Forschungsinstitut für Nachhaltigkeit – Helmholtz-Zentrum Potsdam (RIFS Potsdam). Dort beschäftigt sie sich im Rahmen des vom Auswärtigen Amt geförderten Projekts GET Hydrogen mit den geopolitischen und geoökonomischen Aspekten einer internationalen Wasserstoffwirtschaft.

Für diese Publikation ist in der FES verantwortlich
Max Ostermayer ist Referent für Klima-, Umwelt- und Energiepolitik in der Abteilung Analyse, Planung und Beratung der Friedrich-Ebert-Stiftung.

Die Beiträge des Research Institute for Sustainability – Helmholtz Centre Potsdam (RIFS Potsdam) wurden im Rahmen des Projektes „Geopolitik der Energietransformation: Implikationen einer internationalen Wasserstoffwirtschaft" (GET Hydrogen) mit Mitteln des Auswärtigen Amtes gefördert.

Auswärtiges Amt

**Rainer Quitzow, Clara Mewes, Sonja Thielges,
Marina Tsoumpa, Yana Zabanova**

Partnerschaften für eine internationale Wasserstoffwirtschaft

Ansatzpunkte für die europäische Politik

3 **DANK**

5 **ZUSAMMENFASSUNG**

8 **1 EINLEITUNG**

9 **2 INTERNATIONALE KOOPERATION IN DER ENTSTEHENDEN WASSERSTOFFWIRTSCHAFT: SCHLÜSSELBEREICHE FÜR DIE POLITIKGESTALTUNG**

12 **3 KERNAUSSAGEN FÜR DEN AUFBAU INTERNATIONALER WASSERSTOFFPARTNERSCHAFTEN**

24 Abkürzungsverzeichnis
24 Abbildungsverzeichnis
26 Literaturverzeichnis

DANK

Dieses Grundsatzpapier wurde anhand einer Fachgesprächsreihe zur internationalen Zusammenarbeit in der entstehenden Wasserstoffwirtschaft entwickelt, gemeinsam organisiert von der Friedrich-Ebert-Stiftung und dem Forschungsinstitut für Nachhaltigkeit – Helmholtz-Zentrum Potsdam (RIFS Potsdam). Die Autor_innen danken Max Ostermayer (FES) für die Koordinierung der Gesprächsreihe im Auftrag der FES und des RIFS Potsdam wie auch für seine Anmerkungen zu sukzessiven Fassungen der Publikation. Weiter wurde die Gesprächsreihe durch Jens Geier (MdEP, SPD), Andreas Rimkus (MdB, SPD) und Bernd Westphal (MdB, SPD) unterstützt, die ebenfalls Anmerkungen zu einer früheren Fassung machten. Besonderer Dank gilt ihnen und ihren Mitarbeiter_innen, darunter Verena Hof, Jonas Knorr und Dennis Weber. Auch danken die Autor_innen Werner Diwald (Deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband), Ulrike Hinz (WWF), Holger Klitzing (Auswärtiges Amt), Patrizia Kraft (DGB), Till Strunge (RIFS Potsdam) und Neelke Wagner (Klima-Allianz Deutschland) für Anmerkungen zu einer früheren Fassung.

ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Grundsatzpapier werden die zentralen Fragen und Herausforderungen diskutiert, die sich im Aufbau von Kooperationen zwischen der EU und potenziellen internationalen Partnern in der entstehenden Wasserstoffwirtschaft stellen. Auf dieser Basis werden Ansatzpunkte für politisches Handeln auf diesem Gebiet benannt. Insbesondere werden sechs politische Bereiche umrissen (siehe Abbildung 1), die europäische Entscheidungsträger_innen beim Aufbau internationaler Partnerschaften in der entstehenden Wasserstoffwirtschaft besonders beachten sollten: Klimaschutz, die Entwicklung grüner Industrien in Europa, Just Transitions (gerechte Übergänge) in Partnerländern, Geopolitik, Versorgungssicherheit und wirtschaftliche Machbarkeit. Ausgehend von diesen sechs Bereichen werden die folgenden neun Kernaussagen getroffen, wie sich eine internationale Wasserstoffwirtschaft als Bestandteil umfassenderer EU-Bemühungen zur Dekarbonisierung entwickeln lässt.

KERNAUSSAGE 1
GRÜNE WASSERSTOFFKAPAZITÄTEN SOLLTEN BEVORZUGT IN DER EU UND IN IHRER UNMITTELBAREN UMGEBUNG ENTWICKELT WERDEN

Die Entwicklung von Kapazitäten zur Wasserstoffproduktion in der EU und in ihrer unmittelbaren Umgebung weist klare Vorteile auf, die nicht unterschätzt werden sollten. Zum einen hat die Wasserstoffversorgung innerhalb der EU und in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft wesentliche Vorteile mit Blick auf die Versorgungssicherheit. Für EU-Mitglieder liegen diese Vorteile auf der Hand, aber auch die Staaten in der unmittelbaren Umgebung werden mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit auf außereuropäischen Märkten nach Abnehmern suchen. Dies sollte allerdings keine Abhängigkeiten von einzelnen Lieferanten oder Transportstrecken erzeugen. Regionale Lieferanten sollten aber einen robusten Kern bilden, der sich durch weiter entfernt liegende Lieferanten ergänzen ließe.

KERNAUSSAGE 2
DIE EU BENÖTIGT SOWOHL EINE WASSERSTOFFPIPELINE-INFRASTRUKTUR, EINSCHLIESSLICH VERBINDUNGEN ZWISCHEN SPANIEN UND FRANKREICH, FÜR DEN HANDEL ZWISCHEN DEN MITGLIEDSTAATEN UND MIT DER EUROPÄISCHEN NACHBARSCHAFT WIE AUCH EINE HAFEN-INFRASTRUKTUR ZUR DIVERSIFIZIERUNG VON IMPORTEN

Eine europäische Infrastruktur von Wasserstoffpipelines ist zunächst wichtig, damit die Mitgliedstaaten mit großem Potenzial für die Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien Nachfragezentren in anderen Teilen der EU beliefern können (IRENA 2022a). Eine solche Infrastruktur ist außerdem wichtig, um Wasserstofflieferungen aus der nördlichen, südlichen und östlichen Nachbarschaft der EU zu ermöglichen. Um die Diversifizierung zu fördern, müssen große europäische Häfen zudem so ausgestattet werden, dass dort Wasserstoff und wasserstoffbasierte synthetische Kraftstoffe umgeschlagen werden können.

KERNAUSSAGE 3
REGIONALER WASSERSTOFFHANDEL SOLLTE NICHT AUF KOSTEN DES AUSBAUS DES STROMHANDELS MIT STAATEN IN DER EUROPÄISCHEN NACHBARSCHAFT VORANGEBRACHT WERDEN, SONDERN DIESEN ERGÄNZEN

In der gegenwärtigen Diskussion zur Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft und den damit verbundenen politischen Prozessen tritt die Debatte rund um eine stärkere Integration der Strommärkte innerhalb der EU und mit den umliegenden Staaten in den Hintergrund. Wenngleich die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU in den vergangenen Jahren stetig zugenommen hat, trifft dies auf die Verbindungsleitungen (Interkonnektoren) zwischen den Ländern nicht zu (Pepermans 2018). Zunehmende Verbindungsleitungen innerhalb der EU sowie mit den Nachbarstaaten bilden die Grundlage für mehr grenzüberschreitenden Stromhandel und können dazu beitragen, die volatile Stromproduktion aus erneuerbaren Energiequellen auszugleichen. Stromnetze haben zudem eine oftmals vernachlässigte geopolitische Dimension. Sie können als Integrationsräume dienen und bieten Möglichkeiten der Einflussnahme auf Partner in der europäischen Nachbarschaft (Westphal et al. 2022).

KERNAUSSAGE 4
INTERNATIONALE KOOPERATIONEN ZUR FÖRDERUNG DES WASSERSTOFFHANDELS MÜSSEN TEIL GANZHEITLICHER NACHHALTIGER ENTWICKLUNGSPARTNERSCHAFTEN SEIN, DIE DIE SOZIOÖKONOMISCHE ENTWICKLUNG UND DIE DEKARBONISIERUNG DER WIRTSCHAFT IN DEN PARTNERLÄNDERN UNTERSTÜTZEN

Kooperationen zur Stärkung des Wasserstoffhandels zwischen potenziellen Herstellerländern und der EU können nur erfolgreich sein, wenn sie Teil umfassend angelegter Partnerschaften zum Aufbau grüner Industrien sind – darauf ausgerichtet, die Dekarbonisierung und sozioökonomische Entwicklung in der EU wie auch in den Partnerländern zu unterstützen. So sind einige der wichtigsten Anstrengungen zur Förderung von Investitionen in regenerative Wasserstoffprojekte mit Strategien verbunden, um zusätzliche Wertschöpfung vor Ort zu schaffen. Diese industriellen Entwicklungsziele gilt es beim Aufbau künftiger Wirtschaftsbeziehungen zu berücksichtigen.

KERNAUSSAGE 5
NACHHALTIGKEITSZERTIFIZIERUNGEN SIND VORAUSSETZUNG FÜR DEN HOCHLAUF DER GRÜNEN WASSERSTOFFPRODUKTION UND SOLLTEN DURCH ZUNEHMEND ANSPRUCHSVOLLE KRITERIEN DEN AUFBAU NACHHALTIGER PRODUKTIONSWEISEN FÖRDERN

Mithilfe zuverlässiger Zertifizierungsregelungen muss sichergestellt werden, dass die Wasserstoffproduktion in Partnerländern einen positiven Beitrag zum Klimaschutz und einer nachhaltigen Entwicklung vor Ort leistet. Es ist zu erwarten, dass eine derartige Zertifizierung auch die Voraussetzung dafür ist, dass politische Maßnahmen zur Förderung wasserstoffbasierter Dekarbonisierungspläne von der Öffentlichkeit dauerhaft akzeptiert werden (ILF/LBST 2021). Das Beispiel des internationalen Handels mit Biokraftstoff – insbesondere der Import palmölbasierter Biokraftstoffe – hat gezeigt, wie ein Mangel an glaubwürdigen Nachhaltigkeitsstandards die gesellschaftliche Akzeptanz mit der Zeit untergraben und so die politische Unterstützung schwächen kann (Oosterveer 2020). Allerdings gibt es auch Bedenken, dass strikte Nachhaltigkeitsstandards den erforderlichen Hochlauf der grünen Wasserstoffproduktion verlangsamen könnten. Dieses Dilemma kann nicht restlos aufgelöst werden. Ein gradueller Ansatz bei der Einführung von Zertifizierungsstandards könnte jedoch die nötigen Investitionssignale für einen Hochlauf der Infrastrukturen setzen und gleichzeitig sicherstellen, dass sich mit der Zeit nachhaltige Produktionsweisen durchsetzen (Climate Bonds 2022).

KERNAUSSAGE 6
DIE EU MUSS GEMEINSAME GRUNDSÄTZE FÜR IHRE WASSERSTOFF-AUSSENPOLITIK ENTWICKELN

Ohne gemeinsame Prinzipien in der EU-Wasserstoff-Außenpolitik besteht das Risiko, dass verschiedene Mitgliedstaaten widersprüchliche Signale an die jeweiligen Partnerländer senden. Dadurch wird die Attraktivität des EU-Marktes geschwächt – und somit die Fähigkeit der EU, globale Standards für den Wasserstoffhandel zu beeinflussen. Obgleich die Kompromissfindung innerhalb der EU bekanntermaßen eine Herausforderung darstellt, sollte hierin ein wichtiges Ziel der Wasserstoffpolitik auf EU-Ebene liegen. Solange es keine derartige Abstimmung gibt, wäre die zweitbeste Option ein gemeinsamer Ansatz einer Gruppe gleichgesinnter Mitgliedstaaten.

KERNAUSSAGE 7
DIE EU SOLLTE VERSUCHEN, IHRE FÖRDERUNG DER GLOBALEN WASSERSTOFFWIRTSCHAFT MIT DEN USA UND ANDEREN G7-LÄNDERN ABZUSTIMMEN

Obwohl die EU ihre starke wirtschaftliche Macht für die Förderung internationaler Normierungen und Standards einsetzen kann, würde ein gemeinsamer Ansatz der G7-Volkswirtschaften die Bedeutung der entsprechenden Normen für die Wasserstoffwirtschaft deutlich erhöhen. In diesem Sinne sind die verschiedenen G7-Initiativen – etwa die G7-Initiative zur industriellen Dekarbonisierung, der G7-Wasserstoff-Aktionspakt und die Klimaclub-Initiative – wichtige erste Schritte, die vonseiten der EU und den europäischen G7-Staaten nachdrücklich unterstützt werden sollten (G7 Germany 2022). Dazu gehören natürlich auch Kompromisse mit den Partnerstaaten innerhalb der G7. Eine Einigung im Rahmen der G7 zu erzielen ist jedoch im Interesse der EU, um weiterhin Entwicklungen in der globalen Wasserstoffwirtschaft beeinflussen zu können.

KERNAUSSAGE 8
BEIM AUFBAU IHRER WASSERSTOFFPARTNERSCHAFTEN MÜSSEN EUROPA UND DEUTSCHLAND DIE HERAUSFORDERUNGEN RUND UM BLAUEN WASSERSTOFF UND DAMIT AUCH CCS ANGEHEN

Entstehende Wasserstoffpartnerschaften, wie etwa jene Deutschlands mit den Vereinigten Arabischen Emiraten und Norwegen, erkennen an, dass blauer Wasserstoff zumindest in der Anfangsphase einen entscheidenden Anteil an den geplanten Wasserstoffimporten aus diesen Ländern haben wird (BMWK 2022a; BMWK 2022b). Vor diesem Hintergrund müssen Deutschland und die EU die genauen Rahmenbedingungen benennen, innerhalb derer blauer Wasserstoff und somit Technologien zur CO_2-Abscheidung und -Speicherung (Carbon Capture and Storage – CCS) einen Bestandteil ihres Weges hin zur Klimaneutralität bilden sollen. Zusätzlich bedarf der Import von blauem Was-

serstoff der engen Zusammenarbeit mit Partnerländern, um die Abscheidung und groß angelegte, sichere geologische Speicherung von CO_2 ebenso zu gewährleisten wie auch höchstmögliche Standards bei Gewinnung und Transport von Erdgas, um Methanemissionen zu vermeiden (Tovar/Azadegan 2022; Filiou et al. 2003; Floristean/Brahy 2019). Dies sollte Voraussetzung für jeglichen Import blauen Wasserstoffs sein.

KERNAUSSAGE 9

DIE VERWENDUNG WASSERSTOFFBASIERTER SYNTHETISCHER KRAFTSTOFFE ERFORDERT INTERNATIONALE KOOPERATION, DAMIT CO_2-ABSCHEIDETECHNOLOGIEN UND -TRANSPORTINFRASTRUKTUR NACHHALTIG EINGESETZT WERDEN

Sollen verstärkte Wasserstoffimporte in schwer elektrifizierbaren Teilen des Transportsektors (wie der Luftfahrt) ihr Klimaschutzpotenzial entfalten, muss eine Infrastruktur für synthetische Kraftstoffe errichtet werden. Synthetische Kraftstoffe werden in einem energieintensiven Verfahren aus Wasserstoff und CO_2 gewonnen (Ferrari et al. 2014). Entstehende Wasserstoffpartnerschaften, die auf synthetische Kraftstoffe abzielen, müssen also auch den Aufbau einer Infrastruktur für CO_2-Abscheidung und -Transport unterstützen (Billig et al. 2019). Dies sollte auf einer informierten öffentlichen Debatte und der Schaffung entsprechender Normen und Vorschriften basieren, um sicherzustellen, dass diese CO_2-bezogenen Technologien und ihr Einsatz in Partnerländern mit Klimaneutralitätszielen vereinbar sind (Chauvy/De Weireld 2020).

1 EINLEITUNG

Eine wachsende Anzahl nationaler Regierungen, regionaler Behörden, Städte, Firmen und privater Unternehmen formuliert Klimaneutralitätsziele und will demgemäß bis zum Jahr 2050 Klimaneutralität erreichen. Wasserstoffbezogenen Technologien kommt hierbei eine Schlüsselrolle zu, insbesondere bei der Dekarbonisierung schwer elektrifizierbarer industrieller Verfahren wie der Stahlproduktion oder im Ferntransport einschließlich Luft- und Schifffahrt. Zudem kann Wasserstoff als potenzielles Speichermedium für Regenerativstrom genutzt werden, um künftige, von fluktuierenden erneuerbaren Energien bestimmte Elektrizitätssysteme zu stabilisieren (IEA 2019). Diese Anwendungsbereiche sind nicht nur entscheidend im Erreichen von Klimaneutralität, sie bieten auch Perspektiven für neue industrielle Wertschöpfung und damit einhergehende Beschäftigungsmöglichkeiten.

Jedoch muss der Einsatz von Wasserstofftechnologien mit einem zügigen Ausbau der erneuerbaren Energien einhergehen. Prognosen zufolge wird der Wasserstoffbedarf in der EU und in Deutschland die heimischen Produktionskapazitäten übersteigen. So wird in Deutschland für das Jahr 2050 ein Konsum von geschätzten 400 bis 800 Terawattstunden (TWh) Wasserstoff und Syntheseprodukten erwartet (Wietschel et al. 2021). Das entspricht der zwei- bis vierfachen Menge der derzeit in Deutschland erzeugten erneuerbaren Energie, die 2021 bei 234 TWh stand (BMWK 2022c). Folglich wird erwartet, dass ab 2040 Importe aus EU- wie Nicht-EU-Staaten die Hauptquelle für Wasserstofflieferungen sein werden, um den entsprechenden Bedarf in Deutschland zu decken (BMWK 2020; Wietschel et al. 2021). Gleichzeitig sieht der REPower-Plan der EU vor, bis zum Jahr 2030 in der EU jährlich 10 Millionen Tonnen Wasserstoff zu erzeugen sowie dieselbe Menge zu importieren (EC 2022c).

Um diese Ziele zu erreichen, sehen sowohl die europäische als auch die deutsche Wasserstoffstrategie Technologie- und Energiepartnerschaften mit Regionen vor, die günstige Bedingungen für die regenerative Wasserstoffproduktion bieten (BMWK 2020; EC 2020). Der Aufbau solcher strategischer Partnerschaften bringt jedoch erhebliche Herausforderungen mit sich, die auch weit über den Wasserstoffsektor hinaus Auswirkungen haben. Die Entwicklung einer internationalen Wasserstoffwirtschaft wird die globale Energielandschaft neu gestalten und sich auf Wirtschaftsbeziehungen und die damit verbundenen geopolitischen Einflusssphären auswirken (IRENA 2022b). Zusätzlich vollziehen sich diese Entwicklungen vor dem Hintergrund wesentlicher geopolitischer Neuausrichtungen bedingt durch den wachsenden geoökonomischen Wettbewerb mit China und die russische Invasion in der Ukraine – in deren Folge die EU sogar eine deutliche Steigerung ihrer Wasserstoffziele als Teil ihrer Strategie, um die eigene Abhängigkeit von russischem Erdgas zu reduzieren (EC 2022c), verkündet hat. Dies wirft wiederum Fragen auf, welche neuen Abhängigkeiten und Vulnerabilitäten sich innerhalb der entstehenden Wasserstoffwirtschaft entwickeln könnten.

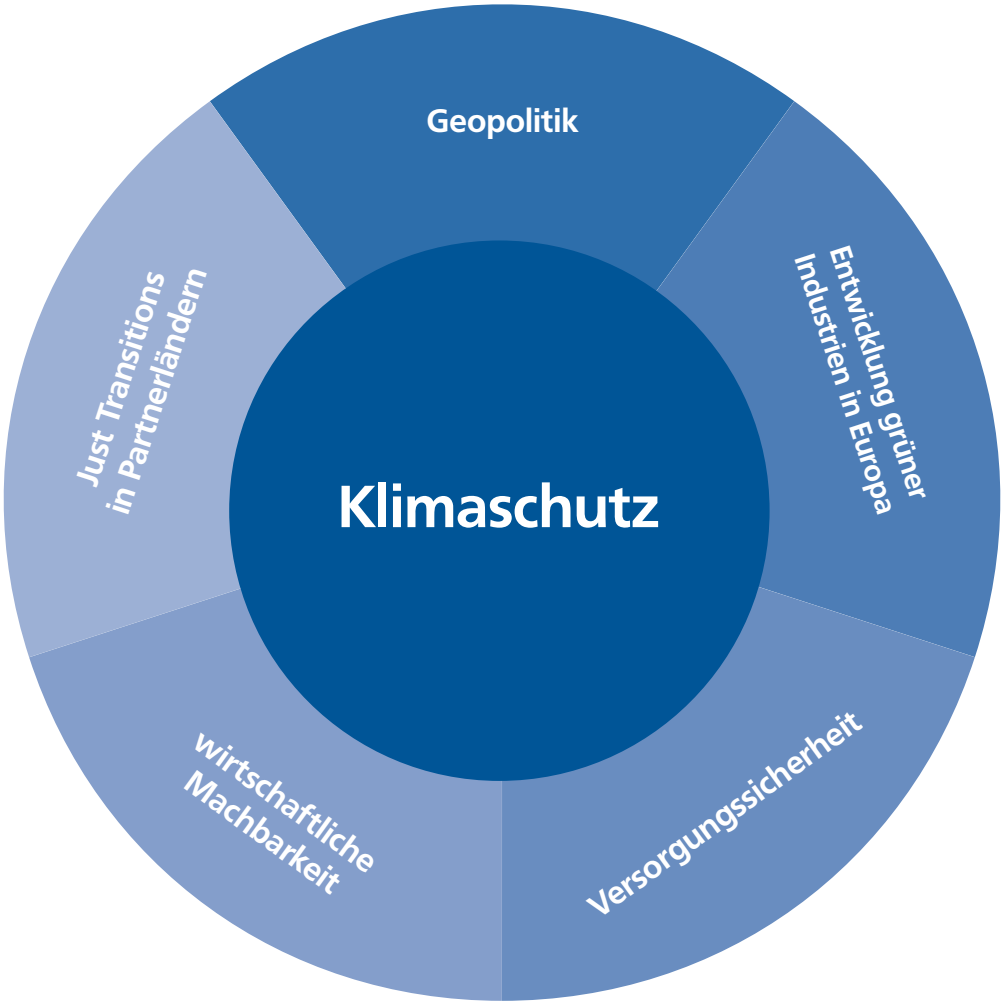
Vor diesem Hintergrund werden in diesem Papier die wichtigsten Fragen und Herausforderungen diskutiert, die sich bei der Förderung internationaler Kooperation zwischen der EU und potenziellen Partnerländern im Rahmen der entstehenden Wasserstoffwirtschaft stellen. Auf dieser Grundlage werden Ansatzpunkte für politisches Handeln in diesem Bereich benannt. Das Papier schlägt ein Rahmenwerk sechs politischer Bereiche vor, die europäische Entscheidungsträger_innen beim Aufbau und in der Förderung internationaler Partnerschaften beachten sollten. Mit diesen sechs Bereichen als Ausgangspunkt werden neun politische Kernaussagen getroffen, um eine internationale Wasserstoffwirtschaft als Bestandteil der umfassenderen Dekarbonisierungsbemühungen in der EU aufzubauen.

2
INTERNATIONALE KOOPERATION IN DER ENTSTEHENDEN WASSERSTOFF-WIRTSCHAFT: SCHLÜSSELBEREICHE FÜR DIE POLITIKGESTALTUNG

In diesem Abschnitt werden die sechs grundlegenden politischen Dimensionen umrissen (siehe Abbildung 2), auf die europäische Entscheidungsträger_innen in der Entwicklung internationaler Partnerschaften in der entstehenden Wasserstoffwirtschaft besonderes Augenmerk legen sollten: Klimaschutz, die Entwicklung grüner Industrien in Europa, gerechte Übergänge in Partnerländern, Geopolitik, Versorgungssicherheit und wirtschaftliche Machbarkeit. In Abhängigkeit vom jeweiligen Kontext können sich diese sechs Dimensionen und die damit verbundenen politischen Ziele sowohl gegenseitig verstärken als auch im Konflikt zueinanderstehen. Teil der Entwicklung internationaler Kooperationen ist somit auch die herausfordernde Aufgabe, die potenziellen Zielkonflikte der sechs Bereiche gegeneinander abzuwägen. Im Folgenden wird jeder der sechs Bereiche und seine jeweilige Relevanz für die internationale Kooperation im Wasserstoffsektor umrissen.

ABBILDUNG 1

Politische Schlüsselbereiche im Aufbau internationaler Partnerschaften in der entstehenden Wasserstoffwirtschaft



Quelle: eigene Darstellung.

KLIMASCHUTZ

Der Klimaschutz ist die ausschlaggebende Motivation und der wesentliche Treiber für die Entwicklung einer Wasserstoffwirtschaft. Er steht somit bewusst im Zentrum von Abbildung 1. Das wesentliche Ziel der internationalen Kooperation im Wasserstoffsektor sollte darin liegen, die globalen Treibhausgasemissionen zu senken. Diesbezügliche Investitionen in die Herstellung und in den Handel von Wasserstoff sollten also einen greifbaren Beitrag zur Umsetzung des Pariser Klimaschutzabkommens leisten. Dabei ist zunächst wichtig anzuerkennen, dass im Unterschied zur Umwandlung erneuerbarer Energieträger in regenerativen Wasserstoff und dessen anschließender Nutzung zur Dekarbonisierung von Endverbrauchssektoren im Transportwesen, beim Heizen oder auch in der Industrie die direkte Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energien Treibhausgasemissionen erheblich stärker senkt (Ueckerdt et al. 2021). Kurzfristig betrachtet und in Abwesenheit eines vollständig dekarbonisierten Stromsektors stellt die direkte Nutzung erneuerbarer Energien also die effektivere Klimaschutzoption dar.

Nichtsdestotrotz bestehen heute gute Gründe, um in die Produktion von grünem Wasserstoff zu investieren, unbeachtet der Tatsache, dass in den meisten Ländern die Stromversorgung noch immer stark auf die Stromerzeugung auf Grundlage fossiler Energieträger angewiesen ist. In einer Reihe von Endverbrauchssektoren kann Strom aus erneuerbaren Energien nicht direkt zur Dekarbonisierung eingesetzt werden. Insbesondere in einer Anzahl energieintensiver Industrien ist Wasserstoff somit wesentlich, um langfristig Klimaneutralität zu erzielen (Committee on Climate Change 2018). Das wiederum erfordert einen langfristigen Prozess der Innovation und industriellen Entwicklung, damit grüner Wasserstoff in der erforderlichen Größenordnung und zu den dementsprechenden Kosten hergestellt werden kann und um die notwendige Markt- und Transportinfrastruktur für seinen internationalen Handel aufzubauen (IAP UNIDO 2022).

Zudem können Regionen mit einem hohen Anteil an erneuerbaren Energien zu Zeiten hoher Ressourcenverfügbarkeit einen Stromüberschuss erzeugen, auch wenn der Gesamtanteil der erneuerbaren Energien global noch weit hinter den Erfordernissen zurückbleibt. Insbesondere in Kontexten, in denen eine ausreichende Netzinfrastruktur noch nicht vorhanden ist, könnte diese zusätzliche Kapazität für die Wasserstoffproduktion eingesetzt werden, ohne die Dekarbonisierung des Stromsektors zu berühren (Kalpin et al. 2021). In manchen Fällen könnte die Wasserstoffproduktion sogar als potenzielles Speichermedium dienen, um die volatile Stromproduktion aus erneuerbaren Energiequellen auszugleichen (IRENA 2019). Eine durch ausländische Investitionen unterstützte regenerative Wasserstoffproduktion könnte darüber hinaus in Ländern oder Regionen, in denen sich die Entwicklung erneuerbarer Energien erst im Anfangsstadium befindet, deren Einsatz sogar zusätzlich vorantreiben (ESMAP 2020). So ließen sich anfängliche Investitionen beschleunigen und der Aufbau von Kapazitäten und die institutionelle Entwicklung unterstützen, mit positiven Ausstrahlungseffekten auf die ganze Branche. Zusammenfassend ist festzuhalten: Der Leitgedanke bei Investitionen in die grüne Wasserstoffproduktion ist der Klimaschutz. Also sollten Investitionen in den Bereich der erneuerbaren Energien zu diesem Zweck Klimaschutzbemühungen nicht unterlaufen. Ob dies der Fall ist, hängt von örtlichen Infrastrukturbedingungen ab wie auch von der weiteren Entwicklung des Sektors und seinem institutionellen Umfeld. Bei internationalen Bemühungen, um Förderprogramme in der entstehenden Wasserstoffwirtschaft zu gestalten und umzusetzen, müssen diese unterschiedlichen Aspekte unbedingt berücksichtigt werden.

ENTWICKLUNG GRÜNER INDUSTRIEN IN EUROPA

Eine weitere entscheidende Dimension im Aufbau globaler Wasserstoffpartnerschaften bilden Europas politische Ziele hinsichtlich grüner Industrien. Zu ihnen gehört der Ehrgeiz, eine wettbewerbsfähige Elektrolyseur-Industrie aufzubauen ebenso wie die Gewährleistung europäischer Wertschöpfung in künftig klimaneutralen Industriezweigen. Der Aufbau einer Elektrolyseur-Industrie umfasst die Förderung europäischer Technologielieferanten sowohl im Inland als auch in jenen Ländern und Regionen mit hohem Potenzial für Investitionen in grünen Wasserstoff. Zunehmend hängt dies von der Frage der Finanzierung ab (Tagliapietra/Veugelers 2020). Nicht nur Unternehmen aus China, sondern auch Firmen aus den USA, dem Nahen Osten und anderen asiatischen Wirtschaften haben starke Unterstützung durch günstige Exportfinanzierung erfahren, darauf ausgelegt, Investitionen und Exporte im traditionellen wie auch im Sektor der sauberen Energie zu erleichtern. Die EU und ihre Mitgliedstaaten müssen ähnlich vorteilhafte Finanzierungskonzepte erst noch entwickeln, was europäische Zulieferer in dieser Hinsicht vorerst benachteiligt (ExFi Lab 2021).

Gleichzeitig ist die Gewährleistung der Wertschöpfung in künftig klimafreundlichen Industrien eng mit dem Zugang zu klimafreundlichem Wasserstoff wie auch zu wettbewerbsfähig bepreistem Regenerativstrom verknüpft (EPRS 2021). Angesichts der relativen Knappheit an Land für den Einsatz erneuerbarer Energien in Europa bedeutet das, Lieferpartnerschaften für diese Energieressourcen aufzubauen. Dazu könnte aber auch die Entwicklung neuer Beziehungen für die Belieferung mit anderen Zwischenerzeugnissen gehören wie etwa grünem Naphtha als Ausgangsstoff für die Chemieproduktion oder dem sogenannten Eisenschwamm (Direct Reduced Iron – DRI) zur klimafreundlichen Stahlherstellung (Quitzow et al. 2022).

GERECHTE ÜBERGÄNGE IN PARTNERLÄNDERN

Die europäischen politischen Ambitionen bezüglich grüner Industrien haben ihre Entsprechung in den Zielen potenzieller Partnerländer. Damit stellt sich die Frage, wie sich zwischen Herstellern und Verbraucher_innen von grünem Wasserstoff Kosten und Nutzen verteilen. Denn wenngleich die Produktion von grünem Wasserstoff substanzielle Ex-

porteinnahmen generieren mag, gehen mit ihr auch erhebliche Umweltauswirkungen einher (Ullman/Kittner 2022). Das wiederum wirft Fragen globaler wirtschaftlicher und umweltpolitischer Gerechtigkeit auf und bringt die Gefahr des Aufbaus unfairer Handelsbeziehungen mit sich (Quitzow et al. 2022). Zudem könnte der Export von Wasserstoff als Primärgut für potenzielle Herstellerländer weniger interessant sein als die Entwicklung komplexerer wasserstoffbasierter Lieferketten. Diese Fragen globaler Gerechtigkeit und örtlicher sozioökonomischer Entwicklungsziele werden im Rahmen der Debatte zu einer Just Transition angegangen (Newell/Mulvaney 2013). Wie der Übergang zur Klimaneutralität insgesamt sind Investitionen in die Wasserstoffproduktion und der Export von Wasserstoff und wasserstoffbasierter Produkte abhängig von der Umsetzung glaubwürdiger Just Transitions in Partnerländern (Kalt/Tunn 2022).

VERSORGUNGSSICHERHEIT

Die Invasion der Ukraine und der eskalierende Konflikt zwischen Russland und dem Westen haben mit großer Kraft gezeigt, dass stabile Lieferbeziehungen und liberalisierte Energiemärkte auf Grundlage wirtschaftlichen Wettbewerbs nicht als Selbstverständlichkeit vorausgesetzt werden können (Quitzow et al. 2022). Auch die angespannten Beziehungen zu Marokko aufgrund des Westsaharakonflikts verdeutlichen diesen Punkt (Reyes 2022). Im Aufbau neuer Energiebeziehungen im Dienst einer künftig klimaneutralen Wirtschaft und insbesondere im Wasserstoffhandel darf dieser Aspekt nicht außer Acht gelassen werden. Deshalb wird es zur Notwendigkeit, für zukünftige Versorgungssicherheit die Lieferbeziehungen und Transportrouten im Wasserstoffsektor zu diversifizieren (Wietschel et al. 2022).

GEOPOLITIK

Russlands Invasion der Ukraine hat auch die enge Verflechtung von Energiesicherheit und Geopolitik verdeutlicht, selbst wenn Letztere über Fragen der Energiesicherheit hinausgeht. Der Aufbau von Partnerschaften im Wasserstoffsektor wird nicht nur die globale Energielandschaft umgestalten, sondern auch langfristige Auswirkungen auf umfassendere Wirtschaftsbeziehungen und die dementsprechenden geopolitischen Einflusssphären und Druckmittel haben. Darüber hinaus wird der Übergang zur Klimaneutralität disruptive Veränderungen auslösen, die in den betroffenen Ländern und Regionen Unruhen und Konflikte freisetzen können (Bazilian et al. 2019). Beide Punkte müssen berücksichtigt werden, soll geopolitische Stabilität gewährleistet und Europas globaler Einfluss zugunsten der eigenen Werte und Interessen erhalten und gestärkt werden. So könnte beispielsweise die Produktion von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten in Exportländern fossiler Brennstoffe einen Ansatzpunkt zum Erhalt von Stabilität darstellen und dort mögliche Pfade zur wirtschaftlichen Diversifizierung aufzeigen (IRENA 2022b). Generell könnte die Wasserstoffdiplomatie Gelegenheiten bieten, um Beziehungen mit strategischen und gleichgesinnten Partnern zur Förderung europäischer Werte und Interessen zu stärken.

Andererseits wird für die Wasserstoffproduktion auf Basis erneuerbarer Elektrizität einerseits Land benötigt, um Erneuerbare-Energie-Anlagen zu errichten, wie andererseits eben auch Wasser zur Elektrolyse. In ländlichen, unter Wasserknappheit leidenden Wirtschaftssystemen birgt die Wasserstoffproduktion somit das Potenzial, Konflikte rund um Land und Wasser noch zu verstärken (Herold et al. 2021). Und schließlich wird der Wettbewerb um die Führungsrolle im Bereich klimafreundlicher Technologien in den kommenden Jahren vermutlich noch intensiver werden, was wiederum den Wettbewerb um technisches Knowhow wie auch die entscheidenden Ressourcen zum Aufbau wasserstoffbasierter Lieferketten verstärken dürfte (IRENA 2022b). Im Wettstreit Europas, der USA und Chinas um den Führungsanspruch auf diesem Gebiet werden strategische Partnerschaften mit ressourcenreichen Ländern geschaffen und gleichzeitig ein Klima gefördert werden müssen, das Innovation und industrielle Entwicklung begünstigt.

WIRTSCHAFTLICHE MACHBARKEIT

Zuletzt bleibt die Frage wirtschaftlicher Machbarkeit und Effizienz ein grundlegendes Kriterium für Investitionen in wasserstoffbezogene Infrastruktur. Dieses Kriterium ist jedoch überaus schwierig einzuschätzen, da sich die Marktentwicklung in ihren Anfangsstadien befindet und noch große Ungewissheit herrscht (Odenweller et al. 2022). Die beiden größten Kostenelemente in der Herstellung von grünem Wasserstoff sind Regenerativstrom und Elektrolyseanlagen (IRENA 2020). Die Kosten erneuerbarer Energien sind im Lauf der vergangenen Jahrzehnte stark gesunken. Die Kosten von Elektrolyse und den dazugehörigen Anlagen befinden sich derweil in den frühen Phasen der industriellen Entwicklung und sind von sehr viel größerer Ungewissheit geprägt. Wenngleich Expert_innen übereinstimmen, dass mit wachsender Produktionskapazität Kostensenkungen einhergehen werden, bleibt der zeitliche Rahmen hier vorerst ungewiss (Christensen 2020). Unter anderem ist unklar, mit welcher Geschwindigkeit der notwendige Hochlauf der Produktionskapazität stattfinden wird. Zu Elektrizität und Anlagen hinzu kommen weitere Kostenfaktoren wie Transport, die Systemintegration von grünem Wasserstoff, der umfassendere Regulierungsrahmen des Stromsektors und die Kapitalkosten (Odenweller et al. 2022). In einem Marktumfeld, in dem Variablen in Versorgung wie Nachfrage ungewiss bleiben, bieten Kostenschätzungen zudem eine eher künstliche Darstellung der Entwicklungen (Dos Reis 2021). Das lässt sich bereits in der gegenwärtigen Gaskrise beobachten. Steigende Gaspreise haben auch die Herstellungskosten von sogenanntem blauen Wasserstoff aus Erdgas in Kombination mit CCS-Technologien in die Höhe getrieben (Tillier 2021). Insbesondere in Europa hat das die Berechnung für Investitionen in blauen Wasserstoff grundlegend geändert. Während die Wasserstoffmärkte allmählich Gestalt annehmen, ist es somit unverzichtbar, ein Verständnis der Marktpreise zu entwickeln.

3
KERNAUSSAGEN FÜR DEN AUFBAU INTERNATIONALER WASSERSTOFF-PARTNERSCHAFTEN

Auf Grundlage der sechs umrissenen Bereiche werden nun konkrete Implikationen für den Aufbau von Wasserstoffpartnerschaften zwischen der EU und internationalen Partnern in Form von neun Kernaussagen vorgestellt.

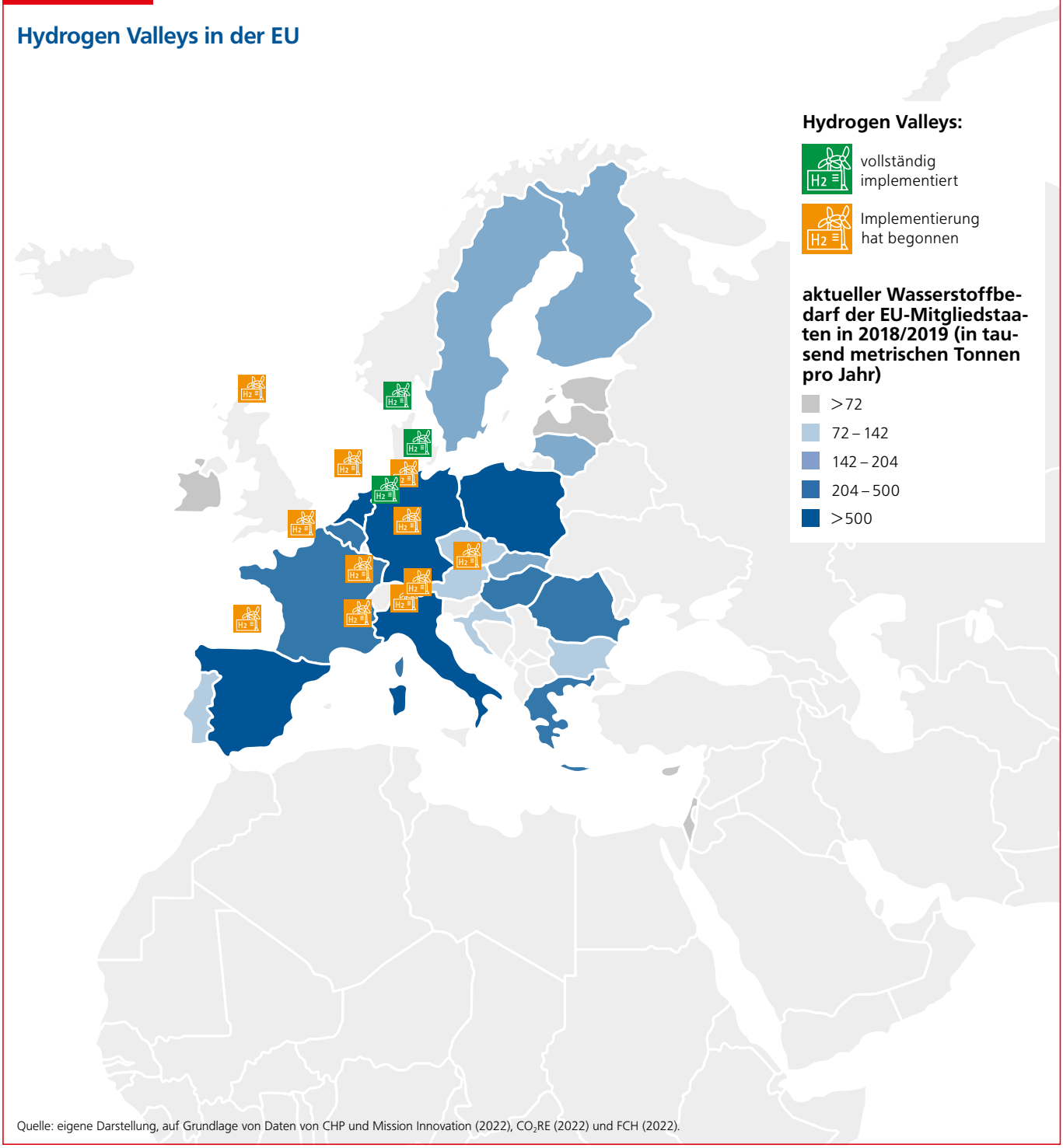
KERNAUSSAGE 1
GRÜNE WASSERSTOFFKAPAZITÄTEN SOLLTEN BEVORZUGT IN DER EU UND IN IHRER UNMITTELBAREN UMGEBUNG ENTWICKELT WERDEN

Die Entwicklung von Kapazitäten zur Wasserstoffproduktion in der EU und in ihrer unmittelbaren Umgebung weist klare Vorteile auf, die nicht unterschätzt werden sollten. Zum einen hat die Wasserstoffversorgung innerhalb der EU und ihrer unmittelbaren Nachbarschaft wesentliche Vorteile mit Blick auf die Versorgungssicherheit. Für EU-Mitglieder liegen diese Vorteile auf der Hand, aber auch die Staaten in der unmittelbaren Umgebung werden mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit auf außereuropäischen Märkten nach Abnehmern suchen als Länder in weiter entfernten Regionen. Dies sollte allerdings keine Abhängigkeiten von einzelnen Lieferanten oder Transportstrecken bedingen. Regionale Lieferanten könnten aber einen robusten Kern bilden, der sich durch weiter entfernt liegende Lieferanten ergänzen ließe.

Zudem sollten Partner aus der europäischen Nachbarschaft in regionale Wasserstoffcluster eingebunden werden, was als Anreiz für industrielle Investitionen in eine neue Generation klimaneutraler Produktionsprozesse dienen würde (Witecka et al. 2021). Die Idee der sogenannten Hydrogen Valleys – oder Cluster – besteht darin, Regionen mit hohem Potenzial für erneuerbare Energien auszumachen, die sich zugleich als Standorte für eine um Dekarbonisierung bemühte Industrie anbieten. Dies würde die Kosten von grünem Wasserstoff senken, indem eine hohe Auslastung von Elektrolyseuren gewährleistet würde, sodass sich die Wasserstoffversorgung an der Nachfrage lokaler Industrieabnehmer ausrichten könnte (Petrollese et al. 2022). Sollte die EU derlei Wasserstoffcluster in Regionen mit hohem Potenzial innerhalb der Mitgliedstaaten realisieren, können von ihnen ausgehend Partnerschaften mit nähergelegenen Wasserstofflieferanten entstehen. In Nordeuropa bietet sich als eine solche Region der gesamte Raum rund um Nord- und Ostsee an, wo EU-Staaten gemeinsam mit Norwegen, dem Vereinigten Königreich und Island eine derartige industrielle Zone bilden könnten (Simonyi/Svendstorp 2022). Ähnlich könnte die Iberische Halbinsel mit dem bereits bestehenden Stromhandel mit Marokko zum Ausgangspunkt für eine solche Entwicklung werden (Nuñez-Jimenez/De Blasio 2022).

ABBILDUNG 2

Hydrogen Valleys in der EU



Quelle: eigene Darstellung, auf Grundlage von Daten von CHP und Mission Innovation (2022), CO_2RE (2022) und FCH (2022).

KERNAUSSAGE 2

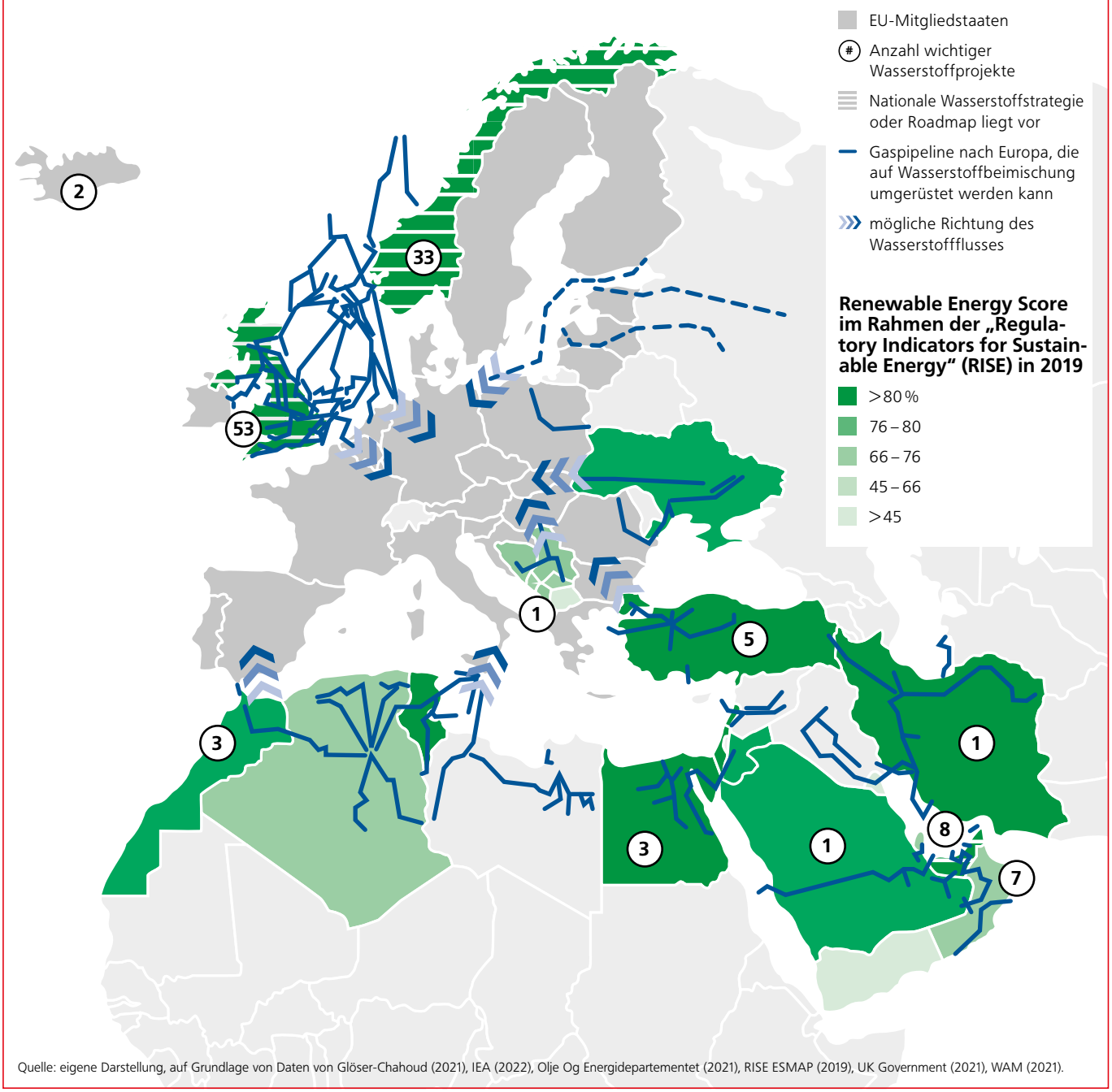
DIE EU BENÖTIGT SOWOHL EINE WASSERSTOFFPIPELINE-INFRASTRUKTUR, EINSCHLIESSLICH VERBINDUNGEN ZWISCHEN SPANIEN UND FRANKREICH, FÜR DEN HANDEL ZWISCHEN DEN MITGLIEDSTAATEN UND DER EUROPÄISCHEN NACHBARSCHAFT WIE AUCH EINE HAFEN-INFRASTRUKTUR ZUR DIVERSIFIZIERUNG VON IMPORTEN

Eine europäische Infrastruktur von Wasserstoffpipelines ist zunächst wichtig, damit Mitgliedstaaten mit großem Potenzial für die Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien Nachfragezentren in anderen Teilen der EU beliefern können (IRENA 2022a). Eine solche Infrastruktur ist außerdem wichtig, um Wasserstofflieferungen aus der nördlichen, südlichen und östlichen Nachbarschaft der EU zu ermöglichen. Während der ersten Entwicklungsstufe sollte der Fokus auf der Belieferung von Branchen mit hoher industrieller Nachfrage liegen. Das können neben Raffinerien etwa auch die Stahl-, Ammoniak- und Chemieindustrie als zuverlässige Großabnehmer sein (Agora 2021). Vor diesem Hintergrund wird es auch wesentlich sein, Verbindungen zwischen der Iberischen Halbinsel und Frankreich zu schaffen – nicht nur als Exportroute von Wasserstoff aus Spanien und Portugal hin zu Nachfragezentren in Mittel- und Westeuropa, sondern auch um kostensparende Importe aus Europas südlicher Nachbarschaft zu ermöglichen (siehe Abbildung 3).

Ein regionales Pipelinenetz wäre ein wichtiger Weg, um europäische Nachfragezentren mit günstigem Wasserstoff aus der EU und ihrer unmittelbaren Nachbarschaft zu versorgen. Für zusätzliche Versorgungssicherheit würde eine Infrastruktur für Importe per Schiff aus entfernteren Regionen wie Nordamerika oder Afrika sorgen (HBS 2022). Wie die gegenwärtige Gaskrise zeigt, kann sich im Fall von Unterbrechungen in der regionalen Versorgung die Verfügbarkeit alternativer Versorgungsrouten als entscheidend erweisen. Alternative Lieferwege verringern asymmetrische Abhängigkeiten und damit die Möglichkeit, die Wasserstoffversorgung als politisches Druckmittel einzusetzen (IRENA 2022b). Um die Diversifizierung anzutreiben, müssen große europäische Häfen so ausgestattet werden, dass dort Wasserstoff und wasserstoffbasierte synthetische Kraftstoffe umgeschlagen werden können. Hierzu müsste in Anlagen zur Wasserstoffumwandlung und -rückumwandlung sowie zur -speicherung investiert werden. Es müssten zudem Partnerschaften und Demonstrationsprojekte entwickelt werden, wie sie etwa der Hafen Rotterdam betreibt, der zum Wasserstoffknotenpunkt aufgebaut werden soll (Port of Rotterdam 2022).

ABBILDUNG 3

Die wichtigsten Wasserstoffprojekte, bestehende Erdgaspipelines und Entwicklungsstatus bei erneuerbaren Energien und Wasserstoff in der europäischen Nachbarschaft (einschließlich Naher Osten)



Quelle: eigene Darstellung, auf Grundlage von Daten von Glöser-Chahoud (2021), IEA (2022), Olje Og Energidepartementet (2021), RISE ESMAP (2019), UK Government (2021), WAM (2021).

KERNAUSSAGE 3
REGIONALER WASSERSTOFFHANDEL SOLLTE NICHT AUF KOSTEN DES AUSBAUS DES STROMHANDELS MIT STAATEN IN DER EUROPÄISCHEN NACHBARSCHAFT VORANGEBRACHT WERDEN, SONDERN DIESEN ERGÄNZEN

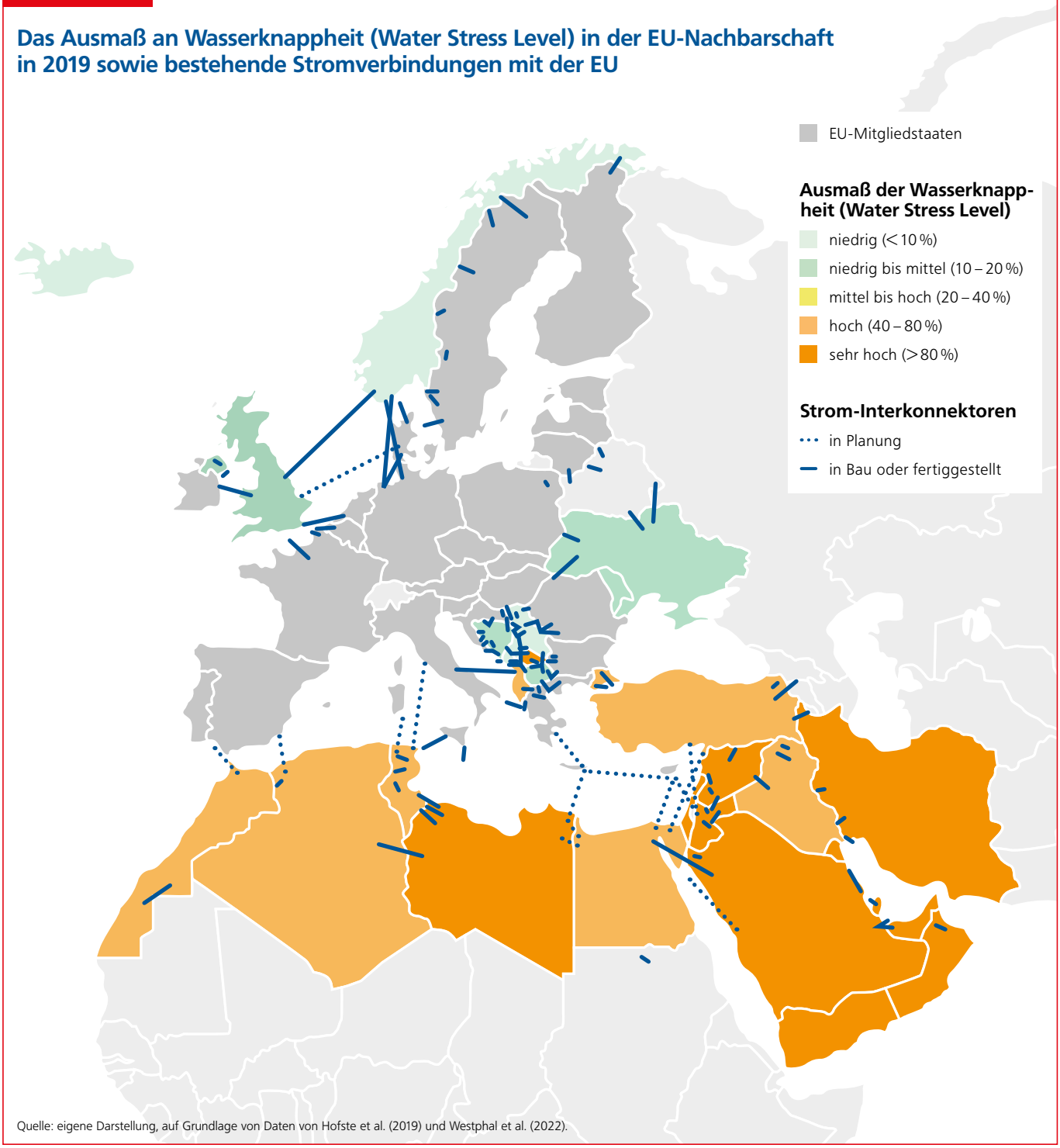
In der gegenwärtigen Diskussion zur Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft und den damit verbundenen politischen Prozessen tritt die Debatte rund um eine stärkere Integration der Strommärkte innerhalb der EU und mit den umliegenden Staaten in den Hintergrund. Wenngleich die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU in den vergangenen Jahren stetig zugenommen hat, trifft das auf die Verbindungsleitungen (Interkonnektoren) zwischen den Ländern nicht zu (Pepermans 2018). Die EU hat das Ziel eines Stromverbundgrads von 15 Prozent bis 2030 gesetzt. Das bedeutet, dass jeder Mitgliedstaat über die Infrastruktur verfügen sollte, um mindestens 15 Prozent des auf seinem Staatsgebiet produzierten Stroms in Nachbarstaaten transportieren zu können (EC 2022b). Zunehmende Verbindungsleitungen innerhalb der EU sowie mit den Nachbarstaaten bilden die Grundlage für mehr grenzüberschreitenden Stromhandel und können dazu beitragen, die volatile Stromproduktion aus erneuerbaren Energiequellen auszugleichen. Das würde wiederum die Gesamtkosten des Energiesystems in Europa senken, was sich auch positiv auf die Kosten der innereuropäischen Wasserstoffproduktion auswirken würde. Stromimporte könnten zudem der Versorgungssicherheit zugutekommen, die zunehmend durch den Klimawandel beeinträchtigt ist – schwerwiegende Hitzewellen können beispielsweise die Stromproduktion von Wasserkraftwerken senken oder auch die Verfügbarkeit von Wasser zur Kühlung von Nuklearreaktoren, wie im Sommer 2022 in Frankreich der Fall, beeinträchtigen (Linnerud et al. 2011; Pechan/Eisenack 2014). Schließlich kann das zur Elektrolyse benötigte Wasser als Hemmnis für die regenerative Wasserstoffproduktion in wasserarmen Regionen wirken, etwa in Teilen Nordafrikas. Das kann den Stromhandel in manchen Fällen zu einer attraktiven zusätzlichen Exportroute machen (siehe Abbildung 4).

Stromversorgungsnetze haben zudem eine oftmals vernachlässigte geopolitische Dimension. Sie können als eigenständige Integrationsräume dienen und Kanäle für Einwirkungsmöglichkeiten bieten (Westphal et al. 2022). Als offenkundiges Beispiel dient hier die Ukraine: Seit Jahren hatte sich das Land darauf vorbereitet, sich vom durch Russland betriebenen Elektrizitätsnetz zugunsten des europäischen Netzes zu trennen. Kurz nach der russischen Invasion im Februar 2022, in der gezielt die ukrainische Energieinfrastruktur angegriffen wurde, trennte sich die Ukraine vollständig vom russischen Netz. Innerhalb weniger Wochen wurde das ukrainische Stromsystem mit dem europäischen Netz synchronisiert und im Juni 2022 begann die Ukraine, Strom in die EU zu exportieren (Blaustein 2022).

Dem Potenzial des regionalen Stromhandels sollte also auch politisch Rechnung getragen werden. Hier sollten Bemühungen erneuert werden – parallel zu oder sogar integriert mit jenen im Wasserstoffsektor. Ein derart integrierter Ansatz hätte zudem den Vorteil, potenzielle Synergien zum Tragen zu bringen (Seck et al. 2022).

ABBILDUNG 4

Das Ausmaß an Wasserknappheit (Water Stress Level) in der EU-Nachbarschaft in 2019 sowie bestehende Stromverbindungen mit der EU



Quelle: eigene Darstellung, auf Grundlage von Daten von Hofste et al. (2019) und Westphal et al. (2022).

KERNAUSSAGE 4

INTERNATIONALE KOOPERATIONEN ZUR FÖRDERUNG DES WASSERSTOFFHANDELS MÜSSEN TEIL GANZHEITLICHER NACHHALTIGER ENTWICKLUNGSPARTNERSCHAFTEN SEIN, DIE DIE SOZIOÖKONOMISCHE ENTWICKLUNG UND DIE DEKARBONISIERUNG DER WIRTSCHAFT IN DEN PARTNERLÄNDERN UNTERSTÜTZEN

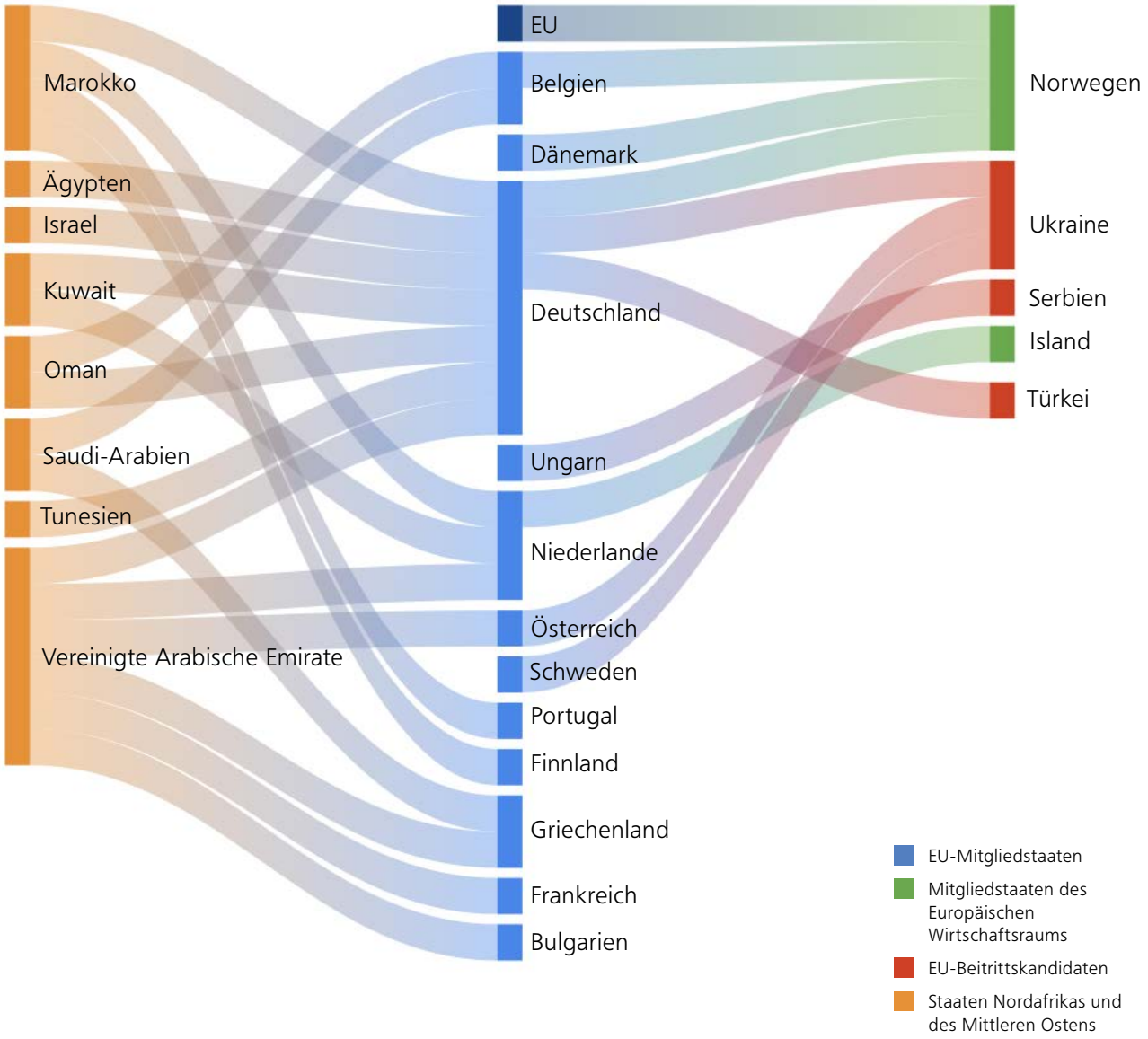
Kooperationen zur Stärkung des Wasserstoffhandels zwischen potenziellen Herstellerländern und der EU können nur erfolgreich sein, wenn sie Teil umfassend angelegter Partnerschaften zum Aufbau grüner Industrien sind – darauf ausgerichtet, die Dekarbonisierung und sozioökonomische Entwicklung in der EU wie auch in den Partnerländern zu unterstützen (siehe Abbildung 5 für eine Übersicht entstehender Wasserstoffpartnerschaften in der europäischen Nachbarschaft). Zuerst einmal ist ungewiss, wie groß das Interesse von Staaten in Afrika und im Nahen Osten ist, Partnerschaften aufzubauen, deren Schwerpunkt vor allem auf der Versorgung mit grünem Wasserstoff und anderen Rohstoffen für die Dekarbonisierung des europäischen Industriesystems liegt. Vielmehr sind die gegenwärtig wichtigsten Anstrengungen zur Förderung von Investitionen in regenerative Wasserstoffprojekte darauf ausgerichtet, zusätzliche lokale Wertschöpfung zu fördern. So haben beispielsweise Marokko und Ägypten Investitionen in die Herstellung von grünem Wasserstoff als Grundlage für die Produktion von grünem Ammoniak getätigt, um sich als Produzenten und potenzielle Exporteure klimafreundlicher Düngemittel zu positionieren (Nweke-Eze/Quitzow 2022). Ähnlich könnte mit grünem Wasserstoff auch CO_2-freier Eisenschwamm (DRI) in unmittelbarer Nähe der Wasserstofferzeugung hergestellt und zu einem weltweit gehandelten Rohstoff werden (Gielen et al. 2020; Trollip et al. 2022). Namibia zieht dies als eine von mehreren Möglichkeiten in Betracht, um sein großes Potenzial für die regenerative Wasserstoffproduktion zur Unterstützung der industriellen Entwicklung vor Ort einzusetzen (Creamer 2022).

Diese industriellen Entwicklungsziele sollten beim Aufbau zukünftiger Wirtschaftsbeziehungen nicht nur berücksichtigt, sondern als wichtige Zwischenschritte in Richtung stufenweise ehrgeizigerer Klimaziele sogar begrüßt werden. Die Erfahrung zeigt, dass die Entstehung grüner Industrieallianzen einen wichtigen Treiber für den Hochlauf lokaler Klimaschutzmaßnahmen darstellt, wie durch das Instrument zur Ambitionssteigerung des Pariser Klimaabkommens (Paris Agreement Ambition Mechanism) vorgesehen (Meckling 2021).

Zu guter Letzt können derart breit angelegte Partnerschaften zum Aufbau grüner Industrien vor Ort auch den geopolitischen Einfluss der EU in den entsprechenden Staaten stärken und gleichzeitig die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie in einer klimaneutralen internationalen Wirtschaft sichern. So könnte der Import von preislich wettbewerbsfähigen, klimaneutralen Zwischenprodukten in Zukunft ein Schlüssel zur Sicherstellung der Wettbewerbsfähigkeit europäischer industrieller Wertschöpfungsketten sein (Tagliapietra/Veugelers 2021). Mit einem enger gesteckten Fokus auf Wasserstoffpartnerschaften könnten hingegen Chancen vertan werden, um stabile Handelsbeziehungen zu beiderseitigem Vorteil aufzubauen.

ABBILDUNG 5

Entstehende bilaterale Wasserstoffpartnerschaften zwischen EU-Staaten und Ländern der europäischen Nachbarschaft



Quelle: offizielle Berichte, Websites und Medienquellen; siehe Literaturverzeichnis für genauere Angaben.

KERNAUSSAGE 5
NACHHALTIGKEITSZERTIFIZIERUNGEN SIND VORAUSSETZUNG FÜR DEN HOCHLAUF DER GRÜNEN WASSERSTOFFPRODUKTION UND SOLLTEN DURCH ZUNEHMEND ANSPRUCHSVOLLE KRITERIEN DEN AUFBAU NACHHALTIGER PRODUKTIONSWEISEN FÖRDERN

Wie bereits beschrieben, ist der Einsatz regenerativen Stroms für die Wasserstoffproduktion als Maßnahme zur Treibhausgasreduzierung weniger effektiv, als es dessen direkte Zuteilung zum Stromsektor wäre. Somit kann eine grüne Wasserstoffproduktion, die die Dekarbonisierung des Stromsektors verlangsamt, auch die Gesamtreduzierung von Treibhausgasemissionen verlangsamen. Zudem wirkt sich die Produktion grünen Wasserstoffs auf die lokale Umwelt aus, insbesondere durch wachsenden Druck auf die örtlichen Land- und Wasserressourcen. Werden diese lokalen Belastungen von Umwelt und Ressourcen nicht angemessen gehandhabt, können sie erhebliche negative Auswirkungen auf die lokale Bevölkerung zur Folge haben (Herold et al. 2021).

Aus diesen Gründen besteht ein breiter Konsens, dass im internationalen Wasserstoffhandel zuverlässige Systeme der Nachhaltigkeitszertifizierung notwendig sind. Es ist zu erwarten, dass eine derartige Zertifizierung auch die Voraussetzung dafür ist, dass politische Maßnahmen zur Förderung wasserstoffbasierter Dekarbonisierungspläne von der Öffentlichkeit dauerhaft akzeptiert werden (ILF/LBST 2021). Das Beispiel des internationalen Handels mit Biokraftstoff – insbesondere der Import palmölbasierter Biokraftstoffe – hat gezeigt, wie ein Mangel an glaubwürdigen Nachhaltigkeitsstandards die gesellschaftliche Akzeptanz mit der Zeit untergraben und so die politische Unterstützung schwächen kann (Oosterveer 2020). Allerdings gibt es auch Bedenken, dass strikte Nachhaltigkeitsstandards den notwendigen Hochlauf der grünen Wasserstoffproduktion wiederum verlangsamen könnten. Dieses Dilemma kann nicht restlos aufgelöst werden. Ein gradueller Ansatz bei der Einführung von Zertifizierungsstandards könnte jedoch die nötigen Investitionssignale für einen Hochlauf der Infrastrukturen setzen und gleichzeitig sicherstellen, dass sich mit der Zeit nachhaltige Produktionsweisen durchsetzen (Climate Bonds 2022). Dies würde dazu beitragen, dass Nachhaltigkeitskriterien stufenweise eine stärkere Rolle einnehmen und zur gleichen Zeit Lernprozesse und Innovation bei Akteur_innen der Wertschöpfungskette fördern. Es handelt sich um einen geläufigen Ansatz bei Systemen der Nachhaltigkeitszertifizierung, der sich auch auf einen regulierten Wasserstoffmarkt anwenden ließe (ISEAL 2014).

KERNAUSSAGE 6
DIE EU MUSS GEMEINSAME GRUNDSÄTZE FÜR IHRE WASSERSTOFF-AUSSENPOLITIK ENTWICKELN

Der Aufbau eines internationalen Handels mit Wasserstoff erfordert umfangreiche Investitionen in Produktions- und Transportinfrastruktur. Derlei Investitionen sind wiederum auf klare und glaubwürdige politische Signale angewiesen, um die nötige Investitionssicherheit zu bieten (Vijayakumar et al. 2022). Zudem ist in frühen Phasen der Marktentwicklung öffentliche Finanzierung vonnöten, um private Investor_innen anzuziehen. Für den Aufbau des notwendigen politischen Rahmens und zur Finanzierung müssen Partnerschaften zwischen potenziellen Importeuren und Exporteuren von Wasserstoff und damit verbundenen Produkten geschaffen werden. Idealerweise sollten derlei Partnerschaften in eine gemeinsame Klima- und Energieaußenpolitik der EU eingebettet sein, die auch Wasserstoff berücksichtigt. Wenngleich einzelne Mitgliedstaaten Partnerschaften vorantreiben mögen, sollten sie dabei auf gemeinsamen Grundsätzen aufbauen und ihren Ansatz aktiv innerhalb der EU koordinieren (EEAS 2022).

Ohne einen solchen gemeinschaftlichen Ansatz vonseiten der EU könnten die verschiedenen Mitgliedstaaten widersprüchliche Signale an die jeweiligen Partnerländer senden. Und tatsächlich untergraben schon jetzt unterschiedliche wirtschaftliche Interessen verschiedener EU-Mitgliedstaaten die Entwicklung eines solchen gemeinschaftlichen Ansatzes. Insbesondere verfolgt Frankreich eine Strategie, die die inländische Wasserstoffproduktion auf Grundlage von erneuerbaren Energien und Nuklearenergie priorisiert, während Deutschland einer Mischung aus in- und ausländischer Versorgung mit grünem Wasserstoff den Vorrang gibt, wobei es auch dem Import von blauem Wasserstoff zugestimmt hat (hergestellt aus Erdgas in Kombination mit CCS-Technologien, siehe Kernaussage 9 für nähere Angaben). Solche Diskrepanzen schwächen die Attraktivität des EU-Marktes und somit die Fähigkeit der EU, globale Standards für den Wasserstoffhandel zu beeinflussen. Obgleich die Kompromissfindung in der EU bekanntermaßen eine Herausforderung darstellt, sollte hierin ein wichtiges Ziel der Wasserstoffpolitik auf EU-Ebene liegen. Solang es keine derartige Abstimmung gibt, wäre die zweitbeste Option ein gemeinsamer Ansatz einer Gruppe gleichgesinnter Mitgliedstaaten.

KERNAUSSAGE 7
DIE EU SOLLTE VERSUCHEN, IHRE FÖRDERUNG DER GLOBALEN WASSERSTOFFWIRTSCHAFT MIT DEN USA UND ANDEREN G7-LÄNDERN ABZUSTIMMEN

Angesichts des erhöhten geoökonomischen Wettbewerbs mit China und Russland wird die Abstimmung innerhalb der G7 wichtiger. Dies gilt auch für Aktivitäten, die auf den Aufbau einer globalen Wasserstoffwirtschaft und die Entwicklung dementsprechender Märkte, Infrastruktur und industrieller Lieferketten abzielen (Germanwatch 2022; Renseen 2020). Obgleich die EU ihre starke wirtschaftliche Macht für die Förderung internationaler Normen und Standards einsetzen kann, würde ein gemeinsamer Ansatz der G7-Länder die Bedeutung der entsprechenden Normen für die Wasserstoffwirtschaft deutlich erhöhen. In diesem Sinne sind die Bemühungen der G7 – etwa die G7-Initiative zur industriellen Dekarbonisierung, der G7-Wasserstoff-

Aktionspakt und die Klimaclub-Initiative – wichtige erste Schritte, die vonseiten der EU und den europäischen G7-Staaten nachdrücklich unterstützt werden sollten (G7 Germany 2022). Dazu gehören natürlich auch Kompromisse mit den Partnerstaaten innerhalb der G7. Gerade bei Fragen rund um die Rolle von blauem Wasserstoff sowie allgemein zu Technologien zur Abscheidung, Nutzung und Speicherung von CO_2 (Carbon Capture, Utilization and Storage – CCUS) könnten die Interessen der G7-Staaten untereinander divergieren (IEA 2022).

Eine Einigung in diesem Rahmen zu erzielen ist jedoch im Interesse der EU, um weiterhin auf Entwicklungen in der globalen Wasserstoffwirtschaft Einfluss nehmen zu können. Angesichts des starken Interesses mehrerer potenzieller Wasserstofflieferanten an CCUS-Technologien würde dieser Ansatz einen wesentlichen Beitrag zur globalen Klimapolitik und einer künftig klimaneutralen Wirtschaft darstellen (G7 Germany 2022).

KERNAUSSAGE 8
BEIM AUFBAU IHRER WASSERSTOFFPARTNERSCHAFTEN MÜSSEN EUROPA UND DEUTSCHLAND DIE HERAUSFORDERUNGEN RUND UM BLAUEN WASSERSTOFF UND DAMIT AUCH CCS ANGEHEN

Im Mittelpunkt der deutschen Nationalen Wasserstoffstrategie stehen Importe von grünem Wasserstoff. Als Übergangslösung erwähnt die Strategie jedoch auch „CO_2-neutralen“ Wasserstoff, was die Wasserstoffherstellung auf Grundlage von Erdgas in Kombination mit CCS umfasst (auch blauer Wasserstoff genannt). Doch noch sind CCS-Technologien, deren CO_2-Abscheidung und -Speicherung maßgeblich genug wären, um Treibhausgasemissionen bedeutsam zu senken, nicht im industriellen Maßstab im Einsatz (Brandl et al. 2021; Martin-Roberts et al. 2021). Nichtsdestotrotz erkennen entstehende Wasserstoffpartnerschaften wie etwa jene zwischen Deutschland und den Vereinigten Arabischen Emiraten sowie Norwegen an, dass blauer Wasserstoff zunächst einen entscheidenden Anteil an den geplanten Wasserstoffimporten aus diesen Ländern haben wird (BMWK 2022a; BMWK 2022b).

Vor diesem Hintergrund müssen Deutschland und die EU die konkreten Rahmenbedingungen benennen, innerhalb derer blauer Wasserstoff und somit Technologien zur CO_2-Abscheidung und -Speicherung (CCS) einen Bestandteil ihres Weges hin zur Klimaneutralität bilden sollen. Hierzu muss an erster Stelle ein Grenzwert für Treibhausgasemissionen pro Einheit fossilen Wasserstoffs festgelegt werden. Gleichzeitig muss dafür eine standardisierte Methode zur Messung und Verifizierung des Grenzwerts entwickelt werden. Im Rahmen des EU-Legislativpakets zu Wasserstoff und Gasmarktdekarbonisierung wurde im Dezember 2022 ein Zertifizierungssystem verabschiedet, um die Treibhausgasbilanz des sogenannten CO_2-armen Wasserstoffs zu bemessen, der auch Wasserstoff aus Erdgas in Kombination mit CCS umfasst. Basierend auf dem EU-Richtwert, müssen unbedingt die Rahmenbedingungen für seine wirksame Anwendung geschaffen werden – in EU-Staaten wie in potenziellen Partnerländern. EU-Mitgliedstaaten, einschließlich Deutschland, werden sich somit (abermals) aktiv Diskussionen rund um CCS und dessen Rolle als Klimaschutztechnologie zuwenden müssen. Die Relevanz dieser Debatte erstreckt sich über den Wasserstoffsektor hinaus. So werden für Industrien wie die Zementindustrie CCS-Technologien unerlässlich sein, um schwer vermeidbare CO_2-Restemissionen zu senken (Strunge et al. 2022; Cembureau 2020).

Zusätzlich bedarf der Import von blauem Wasserstoff der engen Zusammenarbeit mit Partnerländern, um die Abscheidung und groß angelegte, sichere geologische Speicherung von CO_2 zu gewährleisten. Zudem sind höchstmögliche Standards bei Gewinnung und Transport von Erdgas erforderlich, um Methanemissionen zu vermeiden (Tovar/Azadegan 2022; Filiou et al. 2003; Floristean/Brahy 2019). Dies sollte Voraussetzung für jeglichen Import blauen Wasserstoffs sein. Um hier Erfolge zu erzielen, muss die EU sich zudem aktiv an der Gestaltung der entsprechenden internationalen Standards beteiligen. Und schließlich ist es wichtig, dass die EU festlegt, wie lange blauer Wasserstoff als Brückenkraftstoff genutzt werden soll, ehe ausschließlich auf grünen Wasserstoff umgestellt wird. Es bedarf also einer konkreten Ausstiegsstrategie für blauen Wasserstoff auf dem Weg zur Klimaneutralität.

KERNAUSSAGE 9
DIE VERWENDUNG WASSERSTOFFBASIERTER SYNTHETISCHER KRAFTSTOFFE ERFORDERT INTERNATIONALE KOOPERATION, DAMIT CO_2-ABSCHEIDETECHNOLOGIEN UND -TRANSPORTINFRASTRUKTUR NACHHALTIG EINGESETZT WERDEN

Sollen verstärkte Wasserstoffimporte in schwer elektrifizierbaren Teilen des Transportsektors wie der Luftfahrt ihr Klimaschutzpotenzial entfalten, muss eine Infrastruktur für synthetische Kraftstoffe errichtet werden. Synthetische Kraftstoffe sind eine Form der CO_2-Abscheidung und -Nutzung (Carbon Capture and Utilization – CCU) mit unterschiedlich großem Klimaschutzpotenzial, je nach der jeweiligen Herstellungsweise. In der Regel werden synthetische Kraftstoffe in einem energieintensiven Verfahren aus Wasserstoff und Kohlendioxid (CO_2) gewonnen (Ferrari et al. 2014). Unter der Bedingung, dass für den gesamten Produktionsprozess ausschließlich erneuerbare Energien eingesetzt werden und das verwendete CO_2 entweder durch Verfahren des Direct Air Capture (DAC) – also direkt aus der Luft abgeschieden – oder aus Biomasse gewonnen wurde (Olfe-Kräutlein 2022), können synthetische Kraftstoffe einen zusätzlichen Ausstoß fossiler CO_2-Emissionen vermeiden und zur Klimaneutralität beitragen. Werden CO_2-Restemissionen aus industriellen Punktquellen (beispielsweise der Zementindustrie) zur Herstellung synthetischer Kraftstoffe verwendet, vermeidet diese Art von CCU-Technologie zwar zusätzliche CO_2-Emissionen, bleibt jedoch unvereinbar mit Klimaneutralitätszielen, solange sie nicht anderweitig durch Negativemissionstechnologien kompensiert wird.

Synthetische Kraftstoffe bergen das Potenzial, innerhalb der nächsten zehn Jahre nach und nach Kerosin in der Luftfahrt zu ersetzen (The Royal Society 2019). Wie bereits erwähnt, ist Voraussetzung hierfür, rasch eine CO_2-bezogene Infrastruktur für CO_2-Abscheidung und -Transport aufzubauen (Billig et al. 2019). Ähnlich wie bei blauem Wasserstoff sollte dies auf einer informierten öffentlichen Debatte basieren, um sicherzustellen, dass diese CO_2-bezogenen Technologien mit den Klimaneutralitätszielen vereinbar sind. Darüber hinaus müssen die Hochskalierung und Kommerzialisierung der Technologie durch politische Maßnahmen unterstützt werden (Beck 2021). Ein wichtiger Schritt in diese Richtung ist das von der Bundesregierung initiierte Verfahren zur Entwicklung einer CCUS-Strategie (Hanke 2022). Sowohl diese Strategie als auch entstehende Wasserstoffpartnerschaften müssen sich mit den Herausforderungen auseinandersetzen, die sich aus dem Aufbau einer CO_2-bezogenen Infrastruktur ergeben, und damit einhergehend Standards und Regeln entwickeln, um die gewollten Emissionsreduktionen in potenziellen Partnerländern zu gewährleisten (Chauvy/De Weireld 2020).

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

CCS	Carbon Capture and Storage (CO_2-Abscheidung und -Speicherung)
CCU	Carbon Capture and Utilization (CO_2-Abscheidung und -Nutzung)
CCUS	Carbon Capture, Utilization and Storage (CO_2-Abscheidung, -Nutzung und -Speicherung)
CO_2	Kohlenstoffdioxid
DAC	Direct Air Capture (Verfahren zur Gewinnung von Kohlenstoffdioxid direkt aus der Umgebungsluft)
DRI	Direct Reduced Iron (Eisenschwamm/direkt reduziertes Eisen)
TWh	Terawattstunde

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

9 **Abbildung 1**
Politische Schlüsselbereiche im Aufbau internationaler Partnerschaften in der entstehenden Wasserstoffwirtschaft

13 **Abbildung 2**
Hydrogen Valleys in der EU

15 **Abbildung 3**
Die wichtigsten Wasserstoffprojekte, bestehende Erdgaspipelines und Entwicklungsstatus bei erneuerbaren Energien und Wasserstoff in der europäischen Nachbarschaft (einschließlich Naher Osten)

17 **Abbildung 4**
Das Ausmaß an Wasserknappheit (Water Stress Level) in der EU-Nachbarschaft in 2019 sowie bestehende Stromverbindungen mit der EU

19 **Abbildung 5**
Entstehende bilaterale Wasserstoffpartnerschaften zwischen EU-Staaten und Ländern der europäischen Nachbarschaft

QUELLENANGABEN ZU ABBILDUNG 5

Anouar, S. 2022: Finland, Morocco Expand Bilateral Cooperation in Renewable Energy, https://www.moroccoworldnews.com/2022/02/347015/finland-morocco-expand-bilateral-cooperation-in-renewable-energy (5.10.2022).

Föderalregierung Belgien 2022: Belgium and Norway Sign Energy Cooperation: „Important Step in Forging North Sea Coalition", https://www.premier.be/en/belgium-and-norway-sign-energy-cooperation (5.10.2022).

Biogradlija, A. 2022: Algeria: Hydrogen Project with German Companies, Green Hydrogen News, https://energynews.biz/algeria-hydrogen-project-with-german-companies/ (5.10.2022).

BMWK 2022a: Germany and Israel Agree on Energy Partnership, https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Pressemitteilungen/2022/03/20220324-germany-and-israel-agree-on-energy-partnership.html (5.10.2022).

BMWK 2022b: Germany and Norway Sign Joint Statement on Cooperation on Hydrogen Imports, https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Pressemitteilungen/2022/03/20220316-germany-and-norway-sign-joint-statement-on-cooperation-on-hydrogen-imports.html (5.10.2022).

Cavcic, M. 2022: With Energy Security and High Prices in Mind, EU and Norway Strengthen Ties with New Deal, Offshore Energy, https://www.offshore-energy.biz/with-energy-security-and-high-prices-in-mind-eu-and-norway-strengthen-ties-with-new-deal/ (5.10.2022).

Dokso, A. 2021: Germany-Turkey Green Hydrogen Collaboration, Green Hydrogen News, https://energynews.biz/germany-turkey-green-hydrogen-collaboration/ (7.10.2022).

FuelCellsWorks 2020: Morocco, Germany Sign Green Hydrogen Cooperation Agreement, https://fuelcellsworks.com/news/morocco-germany-sign-green-hydrogen-cooperation-agreement/ (5.10.2022).

FuelCellsWorks 2022: Green Hydrogen Gets a Push During Saudi Crown Prince's Visit to Greece, https://fuelcellsworks.com/news/green-hydrogen-gets-a-push-during-saudi-crown-princes-visit-to-greece/ (5.10.2022).

Hayek, S. 2022: Germany and Egypt Join Efforts to Develop the Hydrogen Economy, Hydrogen Technology Expo Europe, https://www.hydrogen-worldexpo.com/industry_news/germany-and-egypt-join-efforts-to-develop-the-hydrogen-economy/#:~:text=Germany%20and%20Egypt%20Join%20Efforts%20to%20Develop%20the%20Hydrogen%20Economy (5.10.2022).

Hanke, S. 2022: Wirtschaftsministerium plant CCUS-Strategie, in: Tagesspiegel Background Energie, 5.5.2022.

IEA 2022a: Belgium-Oman MoU for Cooperation in Green Hydrogen, Policies, https://www.iea.org/policies/14752-belgium-oman-mou-for-cooperation-in-green-hydrogen (5.10.2022).

IEA 2022b: Morocco and Portugal Agreement on Green Hydrogen Development, Policies, https://www.iea.org/policies/13544-morocco-and-portugal-agreement-on-green-hydrogen-development (5.10.2022).

Jain, S. 2022: UAE and Austria Sign Pact to Deepen Partnership in Hydrogen Technology Development, The National, https://www.thenationalnews.com/business/2022/03/07/uae-and-austria-sign-pact-to-deepen-partnership-in-hydrogen-technology-development/ (5.10.2022).

Landsvirkjun 2020: An Agreement Made to Explore the Possibilities of Green Hydrogen Export from Iceland to Rotterdam, https://www.landsvirkjun.com/news/an-agreement-made-to-explore-the-possibilities-of-green-hydrogen-export-from-iceland-to-rotterdam (5.10.2022).

Mancebo, J. 2022: Oman's Historic Energy Agreement with Germany, https://atalayar.com/en/content/omans-historic-energy-agreement-germany (5.10.2022).

Martens, P. 2021: RAG Austria: Cooperation for Green Hydrogen From Ukraine, https://www.energate-messenger.com/news/211940/rag-austria-cooperation-for-green-hydrogen-from-ukraine (5.10.2022).

Bulgarisches Außenministerium 2022: Rumen Radev: The Strategic Partnership between Bulgaria and the UAE Gives a Prospect for the Trust in Bilateral Relations to Be Transformed into Real Results, https://m.president.bg/en/news6764/rumen-radev-strategicheskoto-partnyorstvo-mezhdu-balgariya-i-oae-dava-perspektiva-doverieto-v-dvustrannite-otnosheniya-da-se-transformira-v-realni-rezultati.html (5.10.2022).

Morgan, S. 2020: Denmark and Norway Team Up to Build World's Largest Hydrogen Ferry, https://www.euractiv.com/section/energy/news/denmark-and-norway-team-up-to-build-worlds-largest-hydrogen-ferry/ (5.10.2022).

Husomanovic, N.. 2022: Belgium to Collaborate with Saudi Arabia on Hydrogen Manufacturing, Green Hydrogen News, https://energynews.biz/belgium-to-collaborate-with-saudi-arabia-on-hydrogen-manufacturing%EF%BF%BC/ (5.10.2022).

North Africa Post 2022: Morocco, Netherlands Announce „Promising" Green Hydrogen Production Partnerships, https://northafricapost.com/57675-morocco-netherlands-announce-promising-green-hydrogen-production-partnerships.html (5.10.2022).

Öko-Institut e.V. 2022: Hydrogen Fact Sheet: Gulf Cooperation Countries (GCC); RCREEE 2020: New MOU Signed for the Establishment of a Tunisian-German Green Hydrogen Alliance (Power-to-X), https://rcreee.org/news/new-mou-signed-establishment-tunisian-german-green-hydrogen-alliance-power-x/ (7.10.2022).

Reuters 2021: France to Work with UAE on Renewable and Hydrogen Projects – Minister, https://www.reuters.com/business/energy/france-work-with-uae-renewable-hydrogen-projects-minister-2021-11-21/ (24.11.2022).

Spasić V. 2022: Hungary, Serbia Sign Green Hydrogen Deal, Balkan Green Energy News, https://balkangreenenergynews.com/hungary-serbia-sign-green-hydrogen-deal/#:~:text=Hungary%20and%20Serbia%20have%20signed (5.10.2022).

Tsagas, I. 2022: Greece Rolls out New Policy, Tenders as UAE Eyes Investment Opportunities, Pv Magazine International, https://www.pv-magazine.com/2022/05/10/greece-rolls-out-new-policy-tenders-as-uae-eyes-investment-opportunities/ (5.10.2022).

Ukrainian Hydrogen Council 2022: Energy Association Ukrainian Hydrogen Council Has Signed a Memorandum of Understanding with Hydrogen Sweden (Vätgas Sverige), https://hydrogen.ua/en/news-en/1078-energy-association-ukrainian-hydrogen-council-has-signed-a-memorandum-of-understanding-with-hydrogen-sweden-v-tgas-sverige (5.10.2022).

Government of the Netherlands 2022: Memorandum of Understanding Between the United Arab Emirates and the Netherlands on Cooperation in the Field of Hydrogen Energy, https://www.government.nl/documents/diplomatic-statements/2022/03/22/memorandum-of-understanding-between-the-uae-and-the-netherlands-on-cooperation-in-the-field-of-hydrogen-energy (7.10.2022).

LITERATURVERZEICHNIS

Agora 2021: No-Regret Hydrogen, https://www.agora-energiewende.de/en/publications/no-regret-hydrogen/ (2.8.2022).

Anthonsen, K. L.; Aagaard, P.; Bergmo, P. E. S.; Erlström, M.; Fareide, J. I.; Gislason, S. R.; Mortensen, G. M.; Snæbjörnsdottir, S. Ó. 2013: CO_2 Storage Potential in the Nordic Region, in: Energy Procedia, 37: 5080–5092, doi: 10.1016/j.egypro.2013.06.421.

Bazilian, M.; Bradshaw, M.; Gabriel, J.; Goldthau, A.; Westphal, K. 2019: Four Scenarios of the Energy Transition: Drivers, Consequences, and Implications for Geopolitics, in: WIREs Climate Change 11 (2), doi: 10.1002/wcc.625.

Beck, L. 2021: Carbon Capture in Germany: Are Industry, Government and Innovators Starting to Move?, in: Energy Post, https://energypost.eu/carbon-capture-in-germany-are-industry-government-and-innovators-starting-to-move (24.11.2022).

BGR o. J.: BGR: Nutzung tieferer Untergrund: CO_2-Speicherung, https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Nutzung_tieferer_Untergrund_CO2Speicherung/nutzung_tieferer_untergrund_co2speicherung_node.html (20.9.2022).

Billig, E.; Decker, M.; Benzinger, W.; Ketelsen, F.; Pfeifer, P.; Peters, R.; Stolten, D.; Thrän, D. 2019: Non-fossil CO_2 Recycling: The Technical Potential for the Present and Future Utilization for Fuels in Germany, in: Journal of CO_2 Utilization 30, S. 130–141, doi: 10.1016/j.jcou.2019.01.012.

Blaustein, A. 2022: How Ukraine Unplugged from Russia and Joined Europe's Power Grid With Unprecedented Speed, in: Scientific American, https://www.scientificamerican.com/article/how-ukraine-unplugged-from-russia-and-joined-europes-power-grid-with-unprecedented-speed/ (20.9.2022).

BMWK (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz) 2020: Die Nationale Wasserstoffstrategie, https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=20 (24.11.2022).

BMWK 2022a: Federal Minister Robert Habeck: „Expand Cooperation on Hydrogen with United Arab Emirates", https://www.google.com/url?q=https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Pressemitteilungen/2022/03/20220321-federal-minister-robert-habeck-expand-cooperation-on-hydrogen-with-united-arab-emirates.html&sa=D&source=docs&ust=1663696730911095&usg=AOvVaw1G0gS2BrNRfGA5K1cYkPAy (20.9.2022).

BMWK 2022b: Joint Statement Germany–Norway, https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/J-L/20220316-joint-statement-norway.html (20.9.2022).

BMWK 2022c: Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2022, Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat).

Bordoff, J.; O'Sullivan, M. L. 2021: Green Upheaval, in: Foreign Affairs, https://www.foreignaffairs.com/articles/world/2021-11-30/geopolitics-energy-green-upheaval (23.1.2023).

Brandl, P.; Bui, M.; Hallett, J. P.; MacDowell, N. 2021: Beyond 90 % Capture: Possible, but at What Cost?, in: International Journal of Greenhouse Gas Control 105: 103239, doi: 10.1016/j.ijggc.2020.103239.

Chauvy, R.; De Weireld, G. 2020: CO_2 Utilization Technologies in Europe: A Short Review, in: Energy Technology 8 (12): 2000627, doi: 10.1002/ente.202000627.

Cembureau 2020: Cementing the European Green Deal, Brüssel.

CHP und Mission Innovation 2022: H2 Valley Map, https://h2v.eu/hydrogen-valleys#close (6.10.2022).

Christensen, A. 2020: Assessment of Hydrogen Production Costs from Electrolysis: United States and Europe, https://theicct.org/publication/assessment-of-hydrogen-production-costs-from-electrolysis-united-states-and-europe/ (23.1.2023).

Climate Bonds 2022: Hydrogen Criteria, in: Climate Bonds Initiative, https://www.climatebonds.net/standard/hydrogen (20.9.2022).

CO_2RE 2022: Facility Data: Global CCS Institute, https://co2re.co/FacilityData (23.1.2023).

Committee on Climate Change 2018: Hydrogen in a Low-Carbon Economy Committee on Climate Change, https://www.theccc.org.uk/publication/hydrogen-in-a-low-carbon-economy/ (23.1.2023).

Creamer, T. 2022: Feasibility Study of Namibia's Gigawatt-Scale Green Hydrogen Project to Start this Year, in: Engineering News, https://www.engineeringnews.co.za/article/feasibility-study-of-namibias-gigawatt-scale-green-hydrogen-project-to-start-this-year-2022-06-01 (6.10.2022).

Dos Reis, P.C. 2021: Hydrogen Demand: Several Uses but Significant Uncertainty, Florence School of Regulation, https://fsr.eui.eu/hydrogen-demand-several-uses-but-significant-uncertainty/ (23.1.2023).

EC (European Commission) 2020: A Hydrogen Strategy for a Climate-Neutral Europe, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/865942/EU_Hydrogen_Strategy.pdf (12.1.2023).

EC 2021: Voluntary Schemes, https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/bioenergy/voluntary-schemes_en (20.9.2022).

EC 2022a: Hydrogen: The EU's Hydrogen Strategy Explores the Potential for Renewable Hydrogen to Help Decarbonise the EU in a Cost-Effective Way, https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-systems-integration/hydrogen_en (23.1.2023).

EC 2022b: Electricity Interconnection Targets, https://energy.ec.europa.eu/topics/infrastructure/electricity-interconnection-targets_en (20.9.2022).

EC 2022c: REPowerEU: Joint European Action for More Affordable, Secure and Sustainable Energy, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_1511 (23.1.2023).

EC o. J.: Carbon Capture, Use and Storage, https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-capture-use-and-storage_en (20.9.2022).

EEAS 2022: Energy Policy Is at the Centre of EU Foreign Policy, https://www.eeas.europa.eu/eeas/energy-policy-centre-eu-foreign-policy_en (20.9.2022).

EPRS (European Parliamentary Research Service) 2021: The Potential of Hydrogen for Decarbonising EU Industry, https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/697199/EPRS_STU(2021)697199_EN.pdf (23.1.2023).

ESMAP (Energy Sector Management Assistance Program) 2020: Green Hydrogen in Developing Countries, https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/34398/Green-Hydrogen-in-Developing-Countries.pdf?sequence=1&amp%3Bamp%3BisAllowed=y (23.1.2023).

ExFi Lab 2021: White Paper on Export Finance in the EU: Take Action or Fall Behind!, https://ekf.dk/media/marbx1f3/re-issue_white_paper_on_public_export_finance_in_the_eu_april-2021.pdf (18.11.2022).

FCH 2022: Hydrogen Demand: FCHObservatory, https://www.fchobservatory.eu/observatory/technology-and-market/hydrogen-demand (23.1.2023).

Ferrari, M.; Varone, A.; Stückrad, S.; White, S. 2014: Sustainable Synthetic Fuels, in: IASS Fact Sheet 1 (2014), https://publications.rifs-potsdam.de/rest/items/item_376924_8/component/file_376925/content (23.1.2023).

Filiou, C.; Peteves, S. D.; Tzimas, E.; Veyret, J.-B. 2003: Hydrogen Storage: State-of-the-Art and Future Perspective, Luxemburg, https://www.researchgate.net/publication/255636014_HYDROGEN_STORAGE_STATE-OF-THE-ART_AND_FUTURE_PERSPECTIVE (23.1.2023).

Floristean, A.; Brahy, N. 2019: HyLAW: Deliverable 4.4 – EU Regulations and Directives Which Impact the Deployment of FCH Technologies.

G7 Germany 2022: G7 to Set up Climate Club, https://www.g7germany.de/g7-en/current-information/g7-climate-club-2058310 (20.9.2022).

Germanwatch 2022: G7 in 2022: Towards a Green G7 Hydrogen Action Pact, in: Germanwatch, 15.8.2022.

Gielen, D.; Saygin, D.; Taibi, E.; Birat, J. 2020: Renewables-Based Decarbonization and Relocation of Iron and Steel Making: A Case Study, in: Journal of Industrial Ecology, doi: 10.1111/jiec.12997.

Glöser-Chahoud, S. 2021: Methane Emissions and Related Abatement Technologies from Waste Landfills and the Natural Gas Grid in Europe, TFTEI Technical Secretariat.

Hanke, S. 2022: Wirtschaftsministerium plant CCUS-Strategie, in: Tagesspiegel Background Energie, 5.5.2022.

HBS 2022: Green Hydrogen as a Substitute to Russian Gas: Could Latin America Be an Energy Partner to Europe?, Heinrich-Böll-Stiftung, https://www.boell.de/en/2022/08/23/could-latin-america-be-an-energy-partner-to-europe (20.9.2022).

Herold, A.; Jakob, M.; Kampffmeyer, N.; Kasten, P.; Krieger, S.; Schleicher, T.; Seebach, D. 2021: Sustainability Dimensions of Imported Hydrogen.

Hofste, R. W.; Reig, P.; Schleifer, L. 2019: 17 Countries, Home to One-Quarter of the World's Population, Face Extremely High Water Stress, https://www.wri.org/insights/17-countries-home-one-quarter-worlds-population-face-extremely-high-water-stress (23.1.2023).

IAP UNIDO 2022: Industrial and Innovation Policy Can Speed up the Green Hydrogen Transition, Industrial Analytics Platform, https://iap.unido.org/articles/industrial-and-innovation-policy-can-speed-green-hydrogen-transition (13.9.2022).

IEA 2022a: Rolling Out Cross-Border Hydrogen Trade for the European Union: Event, https://www.iea.org/events/rolling-out-cross-border-hydrogen-trade-for-the-european-union (20.9.2022).

IEA 2022b: Hydrogen Projects Database: Data Product, https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/hydrogen-projects-database (24.11.2022).

IEA 2022c: Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members, https://www.iea.org/reports/achieving-net-zero-heavy-industry-sectors-in-g7-members (23.1.2023).

IEA 2019: The Future of Hydrogen, Paris, https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen (23.1.2013).

ILF; LBST 2021: Requirements for the Production and Export of Green-Sustainable Hydrogen: International Certification Framework and German Off-Taker Survey, Bonn, Eschborn.

IPCC 2022: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change, https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/ (23.1.2023).

IRENA 2019: Hydrogen: A Renewable Energy Perspective, https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Sep/IRENA_Hydrogen_2019.pdf (23.1.2023).

IRENA 2020: Green Hydrogen – Cost Reduction: Scaling up Electrolysers to Meet 1.5°C Climate Goal, https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Dec/IRENA_Green_hydrogen_cost_2020.pdf (23.1.2023).

IRENA 2022a: Global Hydrogen Trade to Meet the 1.5°C Climate Goal: Green Hydrogen Cost and Potential, https://www.irena.org/publications/2022/May/Global-hydrogen-trade-Cost (18.9.2022).

IRENA 2022b: Geopolitics of the Energy Transformation: The Hydrogen Factor, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

ISEAL 2014: Setting Social and Environmental Standards: ISEAL Code of Good Practice, https://www.isealalliance.org/sites/default/files/resource/2017-11/ISEAL_Standard_Setting_Code_v6_Dec_2014.pdf (23.1.2023).

Kalpin, M. C.; Belzley, S. R.; McDonald, T. R.; Hossain, S. Z. 2021: Hydrogen Production from Excess, https://www.hklaw.com/en/insights/publications/2021/03/hydrogen-production-from-excess-renewables (13.9.2022).

Kalt, T.; Tunn, J. 2022: Shipping the Sunshine? A Critical Research Agenda on the Global Hydrogen Transition, in: GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society 31 (2), S. 72–76, doi: 10.14512/gaia.31.2.2.

Klett, G. 2022: Carbon Capture and Storage, Umweltbundesamt, https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/grundwasser/nutzung-belastungen/carbon-capture-storage#klimapolitische-einordnung-von-c (20.9.2022).

Linnerud, K.; Mideksa, T. K.; Eskeland, G. S. 2011: The Impact of Climate Change on Nuclear Power Supply, in: The Energy Journal 32 (1), doi: 10.5547/issn0195-6574-ej-vol32-no1-6.

Martin-Roberts, E.; Scott, V.; Flude, S.; Johnson, G.; Haszeldine, R. S., Gilfillan, S. 2021: Carbon Capture and Storage at the End of a Lost Decade, in: One Earth, doi: 10.1016/j.oneear.2021.10.002.

Meckling, J. 2021: Making Industrial Policy Work for Decarbonization, in: Global Environmental Politics, S. 1–14, doi: 10.1162/glep_a_00624.

Merk, C. 2021: Norway – the Future European Hub for CO_2 Storage?, https://www.ifw-kiel.de/publications/kiel-institute-highlights/highlights-2021-17390/norway-the-future-european-hub-for-co2-storage-17430/ (20.9.2022).

Newell, P.; Mulvaney, D. 2013: The Political Economy of the „Just Transition", in: The Geographical Journal 179 (2), S. 132–140, doi: 10.1111/geoj.12008.

Nuñez-Jimenez, A.; De Blasio, N. 2022: The Future of Renewable Hydrogen in the European Union Market and Geopolitical Implications, Cambridge MA.

Nweke-Eze, C.; Quitzow, R. 2022: The Promise of African Clean Hydrogen Exports: Potentials and Pitfalls, Brookings, https://www.brookings.edu/blog/africa-in-focus/2022/05/10/the-promise-of-african-clean-hydrogen-exports-potentials-and-pitfalls (24.11.2022).

Odenweller, A.; Ueckerdt, F.; Nemet, G. F.; Jensterle, M.; Luderer, G. 2022: Probabilistic Feasibility Space of Scaling up Green Hydrogen Supply, in: Nature Energy, S. 1–12, doi: 10.1038/s41560-022-01097-4.

Olfe-Kräutlein, B. 2022: CO_2-Nutzung für Dummies, Institute for Advanced Sustainability Studies, https://www.iass-potsdam.de/de/ergebnisse/publikationen/2022/co2-nutzung-fuer-dummies (20.9.2022).

Olje Og Energidepartementet 2021: The Norwegian Government's Hydrogen Strategy: Towards a Low Emission Society, https://www.regjeringen.no/contentassets/8ffd54808d7e42e8bce81340b13b6b7d/hydrogenstrategien-engelsk.pdf (23.1.2023).

Osterveer, P. J. M. 2020: Sustainability of Palm Oil and Its Acceptance in the EU, in: Journal of Oil Palm Research 32 (3), S. 365–376, doi: 10.21894/jopr.2020.0039.

Pechan, A.; Eisenack, K. 2014: The Impact of Heat Waves on Electricity Spot Markets, in: Energy Economics 43, S. 63–71, doi: 10.1016/j.eneco.2014.02.006.

Pepermans, G. 2018: European Energy Market Liberalization: Experiences and Challenges, in: International Journal of Economic Policy Studies 13 (1), S. 3–26, doi: 10.1007/s42495-018-0009-0.

Petrollese, M.; Concas, G.; Lonis, F.; Cocco, D. 2022: Techno-Economic Assessment of Green Hydrogen Valley Providing Multiple End-Users, in: International Journal of Hydrogen Energy 47 (57), S. 24.121–24.135, doi: 10.1016/j.ijhydene.2022.04.210.

Port of Rotterdam 2022: Hydrogen in Rotterdam, https://www.portofrotterdam.com/en/port-future/energy-transition/ongoing-projects/hydrogen-rotterdam (23.1.2023).

Quitzow, R.; Renn, O.; Zabanova, Y. 2022: The Crisis in Ukraine: Another Missed Opportunity for Building a More Sustainable Economic Paradigm, in: GAIA 31 (3), S. 135–138.

Renssen, S. van 2020: The Hydrogen Solution?, in: Nature Climate Change 10 (9), S. 799–801, doi: 10.1038/s41558-020-0891-0.

Reyes, E. 2022: Morocco and Germany Overcome Diplomatic Crisis and Unblock Investment in Green Hydrogen, in: Global Affairs and Strategic Studies, https://en.unav.edu/web/global-affairs/marruecos-y-alemania-superan-la-crisis-diplomatica-y-desencallan-las-inversiones-para-el-hidrogeno-verde (15.9.2022).

RISE ESMAP 2019: Scores, https://rise.esmap.org/scores (6.10.2022).

Seck, G. S.; Hache, E.; Sabathier, J.; Guedes, F.; Reigstad, G. A.; Straus, J.; Wolfgang, O.; Ouassou, J. A.; Askeland, M.; Hjorth, I.; Skjelbred, H. I.; Andersson, L. E.; Douguet, S.; Villavicencio, M.; Trüby, J.; Brauer, J.; Cabot, C. 2022: Hydrogen and the Decarbonization of the Energy System in Europe in 2050: A Detailed Model-Based Analysis, in: Renewable and Sustainable Energy Reviews 167: 112779, doi: 10.1016/j.rser.2022.112779.

Simonyi, A.; Svendstorp, M. 2022: How Nordic Wind and Wealth Can Wean Europe off Putin's Gas, Atlantic Council, https://www.atlanticcouncil.org/blogs/energysource/how-nordic-wind-and-wealth-can-wean-europe-off-putins-gas/ (20.9.2022).

Tagliapietra, S.; Veugelers, R. 2020: Green Industrial Policy for Europe, https://www.bruegel.org/sites/default/files/wp_attachments/Bruegel_Blueprint_31_Complete_151220.pdf (23.1.2023).

Tagliapietra, S.; Veugelers, R. 2021: Fostering the Industrial Component of the European Green Deal: Key Principles and Policy Options, in: Intereconomics 2021 (6), S. 305–310.

The Royal Society 2019: Sustainable Synthetic Carbon Based Fuels for Transport: Policy Briefing, London.

Tillier, G. H.; Nadège 2021: High Gas Prices Triple the Cost of Hydrogen Production, ING Think, https://think.ing.com/articles/hold-1of4-high-gas-prices-triples-the-cost-of-hydrogen-production (23.1.2023).

Tovar, M.; Azadegan, O. 2022: Europe Must Set Robust Clean Hydrogen Standards to Mobilise MENA Investment, in: Climate Home News, https://www.climatechangenews.com/2022/06/29/europe-must-set-robust-clean-hydrogen-standards-to-mobilise-mena-investment/ (20.9.2022).

Trollip, H.; McCall, B.; Bataille, C. 2022: How Green Primary Iron Production in South Africa Could Help Global Decarbonization, in: Climate Policy 22 (2), S. 236–247, doi: 10.1080/14693062.2021.2024123.

Ueckerdt, F.; Bauer, C.; Dirnaichner, A.; Everall, J.; Sacchi, R.; Luderer, G. 2021: Potential and Risks of Hydrogen-Based E-Fuels in Climate Change Mitigation, in: Nature Climate Change 11 (5), S. 384–393, doi: 10.1038/s41558-021-01032-7.

UK Government 2021: UK Hydrogen Strategy, https://www.gov.uk/government/publications/uk-hydrogen-strategy (23.1.2023).

Ullman, A. N.; Kittner, N. 2022: Environmental Impacts Associated with Hydrogen Production in La Guajira, Colombia, in: Environmental Research Communications, S. 517–526, doi: 10.1088/2515-7620/ac68c8.

Vijayakumar, V.; Fulton, L.; Shams, M.; Sperling, D. 2022: Creating a Global Hydrogen Economy: Review of International Strategies, Targets, and Policies with a Focus on Japan, Germany, South Korea, and California, doi: 10.7922/G2N014VF.

WAM 2021: UAE Announces Hydrogen Leadership Roadmap, Reinforcing Nation's Commitment to Driving Economic Opportunity Through Decisive Climate Action, https://www.wam.ae/en/details/1395302988986 (6.10.2022).

Westphal, K.; Pastukhova, M.; Pepe, J. M. 2022: Geopolitics of Electricity: Grids, Space and (Political) Power, in: Stiftung Wissenschaft und Politik (SWP), https://www.swp-berlin.org/publikation/geopolitics-of-electricity-grids-space-and-political-power (6.10.2022).

Wettengel, J. 2020: Quest for Climate Neutrality Puts CCS Back on the Table in Germany, in: Clean Energy Wire, https://www.cleanenergywire.org/factsheets/quest-climate-neutrality-puts-ccs-back-table-germany (23.1.2023).

Wietschel, M.; Roth, F.; Fragoso Garcia, J.; Herbst, A.; Kleinschmitt, C.; Wittmann, F.; Breitschopf, B.; Zheng, L.; Eickstein, J.; Neuwirth, M.; Pfluger, B.; Ragwitz, M.; Löschel, A.; Biesewig, Lars, Thiel, Zarah; Voglstätter, C.; Nunez, A.; Quitzow, R.; Kunze, R.; Stamm, A.; Strohmaier, R.; Lorych, L. (2022): Krieg in der Ukraine: Auswirkungen auf die europäische und deutsche Importstrategie von Wasserstoff und Syntheseprodukten, Impultspapier im Rahmen des HYPAT-Projektes, Fraunhofer ISI, Karlsruhe.

Wietschel, M.; Zheng, L.; Arens, M.; Hebling, C.; Ranzmeyer, O.; Schaadt, A.; Hank, C.; Sternberg, A.; Herkel, S.; Kost, C.; Ragwitz, M.; Herrmann, U.; Pfluger, B. 2021: Metastudie Wasserstoff: Auswertung von Energiesystemstudien, Studie im Auftrag des Nationalen Wasserstoffrat, Karlsruhe, Freiburg, Cottbus.

Witecka, W. K.; Sartor, O.; Hauser, P. D.; Oliveira, C.; Joas, F.; Lenck, T.; Peter, F.; Seiler, F.; Schneider, C.; Holtz, G. 2021: Breakthrough Strategies for Climate-Neutral Industry in Europe: Policy and Technology Pathways for Raising EU Climate Ambition, Berlin.

WEITERE VERÖFFENTLICHUNGEN

Gaspreis deckeln, Gas einsparen – Eine europäische Initiative zur Bewältigung der Energiekrise
→ WISO impuls November 2022

Bewertung des Gasauktionsmodells
→ WISO diskurs September 2022

Wer hat, dem wird gegeben? Blinde Flecken der Förderpolitik im Bereich Wissenschaft, Forschung, Innovation und Technologie
→ WISO diskurs September 2022

Neue Klimaziele – Darum kommt der Kohleausstieg früher
→ WISO impuls Dezember 2021

Agrar- und Nährstoffwende – Vergessene Transformationen
→ WISO impuls Dezember 2021

Sozial nachhaltig? Verteilungswirkungen einer CO_2-Bepreisung auf Privathaushalte
→ WISO diskurs Dezember 2021

Resiliente Mobilität – Ansätze für ein krisenfestes soziales Verkehrssystem
→ WISO diskurs Oktober 2021

Zirkuläre Wertschöpfung – Aufbruch in die Kreislaufwirtschaft
→ WISO diskurs 15 / 2021

Technologiefonds – Anschub für die digitale und ökologische Transformation der Industrie
→ WISO direkt 20 / 2021

Kommunen stärken im Kampf gegen den Klimawandel – Das Beispiel energetische Gebäudesanierung
→ WISO direkt 15 / 2021

Prioritäten setzen, Ressourcen bündeln, Wandel beschleunigen – Neue Ansätze in der Industrie- und Technologiepolitik
→ WISO diskurs 02 / 2021

Umdenken! Industrieausnahmen reformieren, Innovationen fördern, Klimaneutralität ermöglichen
→ WISO diskurs 11 / 2020

Umlenken! Subventionen abbauen, Strukturwandel gestalten, Klima schützen
→ WISO diskurs 10 / 2020

Volltexte und weitere Publikationen der Friedrich-Ebert-Stiftung unter
www.fes.de/publikationen

Impressum

© 2023
Friedrich-Ebert-Stiftung

Herausgeberin: Abteilung Analyse, Planung und Beratung
Godesberger Allee 149, 53175 Bonn
Fax 0228 883 9205
www.fes.de/apb
apb-publikation@fes.de

Titelmotiv: picture alliance / R. Goldmann
Gestaltungskonzept: www.leitwerk.com
Umsetzung / Satz: www.stetzer.net
Druck: www.druckerei-brandt.de

Diese Publikation wird aus Mitteln der Franziska- und Otto-Bennemann-Stiftung gefördert.

ISBN: 978-3-98628-237-0

→ Die in dieser Publikation zum Ausdruck gebrachten Ansichten sind nicht notwendigerweise die der Friedrich-Ebert-Stiftung. Eine gewerbliche Nutzung der von der FES herausgegebenen Medien ist ohne schriftliche Zustimmung durch die FES nicht gestattet. Publikationen der Friedrich-Ebert-Stiftung dürfen nicht für Wahlkampfzwecke verwendet werden.

Diese Veröffentlichung diskutiert Schlüsselfragen und Herausforderungen für die Ausgestaltung internationaler Partnerschaften der EU mit potenziellen Partnerländern zum Hochlauf der internationalen Wasserstoffwirtschaft. Im Zentrum stehen sechs politische Zieldimensionen, die europäische Entscheidungsträger_innen bei deren Aufbau besonders beachten sollten: Klimaschutz, die Entwicklung grüner Industrien in Europa, gerechte Übergänge in Partnerländern, Geopolitik, Versorgungssicherheit und wirtschaftliche Machbarkeit. Darauf aufbauend formulieren die Autor_innen neun Botschaften, wie sich eine internationale Wasserstoffwirtschaft als Bestandteil umfassenderer EU-Bemühungen zur Dekarbonisierung entwickeln lässt.

ISBN 978-3-98628-237-0

FRIEDRICH EBERT STIFTUNG