



Brüssel, den 9. Juli 2020
(OR. en)

9390/20

ENER 230
RECH 255
IND 96
CLIMA 147

ÜBERMITTLUNGSVERMERK

Absender: Herr Jordi AYET PUIGARNAU, Direktor, im Auftrag der Generalsekretärin der Europäischen Kommission

Eingangsdatum: 9. Juli 2020

Empfänger: Herr Jeppe TRANHOLM-MIKKELSEN, Generalsekretär des Rates der Europäischen Union

Nr. Komm.dok.: COM(2020) 301 final

Betr.: MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN
Eine Wasserstoffstrategie für ein klimaneutrales Europa

Die Delegationen erhalten in der Anlage das Dokument COM(2020) 301 final.

Anl.: COM(2020) 301 final



EUROPÄISCHE
KOMMISSION

Brüssel, den 8.7.2020
COM(2020) 301 final

**MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN
RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND
DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN**

Eine Wasserstoffstrategie für ein klimaneutrales Europa

DE

DE

1. EINLEITUNG – WARUM WIR EINEN STRATEGISCHEN FAHRPLAN FÜR WASSERSTOFF BRAUCHEN

Wasserstoff erfährt sowohl in Europa als auch weltweit erneut erhöhte und rasch wachsende Aufmerksamkeit. Er kann als Einsatzstoff, Brennstoff oder Energieträger und -speicher und für zahlreiche mögliche Anwendungen in der Industrie, im Verkehr, im Energie- und im Gebäudesektor genutzt werden. Vor allem aber verursacht er bei seiner Nutzung keine CO₂-Emissionen und fast keine Luftschatstoffemissionen. Er bietet somit eine Lösung für die Dekarbonisierung von Industrieverfahren und Wirtschaftszweigen, in denen eine Verringerung der CO₂-Emissionen sowohl dringend erforderlich als auch schwer zu erreichen ist. Aus all diesen Gründen wird Wasserstoff bei der Erfüllung der Verpflichtung der EU, bis 2050 die Klimaneutralität zu erreichen, und bei den weltweiten Bemühungen zur Umsetzung des Übereinkommens von Paris eine maßgebliche Rolle spielen, und dabei gleichzeitig zum Null-Schadstoff-Ziel beitragen.

Bisher macht Wasserstoff jedoch sowohl weltweit als auch in der EU nur einen geringen Teil des Energiemixes aus und wird nach wie vor weitgehend aus fossilen Brennstoffen¹, insbesondere Erdgas oder Kohle, gewonnen, wobei jährlich 70 bis 100 Mio. Tonnen CO₂ ausgestoßen werden. Damit Wasserstoff zur Klimaneutralität beitragen kann, ist es erforderlich, ihn in weitaus größerem Umfang zu nutzen und seine Erzeugung vollständig zu dekarbonisieren.

Bereits in der Vergangenheit herrschte immer wieder großes Interesse an Wasserstoff, doch zum Durchbruch kam es nicht. Heute jedoch eröffnen sich aufgrund des raschen Kostenrückgangs bei den erneuerbaren Energien sowie aufgrund der technischen Entwicklung und der dringend erforderlichen drastischen Verringerung der Treibhausgasemissionen neue Möglichkeiten.

Zahlreiche Indikatoren deuten darauf hin, dass wir uns derzeit einem Wendepunkt nähern. Wöchentlich werden neue Investitionspläne angekündigt, häufig im Gigawattmaßstab. Zwischen November 2019 und März 2020 erhöhten Marktanalysten die Angaben auf der Liste der bis 2030 weltweit geplanten Investitionen in Elektrolyseure von 3,2 GW Elektrolyseleistung auf 8,2 GW (davon 57 % in Europa)², und die Zahl der Länder, die dem Internationalen Wasserstoffrat beigetreten sind, ist von 13 im Jahr 2017 auf derzeit 81 gestiegen.

Es gibt viele Gründe dafür, dass Wasserstoff bei der Verwirklichung des europäischen Grünen Deals und der Energiewende in Europa eine der obersten Prioritäten ist. Den Erwartungen zufolge wird der Energieverbrauch der EU bis 2050 durch die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen zu einem großen Teil, aber nicht vollständig dekarbonisiert. Wasserstoff birgt ein erhebliches Potenzial, um diese Lücke teilweise zu überbrücken, da er – neben Batterien – als Speicher- und als Transportmedium für erneuerbare Energie eine Möglichkeit zum Ausgleich saisonaler Schwankungen bietet und die Anbindung von Produktionsstandorten an entferntere Nachfragezentren gewährleistet. Der im November 2018

¹ In der EU erzeugen die derzeit in Betrieb befindlichen 300 Elektrolyseure weniger als 4 % der gesamten Wasserstoffmenge (*Hydrogen Roadmap Europe*, Gemeinsames Unternehmen „Brennstoffzellen und Wasserstoff“ (FCH-JU), 2019).

² *Green hydrogen pipeline more than doubles in five months*, Wood Mackenzie, April 2020.

veröffentlichten strategischen Vision für eine klimaneutrale EU³ zufolge wird der Anteil von Wasserstoff am europäischen Energiemix bis 2050 voraussichtlich von derzeit weniger als 2 %⁴ auf 13-14 %⁵ steigen.

Darüber hinaus kann Wasserstoff bei einigen CO₂-intensiven Industrieverfahren, z. B. im Stahl- oder Chemiektor, die eingesetzten fossilen Brennstoffe ersetzen und so dazu beitragen, die Treibhausgasemissionen zu senken und die weltweite Wettbewerbsfähigkeit dieser Sektoren weiter zu stärken. Zusätzlich zu dem, was durch Elektrifizierung und andere erneuerbare und CO₂-arme Kraftstoffe erreichbar ist, kann Wasserstoff Lösungen für Teile des Verkehrssystems bieten, bei denen sich die Verringerung der Emissionen schwierig gestaltet. Bei einer schrittweisen Einführung von wasserstoffbasierten Lösungen könnten Teile der bestehenden Erdgasinfrastruktur umgewidmet oder wiederverwendet werden und so zur Vermeidung verlorener Vermögenswerte bei Fernleitungen beitragen.

Neben der Elektrifizierung mit Strom aus erneuerbaren Energiequellen und einer effizienteren und kreislauforientierten Ressourcennutzung wird Wasserstoff eine Rolle im integrierten Energiesystem der Zukunft spielen. Für die EU ist es von entscheidender Bedeutung, sauberen Wasserstoff rasch in großem Maßstab einzusetzen, um auf kosteneffiziente Weise noch ehrgeizigere Klimaschutzziele, d. h. eine Verringerung der Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens 50 % bis 55 %, zu erreichen.

Mit Investitionen in Wasserstoff werden nachhaltiges Wachstum und Arbeitsplätze gefördert, was vor dem Hintergrund der Erholung von der COVID-19-Krise von entscheidender Bedeutung sein wird. Im Aufbauplan der Kommission⁶ wird hervorgehoben, dass Investitionen in umweltfreundliche Schlüsseltechnologien und Wertschöpfungsketten mobilisiert werden müssen. Dabei wird sauberer Wasserstoff als einer der Bereiche hervorgehoben, die im Zusammenhang mit der Energiewende ausschlaggebend sein werden, und es werden mehrere Möglichkeiten zur Unterstützung dieses Bereichs aufgeführt.

Darüber hinaus ist Europa bei der Herstellung von Anlagen zur Erzeugung von sauberem Wasserstoff sehr wettbewerbsfähig und gut aufgestellt, um von einer weltweiten Entwicklung von sauberem Wasserstoff als Energieträger zu profitieren. Die kumulierten Investitionen in erneuerbaren Wasserstoff könnten sich in Europa bis 2050 auf bis zu 180-470 Mrd. EUR belaufen⁷ und für CO₂-armen Wasserstoff aus fossilen Brennstoffen in der Größenordnung von 3-18 Mrd. EUR bewegen. Die Entstehung einer Wasserstoffwertschöpfungskette für eine Vielzahl von Industriezweigen und andere Endanwendungen könnte in Verbindung mit der Führungsrolle der EU bei den Technologien im Bereich der erneuerbaren Energien direkt oder

³ Ein sauberer Planet für alle: Eine Europäische strategische, langfristige Vision für eine wohlhabende, moderne, wettbewerbsfähige und klimaneutrale Wirtschaft (COM(2018) 773).

⁴ Einschließlich der Verwendung von Wasserstoff als Einsatzstoff (*Hydrogen Roadmap Europe*, FCH-JU, 2019).

⁵ Wenn lediglich der Wasserstoffverbrauch für Energiezwecke berücksichtigt wird; in den verschiedenen Szenarien variieren die Anteile zwischen weniger als 2 % und mehr als 23 % im Jahr 2050 (Moya et al., 2019, JRC116452).

⁶ Die Stunde Europas – Schäden beheben und Perspektiven für die nächste Generation eröffnen (COM(2020) 456).

⁷ Schätzungen der Internationalen Agentur für Erneuerbare Energien (IRENA) zufolge müssen zur Erreichung der Ziele des Übereinkommens von Paris etwa 8 % des weltweiten Energieverbrauchs durch Wasserstoff gedeckt werden (Globaler Ausblick Erneuerbare Energien, IRENA, 2020).

indirekt zu Arbeitsplätzen für bis zu 1 Mio. Menschen führen.⁸ Schätzungen von Analysten zufolge könnten 24 % der weltweiten Energienachfrage bis 2050 mit sauberem Wasserstoff gedeckt werden, was einem Jahresumsatz von etwa 630 Mrd. EUR entspricht.⁹

Bisher sind erneuerbarer und CO₂-armer Wasserstoff im Vergleich zu fossilem Wasserstoff jedoch in Bezug auf die Kosten noch nicht wettbewerbsfähig. Um alle Möglichkeiten zu nutzen, die sich im Zusammenhang mit Wasserstoff bieten, benötigt die Europäische Union einen strategischen Ansatz. Die EU-Industrie stellt sich dieser Herausforderung und hat einen ehrgeizigen Plan entwickelt, um bis 2030 zu einer Elektrolyseleistung von 2 x 40 GW zu gelangen¹⁰. Fast alle Mitgliedstaaten haben Pläne für sauberer Wasserstoff in ihre nationalen Energie- und Klimapläne aufgenommen, 26 Mitgliedstaaten haben sich der „Wasserstoffinitiative“¹¹ angeschlossen und 14 Mitgliedstaaten haben Wasserstoff in ihrem nationalen Strategierahmen für den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe berücksichtigt¹². Einige haben bereits nationale Strategien verabschiedet oder sind dabei, eine solche zu verabschieden.

Bei der Einführung von sauberem Wasserstoff in Europa stellen sich jedoch bedeutende Herausforderungen, die weder der private Sektor noch die Mitgliedstaaten allein bewältigen können. Damit beim Ausbau der Erzeugung und Nutzung von Wasserstoff der Wendepunkt überschritten werden kann, sind eine kritische Masse an Investitionen, günstige rechtliche Rahmenbedingungen, neue Leitmärkte, nachhaltige Forschung und Innovation zu bahnbrechenden Technologien und zur Entwicklung neuer Lösungen für den Markt, ein groß angelegtes Infrastrukturnetz, das nur die EU und der Binnenmarkt bieten können, sowie die Zusammenarbeit mit Partnern aus Drittländern erforderlich.

Alle öffentlichen und privaten Akteure auf nationaler und regionaler Ebene in Europa¹³ müssen über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg zusammenarbeiten, um in Europa ein dynamisches Wasserstoffökosystem aufzubauen.

Zur Umsetzung der ehrgeizigen Ziele des europäischen Grünen Deals¹⁴ sowie aufbauend auf der „Neuen Industriestrategie für Europa“¹⁵ und dem Aufbauplan¹⁶ der Kommission wird in dieser Mitteilung eine Vision entworfen, wie die EU sauberen Wasserstoff zu einer tragfähigen Lösung für die schrittweise Dekarbonisierung verschiedener Wirtschaftszweige machen kann, indem in der EU bis 2024 für die Erzeugung von erneuerbarem Wasserstoff Elektrolyseure mit einer Gesamtleistung von mindestens 6 GW und bis 2030 Elektrolyseure mit einer Gesamtleistung von 40 GW installiert werden. In dieser Mitteilung werden die zu

⁸ Ausgehend von dem ehrgeizigen Szenario eines Wasserstoffverbrauchs von 20 Mt (665 TWh) (*Hydrogen Roadmap Europe*, FCH-JU, 2019).

⁹ Erwarteter Umsatz von 696 Mrd. USD (Kurs von 2019). (*Hydrogen Economy Outlook*, BNEF, 2020).

¹⁰ 40 GW in Europa und 40 GW in Europas Nachbarschaft mit Exporten in die EU.

¹¹ Erklärung von Linz, 17./18. September 2018: <https://www.eu2018.at/de/calendar-events/political-events/BNMT-2018-09-17-Informal-TTE.html>.

¹² Eingereicht gemäß der Richtlinie 2014/94/EU.

¹³ Ein Fahrplan für sauberen Wasserstoff – der Beitrag der lokalen und regionalen Gebietskörperschaften zu einem klimaneutralen Europa.

¹⁴ COM(2019) 640 final.

¹⁵ COM(2020) 102 final.

¹⁶ Die Stunde Europas – Schäden beheben und Perspektiven für die nächste Generation eröffnen (COM(2020) 456).

bewältigenden Herausforderungen aufgezeigt, die Hebel beschrieben, die die EU mobilisieren kann, und es wird ein Fahrplan mit Maßnahmen für die kommenden Jahre vorgestellt.

Da die Investitionszyklen im Bereich der sauberen Energie etwa 25 Jahre betragen, ist es jetzt Zeit zu handeln. Dieser strategische Fahrplan bildet einen konkreten politischen Rahmen, in dem die heute offiziell ins Leben gerufene **Europäische Allianz für sauberen Wasserstoff**, ein auf Zusammenarbeit ausgerichtetes Bündnis von Behörden, Industrie und Zivilgesellschaft, aufbauend auf dem Erfolg der Europäischen Batterie-Allianz¹⁷ eine Investitionsagenda und eine Investitionspipeline für konkrete Projekte entwickeln wird. Er ergänzt die zeitgleich vorgestellte **Strategie zur Integration des Energiesystems¹⁸**, in der beschrieben wird, wie mit den derzeitigen Arbeitsschwerpunkten der EU-Energiepolitik, zu denen auch der Ausbau des Wasserstoffbereichs gehört, ein klimaneutrales integriertes Energiesystem auf der Grundlage von Strom aus erneuerbaren Quellen, der Kreislaufwirtschaft sowie erneuerbaren und CO₂-armen Brennstoffen gefördert wird. Beide Strategien tragen zur Verwirklichung der Ziele für nachhaltige Entwicklung sowie der Ziele des Übereinkommens von Paris bei.

2. AUF DEM WEG ZU EINEM WASSERSTOFFÖKOSYSTEM IN EUROPA: EIN FAHRPLAN BIS 2050

Die verschiedenen Methoden zur Erzeugung von Wasserstoff, ihre Treibhausgasemissionen und ihre relative Wettbewerbsfähigkeit

Wasserstoff kann mit einer Vielzahl von Verfahren erzeugt werden. Diese Erzeugungsverfahren weisen je nach verwendeter Technologie und Energiequelle ganz unterschiedliche Emissionen auf und unterscheiden sich hinsichtlich Kostenwirkung und Materialanforderungen. In dieser Mitteilung werden folgende Begriffe verwendet:

- „**Strombasiert Wasserstoff**“ bezeichnet Wasserstoff, der durch Elektrolyse von Wasser (in einem elektrisch betriebenen Elektrolyseur) erzeugt wird, unabhängig davon, aus welcher Energiequelle der genutzte Strom stammt. Die durch die Erzeugung von strombasiertem Wasserstoff über den gesamten Lebenszyklus verursachten Treibhausgasemissionen hängen von der Art der Stromerzeugung ab.¹⁹
- „**Erneuerbarer Wasserstoff**“ bezeichnet Wasserstoff, der durch Elektrolyse von Wasser (in einem elektrisch betriebenen Elektrolyseur) und mit Strom aus erneuerbaren Quellen erzeugt wird. Die durch die Erzeugung von erneuerbarem Wasserstoff über den gesamten Lebenszyklus verursachten Treibhausgasemissionen tendieren gegen null.²⁰ Erneuerbarer Wasserstoff kann auch durch Reformierung von Biogas (anstelle von Erdgas) oder durch

¹⁷ https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/european-battery-alliance_de

¹⁸ COM(2020) 299 final.

¹⁹ Die durch den Strommix der EU von der Erzeugung bis zur Verwendung („Well-to-Gate“) verursachten Treibhausgasemissionen betragen 14 kg CO₂-Äq/kg H₂ (auf der Grundlage der EUROSTAT-Daten von 2018, 252 t CO₂-Äq/GWh), während der weltweite durchschnittliche Strommix Emissionen von 26 kg CO₂-Äq/kg H₂ verursachen würde (IEA, 2019).

²⁰ Die Well-to-Gate-Treibhausgasemissionen von mit erneuerbarer Energie erzeugtem erneuerbaren Wasserstoff tendieren gegen null (IEA, 2019).

biochemische Umwandlung von Biomasse²¹ erzeugt werden, sofern die Nachhaltigkeitsanforderungen eingehalten werden.

- „**Sauberer Wasserstoff**“ bezeichnet erneuerbaren Wasserstoff.
- „**Fossiler Wasserstoff**“ bezeichnet Wasserstoff, der mit einer Vielzahl von Verfahren hergestellt wird, bei denen fossile Brennstoffe als Einsatzstoffe verwendet werden, vor allem Reformierung von Erdgas und Vergasung von Kohle. Der größte Teil des heute erzeugten Wasserstoffs ist fossiler Wasserstoff. Die durch die Erzeugung von fossilem Wasserstoff verursachten Lebenszyklustreibhausgasemissionen sind hoch.²²
- „**Fossiler Wasserstoff mit CO₂-Abscheidung**“ bezeichnet fossilen Wasserstoff, bei dem die bei der Wasserstofferzeugung ausgestoßenen Treibhausgase abgeschieden werden. Die Treibhausgasemissionen, die bei der Erzeugung von fossilem Wasserstoff mit CO₂-Abscheidung oder mit Pyrolyse entstehen, sind niedriger als bei anderem Wasserstoff auf der Grundlage fossiler Brennstoffe, allerdings muss die unterschiedliche Effektivität bei der Abscheidung von Treibhausgasen (maximal 90 %) berücksichtigt werden.²³
- „**CO₂-armer Wasserstoff**“ umfasst fossilen Wasserstoff mit CO₂-Abscheidung und strombasierten Wasserstoff, bei dem die über den gesamten Lebenszyklus entstehenden Treibhausgasemissionen erheblich geringer sind als bei der derzeitigen Wasserstofferzeugung.
- „**Aus Wasserstoff gewonnene synthetische Brennstoffe**“ bezeichnet unterschiedliche gasförmige und flüssige Brennstoffe auf der Grundlage von Wasserstoff und Kohlenstoff. Damit synthetische Brennstoffe als erneuerbare Brennstoffe betrachtet werden können, sollte der Wasserstoffanteil des Synthesegases erneuerbar sein. Zu den synthetischen Brennstoffen gehören beispielsweise synthetisches Kerosin für den Luftverkehr, synthetischer Diesel für Kraftfahrzeuge und verschiedene bei der Herstellung von Chemikalien und Düngemitteln verwendete Moleküle. Synthetische Brennstoffe können je nach Einsatzstoffen und angewandten Verfahren mit ganz unterschiedlichen Mengen an Treibhausgasemissionen verbunden sein. Die bei der Verbrennung synthetischer Brennstoffe entstehenden Luftschatstoffemissionen unterscheiden sich kaum von denen bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe.

Im Hinblick auf die Kosten sind bisher weder erneuerbarer Wasserstoff noch CO₂-armer Wasserstoff, insbesondere fossiler Wasserstoff mit CO₂-Abscheidung, gegenüber fossilem Wasserstoff wettbewerbsfähig. Die Kosten für fossilen Wasserstoff, die in hohem Maße von den Erdgaspreisen abhängen, werden ohne Berücksichtigung der CO₂-Kosten für die EU derzeit auf etwa 1,5 EUR/kg geschätzt. Die derzeitigen geschätzten Kosten für fossilen Wasserstoff mit CO₂-Abscheidung und -Speicherung betragen etwa 2 EUR/kg und für erneuerbaren Wasserstoff 2,5-5,5 EUR/kg.²⁴ Um unter heutigen Bedingungen die Wettbewerbsfähigkeit von fossilem Wasserstoff mit CO₂-Abscheidung gegenüber fossilem

²² Derzeit laufende Bewertung des Angebots an und der Nachfrage nach Biomasse in der EU und weltweit sowie von deren Nachhaltigkeit durch die Kommission und eine geplante, in der EU-Biodiversitätsstrategie (COM(2020) 380 final) angekündigte Studie über die Nachhaltigkeit der Nutzung forstwirtschaftlicher Biomasse für die Energieerzeugung.

²² Die durch Dampfreformierung von Erdgas verursachten Well-to-Gate-Treibhausgasemissionen betragen 9 kg CO₂-Äq./kg H₂ (IEA, 2019).

²³ Die durch Dampfreformierung von Erdgas mit CO₂-Abscheidung und -Speicherung verursachten Well-to-Gate-Treibhausgasemissionen betragen 1 kg CO₂-Äq./kg H₂ bei einer Abscheidungsrate von 90 % und 4 kg CO₂-Äq./kg H₂ bei einer Abscheidungsrate von 56 % (IEA, 2019).

²⁴ Wasserstoffbericht der IEA von 2019 (*Hydrogen Report*, S. 42) sowie ausgehend von den von der IEA für die EU angenommenen Erdgaspreisen von 22 EUR/MWh, Strompreisen zwischen 35 und 87 EUR/MWh und Kapazitätskosten von 600 EUR/kW.

Wasserstoff zu gewährleisten, wären CO₂-Preise in einer Größenordnung von 55-90 EUR pro Tonne CO₂ nötig.²⁵ Die Kosten für erneuerbaren Wasserstoff sinken rasch. Die Kosten für Elektrolyseure haben sich in den letzten zehn Jahren bereits um 60 % verringert und werden sich bis 2030 aufgrund von Skaleneffekten im Vergleich zu heute voraussichtlich halbieren.²⁶ In Regionen, in denen Strom aus erneuerbaren Energiequellen billig ist, werden Elektrolyseure im Jahr 2030 voraussichtlich mit fossilem Wasserstoff konkurrieren können.²⁷ Diese Elemente werden die wichtigsten Triebkräfte für den schrittweisen Ausbau des Wasserstoffbereichs in der gesamten Wirtschaft der EU sein.

Ein Fahrplan für die EU

Priorität hat für die EU die Entwicklung von erneuerbarem Wasserstoff, der hauptsächlich mit Wind- und Sonnenenergie hergestellt wird. Erneuerbarer Wasserstoff ist die Option, die langfristig am besten mit dem Klimaneutralitätsziel der EU und dem Null-Schadstoff-Ziel sowie einem integrierten Energiesystem vereinbar ist. Die Entscheidung für erneuerbaren Wasserstoff stützt sich auf die Stärke der europäischen Industrie bei der Herstellung von Elektrolyseuren, wird in der EU Wachstum und Beschäftigung fördern und zu einem kosteneffizienten integrierten Energiesystem beitragen. Bis 2050 sollte erneuerbarer Wasserstoff – mit zunehmendem Reifegrad der Technik und sinkenden Kosten für die Erzeugungstechnologien – parallel zum Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen schrittweise in immer größerem Maßstab eingesetzt werden. Dieser Prozess muss jetzt eingeleitet werden.

Kurz- und mittelfristig werden jedoch auch andere Arten CO₂-armen Wasserstoffs erforderlich sein, hauptsächlich um die Emissionen der bestehenden Wasserstofferzeugung rasch zu verringern und die Verbreitung von erneuerbarem Wasserstoff zeitgleich und für die Zukunft zu unterstützen.

Der Aufbau des Wasserstoffökosystems in Europa wird **wahrscheinlich schrittweise** und in den einzelnen Wirtschaftszweigen sowie möglicherweise auch in den einzelnen Regionen mit unterschiedlicher Geschwindigkeit verlaufen, was unterschiedliche politische Lösungen erfordert.

In der ersten Phase, von 2020 bis 2024, besteht das strategische Ziel darin, **in der EU für die Erzeugung von erneuerbarem Wasserstoff Elektrolyseure mit einer Elektrolyseleistung von mindestens 6 GW** zu installieren und bis zu **1 Mio. t erneuerbaren Wasserstoff** zu erzeugen²⁸, um die bestehende Wasserstofferzeugung, z. B. im Chemiesektor,

²⁵ Zum gegenwärtigen Zeitpunkt können die Kosten jedoch nur geschätzt werden, da es in der EU derzeit kein derartiges Projekt gibt, bei dem mit dem Bau oder dem Betrieb begonnen wurde.

²⁶ Auf der Grundlage von Kostenbewertungen von IEA, IRENA und BNEF. Die Kosten für Elektrolyseure werden in der Zeit nach 2030 von 900 EUR/kW auf 450 EUR/kW oder weniger und nach 2040 auf 180 EUR/kW sinken. Die Kosten der CO₂-Abscheidung und -Speicherung erhöhen die Kosten der Erdgasreformierung von 810 EUR/kW_{H2} auf 1512 EUR/kW_{H2}. Für 2050 werden die Kosten auf 1152 EUR/kW_{H2} geschätzt (IEA, 2019).

²⁷ Ausgehend von den derzeitigen Strom- und Gaspreisen dürften die Kosten für CO₂-armen fossilen Wasserstoff in der EU im Jahr 2030 bei 2-2,5 EUR/kg und die Kosten für erneuerbaren Wasserstoff bei 1,1-2,4 EUR/kg liegen (IEA, IRENA, BNEF).

²⁸ Bis zu 33 TWh erneuerbarer Wasserstoff könnten erzeugt werden, indem entweder Strom aus erneuerbaren Quellen direkt an die Elektrolyseure angeschlossen oder sichergestellt wird, dass bestimmte Bedingungen, unter anderem die Zusätzlichkeit des genutzten Stroms aus erneuerbaren Quellen, erfüllt sind.

zu dekarbonisieren und den Einsatz von Wasserstoff für neue Endverwendungen wie andere Industrieverfahren und möglicherweise den Schwerlastverkehr zu erleichtern.

In dieser Phase muss die Herstellung von Elektrolyseuren, einschließlich großer Elektrolyseure (bis zu 100 MW), ausgebaut werden. Diese Elektrolyseure könnten neben bestehenden Nachfragezentren in größeren Raffinerien, Stahlwerken und Chemiekomplexen installiert werden. Sie sollten idealerweise direkt mit Energie aus lokalen erneuerbaren Energiequellen betrieben werden. Darüber hinaus werden für die Einführung von Bussen und später Lastkraftwagen, die mit Wasserstoff-Brennstoffzellen betrieben werden, Wasserstofftankstellen benötigt. Somit sind auch Elektrolyseure für die lokale Versorgung von immer mehr Wasserstofftankstellen erforderlich. Verschiedene Arten von CO₂-armem strombasiertem Wasserstoff, insbesondere solche, die nahezu ohne Treibhausgasemissionen erzeugt werden, werden dazu beitragen, die Erzeugung zu steigern und den Wasserstoffmarkt zu vergrößern. Einige der bestehenden Wasserstofferzeugungsanlagen sollten durch Nachrüstung mit Technologien zur CO₂-Abscheidung und -Speicherung dekarbonisiert werden.

Obwohl der Infrastrukturbedarf für den Transport von Wasserstoff begrenzt bleiben wird, da die Nachfrage zunächst durch die Erzeugung in der Nähe oder am Standort gedeckt wird und Wasserstoff in bestimmten Gebieten in das Erdgasnetz eingespeist werden kann, sollte mit der Planung der Fernleitungsinfrastruktur für große und mittlere Entfernung begonnen werden. Für bestimmte Formen von CO₂-armem Wasserstoff wird Infrastruktur für die CO₂-Abscheidung und -Nutzung erforderlich sein.

Die politischen Maßnahmen werden sich insbesondere darauf konzentrieren, den Rechtsrahmen für einen liquiden und gut funktionierenden Wasserstoffmarkt festzulegen und auf den Leitmärkten sowohl Angebots- als auch Nachfrageanreize zu schaffen, unter anderem durch Schließen der Kostenlücke zwischen konventionellen Lösungen und erneuerbarem sowie CO₂-armem Wasserstoff und durch geeignete Vorschriften für staatliche Beihilfen. Durch günstige Rahmenbedingungen lassen sich konkrete Pläne für große Wind- und Solaranlagen speziell für die Erzeugung von erneuerbarem Wasserstoff im Gigawattmaßstab vor 2030 rascher umsetzen.

Die Europäische Allianz für sauberen Wasserstoff wird zum Aufbau einer soliden Investitionspipeline beitragen. Im Rahmen des Aufbauplans der Kommission „Next Generation EU“ werden Finanzierungsinstrumente wie der Politikbereich „Strategische europäische Investitionen“ des Programms „InvestEU“ und der EHS-Innovationsfonds die finanzielle Unterstützung ergänzen und dazu beitragen, die durch die COVID-19-Krise bei den erneuerbaren Energien entstandene Investitionslücke zu schließen.

In einer **zweiten Phase, von 2025 bis 2030**, muss Wasserstoff zu einem wesentlichen Bestandteil eines **integrierten Energiesystems** werden, wobei das strategische Ziel darin besteht, **in der EU bis 2030 für die Erzeugung von erneuerbarem Wasserstoff Elektrolyseure mit einer Elektrolyseleistung von mindestens 40 GW zu installieren und bis zu 10 Mio. t erneuerbaren Wasserstoff zu erzeugen.**²⁹

²⁹ Bis zu 333 TWh erneuerbarer Wasserstoff könnten erzeugt werden, indem entweder Strom aus erneuerbaren Quellen direkt an die Elektrolyseure angeschlossen oder sichergestellt wird, dass bestimmte Bedingungen erfüllt sind, darunter die Zusätzlichkeit des genutzten Stroms aus erneuerbaren Quellen.

In dieser Phase dürfte die Erzeugung erneuerbaren Wasserstoffs gegenüber anderen Arten der Wasserstofferzeugung im Hinblick auf die Kosten allmählich wettbewerbsfähig werden, wobei es jedoch gezielter nachfrageseitiger Maßnahmen bedarf, damit er in der Industrie schrittweise auch für neue Anwendungen wie die **Stahlerzeugung**, Lastkraftwagen, den Schienenverkehr, einige Anwendungen im Seeverkehr und andere Verkehrsträger nachgefragt wird. Erneuerbarer Wasserstoff wird mit der Zeit auch beim Ausgleich eines **auf erneuerbaren Energieträgern beruhenden Stromversorgungssystems** eine Rolle spielen, da Strom aus erneuerbaren Quellen zu Zeiten, in denen er in großen Mengen vorhanden und billig ist, in Wasserstoff umgewandelt werden kann, der Flexibilität bietet. Darüber hinaus wird Wasserstoff für die tägliche oder saisonale Speicherung genutzt werden und als Reserve mit Pufferfunktion³⁰ dienen, wodurch mittelfristig die Versorgungssicherheit verbessert wird.

Darüber hinaus sollten die bestehenden Anlagen zur Erzeugung von fossilem Wasserstoff weiterhin mit Anlagen für die CO₂-Abscheidung nachgerüstet werden, um im Hinblick auf die noch ehrgeizigeren Klimaschutzziele für 2030 die Emissionen von Treibhausgasen und anderen Luftschaadstoffen zu verringern.

Es werden lokale Wasserstoffcluster, z. B. abgelegene Gebiete oder Inseln, oder regionale Wasserstoffökosysteme, sogenannte „Hydrogen Valleys“, entstehen, die auf lokal erzeugten und über kurze Entfernnungen transportierten Wasserstoff auf der Grundlage einer dezentralen Erzeugung erneuerbarer Energien und einer lokalen Nachfrage setzen werden. In solchen Fällen kann Wasserstoff mithilfe einer speziellen Wasserstoffinfrastruktur nicht nur für Anwendungen in der Industrie und im Verkehr sowie für den Systemausgleich im Stromversorgungssystem genutzt werden, sondern auch für die Wärmeversorgung von Wohn- und Geschäftsgebäuden³¹.

In dieser Phase wird eine EU-weite Logistikinfrastruktur erforderlich, und es werden Schritte unternommen werden, um Wasserstoff aus Gebieten mit einem hohem Potenzial im Bereich der erneuerbaren Energien zu Nachfragezentren zu transportieren, die sich möglicherweise in anderen Mitgliedstaaten befinden. Dazu müssen das Rückgrat eines europaweiten Netzes geplant und ein Netz von Wasserstofftankstellen eingerichtet werden. Das bestehende Gasnetz könnte teilweise für den Transport von erneuerbarem Wasserstoff über längere Entfernnungen umgewidmet werden, und es müssten größere Wasserstoffspeicheranlagen entwickelt werden. Auch der internationale Handel, insbesondere mit den Nachbarländern der EU in Osteuropa und den Ländern des südlichen und östlichen Mittelmeerraums, kann sich entwickeln.

Im Hinblick auf die Festlegung politischer Schwerpunkte wird es für einen solchen über einen relativ kurzen Zeitraum erfolgenden kontinuierlichen Ausbau erforderlich sein, die Unterstützung der EU zu verstärken und Investitionen zu fördern, damit ein voll funktionsfähiges Wasserstoffökosystem entstehen kann. Das Ziel der EU bis 2030 ist die Verwirklichung eines offenen und wettbewerbsfähigen EU-Wasserstoffmarktes mit

³⁰ Energiepufferung durch erneuerbaren Wasserstoff ist eine Funktion, die weit über die Speicherung von Strom aus erneuerbaren Quellen hinausgeht. Pufferung bedeutet, dass mithilfe von Wasserstofftransporten und Wasserstoffspeicheranlagen Energie in verschiedenen Regionen bereitgestellt wird. Durch Wasserstoffpufferung könnten (anders als bei der Stromspeicherung) verschiedene Endverbrauchssektoren und Energemarkte miteinander verknüpft werden, und auf bestimmten Wasserstoffmärkten wäre eine Anpassung der Energiepreise möglich.

³¹ Derzeit laufen Pilotprojekte, in denen das Potenzial einer Ersetzung von Erdgasheizkesseln durch Wasserstoffkessel analysiert werden soll.

ungehindertem grenzüberschreitendem Handel und einer effizienten Verteilung des erzeugten Wasserstoffs auf die einzelnen Sektoren.

In einer dritten Phase, von 2030 bis 2050, sollten die Technologien für erneuerbaren Wasserstoff ausgereift sein und in großem Maßstab eingesetzt werden, sodass auch alle Sektoren erreicht werden können, in denen eine Dekarbonisierung schwierig ist und alternative Lösungen möglicherweise nicht umsetzbar sind oder höhere Kosten verursachen.

In dieser Phase muss die Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen massiv erhöht werden, da bis 2050 möglicherweise etwa ein Viertel³² dieses Stroms für die Erzeugung von erneuerbarem Wasserstoff verwendet wird.

Insbesondere könnten Wasserstoff und aus Wasserstoff gewonnene synthetische Brennstoffe, die CO₂-neutral sind, in mehr Wirtschaftszweigen – von der Luftfahrt und der Schifffahrt bis hin zu schwer zu dekarbonisierenden Industrie- und Gewerbegebäuden – in breiterem Umfang genutzt werden. Auch nachhaltiges Biogas kann dabei eine Rolle spielen, indem in Wasserstofferzeugungsanlagen mit CO₂-Abscheidung und -Speicherung Erdgas durch Biogas ersetzt wird, um negative Emissionen zu erzielen, allerdings unter der Bedingung, dass Biomethanleckagen vermieden werden, und nur im Einklang mit den Biodiversitätszielen und den Grundsätzen der EU-Biodiversitätsstrategie für 2030³³.

3. EINE INVESTITIONSGENDA FÜR DIE EU

Um die in diesem strategischen Fahrplan dargelegten Ziele für den Einsatz von Wasserstoff bis 2024 und 2030 zu erreichen, ist eine starke Investitionsagenda erforderlich. Deren Ziele sollten darin bestehen, Synergien zu erzeugen und die Kohärenz der öffentlichen Unterstützung im Rahmen der verschiedenen EU-Fonds und EIB-Finanzierungen sicherzustellen, deren Hebelwirkung zu nutzen und eine Überförderung zu vermeiden.

Die Investitionen in Elektrolyseure könnten sich bis 2030 auf 24-42 Mrd. EUR belaufen. Des Weiteren würden im selben Zeitraum 220-340 Mrd. EUR benötigt, um die Kapazitäten zur Erzeugung von Solar- und Windenergie zu erhöhen und zur Bereitstellung des erforderlichen Stroms Kapazitäten von 80-120 GW direkt an die Elektrolyseure anzuschließen. Die Investitionen für die Nachrüstung der Hälfte der bestehenden Anlagen mit CO₂-Abscheidung und -Speicherung werden auf rund 11 Mrd. EUR geschätzt. Darüber hinaus werden Investitionen in Höhe von 65 Mrd. EUR für den Transport, die Verteilung und die Speicherung von Wasserstoff sowie für Wasserstofftankstellen erforderlich sein.³⁴ Die Investitionen in Erzeugungskapazitäten würden sich bis 2050 in der EU auf 180-470 Mrd. EUR belaufen.³⁵

³² Unter der Annahme, dass der gesamte erneuerbare Wasserstoff mit Strom aus erneuerbaren Quellen erzeugt würde. Auf der Grundlage des langfristigen Dekarbonisierungsszenarios 1.5TECH (COM (2018) 773 final).

³³ COM(2020) 380 final.

³⁴ Ausgehend von dem ehrgeizigen Szenario von 665 TWh bis 2030 (*Hydrogen Roadmap Europe*, FCH-JU, 2019).

³⁵ *Hydrogen generation in Europe: Overview of costs and key benefits* (Anlagenstudie (2020) zur Wasserstofferzeugung in Europa: Überblick über Kosten und Hauptnutzen): Investitionsprojektionen gehen von 40 GW erneuerbarem Wasserstoff und 5 Mt CO₂-armem Wasserstoff bis 2030 aus sowie von einer Gesamtleistung von mit erneuerbarer Energie betriebenen Elektrolyseuren von 500 GW bis 2050.

Schließlich wird auch die Anpassung der Endverbrauchssektoren an die Nutzung von Wasserstoff und wasserstoffbasierte Brennstoffe erhebliche Investitionen erfordern. So sind beispielsweise etwa 160-200 Mio. EUR erforderlich, um in der EU ein typisches Stahlwerk, das kurz vor dem Ende seiner Lebensdauer steht, auf die Nutzung von Wasserstoff umzurüsten. Im Straßenverkehr könnte die Errichtung von 400 kleinen Wasserstofftankstellen (zusätzlich zu den derzeit vorhandenen 100) Investitionen in Höhe von 850-1000 Mio. EUR erfordern.³⁶

Um diese Investitionen und das Entstehen eines vollständigen Wasserstoffökosystems zu unterstützen, bringt die Kommission heute die in der neuen Industriestrategie der Kommission angekündigte **Europäische Allianz für sauberen Wasserstoff** auf den Weg. Die Allianz wird entscheidend dazu beitragen, die Maßnahmen dieser Strategie zu unterstützen und umzusetzen sowie Investitionen zu fördern, die der Steigerung der Erzeugung von erneuerbarem und CO₂-armem Wasserstoff sowie der Ankurbelung der Nachfrage dienen. Sie ist stark in der industriellen Wertschöpfungskette für Wasserstoff – von der Erzeugung über die Fernleitung bis hin zu Mobilität, Industrie, Energie sowie Heizanwendungen – verankert und unterstützt, soweit erforderlich, die damit verbundenen Qualifikationen und Arbeitsmarktanpassungen. In ihr werden die Industrie, nationale, regionale und lokale Behörden sowie die Zivilgesellschaft zusammengebracht. Durch miteinander verknüpfte, sektorbezogene Diskussionsforen für die Führungsebene von Unternehmen sowie eine Plattform für politische Entscheidungsträger wird die Allianz ein breites Forum bieten, um die Investitionen aller Akteure zu koordinieren und die Zivilgesellschaft einzubinden.

Das wichtigste Ziel der Allianz wird darin bestehen, **tragfähige Investitionsprojekte zu ermitteln und mit diesen eine klare Investitionspipeline aufzubauen**. Dies wird koordinierte Investitionen und Maßnahmen entlang der Wasserstoffwertschöpfungskette sowie die Zusammenarbeit zwischen privaten und öffentlichen Akteuren in der gesamten EU erleichtern, da gegebenenfalls öffentliche Unterstützung geleistet wird und private Investitionen mobilisiert werden. Außerdem trägt dies dazu bei, die Sichtbarkeit der Projekte zu erhöhen und ihre Möglichkeiten für eine ausreichende Unterstützung zu verbessern. Neue Projekte zur Errichtung von Anlagen für die Erzeugung von erneuerbarem Wasserstoff mit einer Gesamtleistung von 1,5-2,3 GW laufen bereits oder sind angekündigt; weitere Projekte für Elektrolyseure mit einer Elektrolyseleistung von insgesamt 22 GW³⁷ sind in Planung, müssen aber noch weiter ausgearbeitet und bestätigt werden.

Die Kommission wird auch den Empfehlungen des **Strategischen Forums für wichtige Vorhaben von gemeinsamem europäischem Interesse (IPCEI)**³⁸ nachkommen und gut koordinierte oder gemeinsame Investitionen und Maßnahmen zur Unterstützung einer Wasserstofflieferkette in mehreren Mitgliedstaaten fördern. Die im Rahmen des

³⁶ Unter der Annahme einer Stahlerzeugung von 400 000 t/Jahr (*Hydrogen generation in Europe: Overview of costs and key benefits – Anlagenstudie* (2020) zur Wasserstofferzeugung in Europa: Überblick über Kosten und Hauptnutzen)

³⁷ Kurzfristige Projekte aus den Zehnjahresnetzentwicklungsplänen der ENTSOs und der Datenbank für Wasserstoffprojekte der IEA sowie dem EHS-Innovationsfonds vorgestellte Projekte. Die künftige Projektpipeline beruht auf Schätzungen der Industrie (*Hydrogen Europe: Post Covid-10 and the Hydrogen Sector*, 2020). [https://hydrogogeneurope.eu/sites/default/files/Post%20COVID-19%20for%20the%20Hydrogen%20Sector%20\(2\).pdf](https://hydrogogeneurope.eu/sites/default/files/Post%20COVID-19%20for%20the%20Hydrogen%20Sector%20(2).pdf).

³⁸ *Strengthening Strategic Value Chains for a future-ready EU Industry*. Bericht des Strategischen Forums für wichtige Vorhaben von gemeinsamem europäischem Interesse, <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/37824>.

Strategischen Forums eingeleitete Zusammenarbeit innerhalb des Wasserstoffökosystems wird zu einer raschen Aufnahme der Tätigkeiten im Rahmen der Allianz für sauberen Wasserstoff beitragen. Die Allianz wiederum wird gleichzeitig bei einer Reihe großer Investitionsvorhaben, einschließlich **IPCEI-Projekten**, die Zusammenarbeit entlang der Wasserstoffwertschöpfungskette erleichtern. Das spezifische IPCEI-Instrument ermöglicht es, bei großen grenzüberschreitenden integrierten Projekten für Wasserstoff und aus Wasserstoff gewonnene Brennstoffe, die erheblich zur Verwirklichung der Klimaziele beitragen, staatliche Beihilfen zum Ausgleich von Marktversagen einzusetzen.

Darüber hinaus werden die Kapazitäten des **Programms „InvestEU“** im Rahmen des **neuen Aufbauinstruments „Next Generation EU“** mehr als verdoppelt. Im Rahmen der vier bisherigen Politikbereiche sowie des neuen Politikbereichs für strategische Investitionen von InvestEU wird der Ausbau des Wasserstoffbereichs mit einer starken Hebelwirkung, insbesondere durch Anreize für private Investitionen, weiterhin unterstützt.

Mit der neuen Strategie für ein nachhaltiges Finanzwesen, die bis Ende 2020 verabschiedet werden soll, und der EU-Taxonomie für ein nachhaltiges Finanzwesen³⁹ werden in allen wichtigen Wirtschaftszweigen Investitionen in Wasserstofftechnologien gelenkt, da Tätigkeiten und Projekte gefördert werden, die einen wesentlichen Beitrag zur Dekarbonisierung leisten.

Eine Reihe von Mitgliedstaaten führt erneuerbaren und CO₂-armen Wasserstoff als strategisches Element in ihren nationalen Energie- und Klimaplänen auf. Die Kommission wird sich mit den Mitgliedstaaten über ihre Wasserstoffpläne im Rahmen des Hydrogen Energy Network (HyENet)⁴⁰ austauschen. Die Mitgliedstaaten werden unter anderem auf diesen Plänen und den im Europäischen Semester ermittelten Prioritäten aufbauen müssen, wenn sie im Rahmen der neuen Aufbau- und Resilienzfazilität, mit der die für einen nachhaltigen Aufschwung unabdingbaren Investitionen und Reformen der Mitgliedstaaten unterstützt werden sollen, ihre nationalen Aufbau- und Resilienzpläne erstellen.

Darüber hinaus werden der **Europäische Fonds für regionale Entwicklung und der Kohäsionsfonds**, die von einer Aufstockung im Rahmen der **neuen Initiative REACT-EU** profitieren werden, weiterhin zur Unterstützung des grünen Wandels zur Verfügung stehen. Während der nächsten Förderperiode 2021-2027 wird die Kommission mit den Mitgliedstaaten, regionalen und lokalen Behörden, der Industrie und anderen Interessenträgern zusammenarbeiten, damit diese Fonds durch Technologietransfer, öffentlich-private Partnerschaften sowie Pilotlinien für die Erprobung neuer Lösungen oder die Durchführung frühzeitiger Produktvalidierungen zur Unterstützung innovativer Lösungen im Bereich des erneuerbaren und CO₂-armen Wasserstoffs beitragen. Auch die sich mit dem **Mechanismus für einen gerechten Übergang** bietenden Möglichkeiten für CO₂-intensive Regionen sollten umfassend erschlossen werden. Schließlich werden auch Synergien zwischen der Fazilität „Connecting Europe“ für den Energiesektor und der Fazilität „Connecting Europe“ für den Verkehrssektor genutzt, um eine spezielle Wasserstoffinfrastruktur, die Umwidmung von Gasnetzen, Projekte zur CO₂-Abscheidung und Wasserstofftankstellen zu finanzieren.

³⁹ Verordnung über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen.

⁴⁰ HyENet ist eine informelle Plattform, die von der GD ENER eingerichtet wurde, um die nationalen Behörden in Wasserstofffragen zu unterstützen: https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-system-integration/hydrogen_en.

4. ANKURBELUNG DER NACHFRAGE UND STEIGERUNG DER ERZEUGUNG

Der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft in Europa erfordert einen Ansatz, der die gesamte Wertschöpfungskette umfasst. Die Erzeugung von Wasserstoff aus erneuerbaren oder CO₂-armen Quellen, der Ausbau der Infrastruktur zur Versorgung der Endverbraucher mit Wasserstoff und die Schaffung einer Marktnachfrage müssen parallel verlaufen, damit ein positiver Kreislauf mit einer **Steigerung sowohl des Angebots als auch der Nachfrage im Wasserstoffbereich** ausgelöst wird. Um gegenüber fossilen Brennstoffen in Bezug auf die Kosten Wettbewerbsfähigkeit zu gewährleisten, müssen außerdem die **Versorgungskosten sinken**, was durch niedrigere Kosten für saubere Erzeugungs- und Verteilungstechnologien sowie erschwingliche Preise für die eingesetzten erneuerbaren Energien erreicht werden kann. Eine weitere Option ist in diesem Zusammenhang die netzunabhängige Erzeugung von erneuerbarem Wasserstoff.

Darüber hinaus werden große Mengen an Rohstoffen benötigt.⁴¹ Die Sicherung dieser Rohstoffe sollte daher auch im Aktionsplan zu kritischen Rohstoffen, bei der Umsetzung des neuen Aktionsplans für die Kreislaufwirtschaft und im handelspolitischen Ansatz der EU Berücksichtigung finden, um sicherzustellen, dass der Handel mit diesen Rohstoffen und Investitionen in diese Rohstoffe fair und ohne Marktverzerrungen verlaufen. Um die negativen Auswirkungen des Wasserstoffsektors auf das Klima und die Umwelt auf ein Mindestmaß zu begrenzen, ist außerdem ein Lebenszyklusansatz erforderlich.

Um die Nachfrage nach Wasserstoff anzukurbeln und das Wasserstoffangebot zu steigern, werden wahrscheinlich verschiedene Formen der Unterstützung nötig sein, die im Einklang mit den Zielen dieser Strategie so differenziert werden, dass der Einsatz von erneuerbarem Wasserstoff Vorrang erhält. In einer Übergangsphase wird eine angemessene Unterstützung für CO₂-armen Wasserstoff erforderlich sein, die jedoch nicht zu verlorenen Vermögenswerten führen sollte. Die für 2021 vorgesehene Überarbeitung des Rahmens für staatliche Beihilfen, einschließlich der Leitlinien für staatliche Umweltschutz- und Energiebeihilfen, bietet die Gelegenheit zur Schaffung umfassender und geeigneter Rahmenbedingungen, die es ermöglichen, den europäischen Grünen Deal und insbesondere die Dekarbonisierung, auch in Bezug auf Wasserstoff, voranzubringen und gleichzeitig mögliche Wettbewerbsverzerrungen und nachteilige Auswirkungen in anderen Mitgliedstaaten zu begrenzen.

Ankurbelung der Nachfrage in den Endverbrauchssektoren

Die Schaffung neuer Leitmärkte geht mit dem Ausbau der Wasserstofferzeugung Hand in Hand. Um das Potenzial von Wasserstoff für eine klimaneutrale Wirtschaft kosteneffizient zu nutzen, könnten schrittweise zwei wichtige Leitmärkte – für **industrielle Anwendungen und Mobilität** – entwickelt werden.

Eine unmittelbare Anwendungsmöglichkeit in der **Industrie** besteht darin, in **Raffinerien, bei der Ammoniakherstellung und bei neuen Formen der Methanolherstellung** die

⁴¹ Bei 19 von 29 Rohstoffen, die für Brennstoffzellen- und Elektrolysetechnologien erforderlich sind (z. B. Platinmetalle), ist Europa vollständig von Importen abhängig und benötigt außerdem mehrere kritische Rohstoffe für verschiedene Technologien zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen.

Menge des verwendeten CO₂-intensiven **Wasserstoffs** zu verringern oder ihn zu ersetzen oder bei der **Stahlerzeugung** fossile Brennstoffe teilweise zu ersetzen. In einer zweiten Phase kann Wasserstoff die Grundlage für Investitionen in die in der neuen Industriestrategie der Kommission vorgesehenen CO₂-freien Stahlerzeugungsverfahren in der EU und den Bau der zugehörigen Anlagen bilden.

Im Verkehrssektor ist Wasserstoff eine vielversprechende Option für Fälle, in denen die Elektrifizierung schwieriger ist. In einer ersten Phase kann **Wasserstoff zunächst** für den Eigenbedarf eingeführt werden, z. B. für **Busse im öffentlichen Nahverkehr, gewerbliche Flotten (z. B. Taxis) oder bestimmte Teile des Schienennetzes**, bei denen eine Elektrifizierung nicht möglich ist. Wasserstofftankstellen können problemlos von regionalen oder lokalen Elektrolyseuren versorgt werden, doch ihre Errichtung muss auf der Grundlage einer klaren Analyse des Bedarfs der Flotte und der unterschiedlichen Anforderungen für leichte und schwere Nutzfahrzeuge erfolgen.

Bei schweren Nutzfahrzeugen, einschließlich Reisebussen, Spezialfahrzeugen und Fahrzeugen für den Straßengüterfernverkehr, sollte angesichts der von ihnen verursachten hohen CO₂-Emissionen zusätzlich zur Elektrifizierung auch der Einsatz von Wasserstoff-Brennstoffzellen weiter gefördert werden. Die in der Verordnung über die CO₂-Emissionsnormen festgelegten Ziele für 2025 und 2030 sind wichtige Triebkräfte für die Schaffung eines Leitmarkts für Lösungen auf der Grundlage von Wasserstoff, die erfolgen könnte, sobald die Brennstoffzellentechnologie ausreichend ausgereift und kosteneffizient ist. Die Projekte des Gemeinsamen Unternehmens „Brennstoffzellen und Wasserstoff“ (FCH-JU) im Rahmen von Horizont 2020 zielen darauf ab, die technologische Führungsrolle Europas noch schneller auszubauen.

Wasserstoff-Brennstoffzellenzüge könnten auch auf anderen rentablen Bahnstrecken eingesetzt werden, deren Elektrifizierung schwierig oder nicht kosteneffizient ist. Derzeit werden etwa 46 % des Hauptschienennetzes noch mit Dieseltechnologie betrieben. Bei bestimmten Anwendungsmöglichkeiten im Schienenverkehr (z. B. in Triebwagen) können Wasserstoff-Brennstoffzellen gegenüber Dieselkraftstoff in Bezug auf die Kosten bereits heute wettbewerbsfähig sein.

In der **Binnenschifffahrt und im Kurzstreckenseeverkehr** kann Wasserstoff zu einem alternativen emissionsarmen Kraftstoff werden, zumal im Grünen Deal betont wird, dass die CO₂-Emissionen im Seeverkehr ihren Preis haben müssen. Für den Langstreckenseeverkehr und die Hochseeschifffahrt ist es erforderlich, die Leistung von Brennstoffzellen von einem⁴² auf mehrere Megawatt zu erhöhen und erneuerbaren Wasserstoff für die Herstellung von synthetischen Kraftstoffen, Methanol oder Ammoniak zu nutzen, die eine höhere Energiedichte aufweisen.

Wasserstoff als Einsatzstoff für die Herstellung von flüssigem synthetischem Kerosin und anderen synthetischen Kraft- und Treibstoffen kann längerfristig zu einer Option für die Dekarbonisierung des **Luft- und Seeverkehrs** werden. Bei diesen synthetischen Kraftstoffen handelt es sich um sogenannte Drop-in-Kraftstoffe, die mit der bestehenden Flugzeugtechnologie verwendet werden können, wobei jedoch ihre Auswirkungen auf die

⁴² Im Rahmen des Projekts FLAGSHIP werden in Frankreich und in Norwegen zwei mit Wasserstoff-Brennstoffzellen betriebene Handelsschiffe entwickelt, wobei der erforderliche Wasserstoff vor Ort mit erneuerbarem Strom in Elektrolyseuren mit einer Leistung von 1 MW erzeugt wird.

Energieeffizienz zu berücksichtigen sind. Längerfristig können auch Wasserstoff-Brennstoffzellen, für die eine Anpassung der Flugzeugkonstruktion erforderlich ist, oder wasserstoffbasierte Strahltriebwerke eine Option für den Luftverkehr sein. Um diese ehrgeizigen Ziele zu erreichen, bedarf es eines Fahrplans für die dafür erforderlichen erheblichen langfristigen Forschungs- und Innovationsanstrengungen⁴³, u. a. im Rahmen von Horizont Europa und des Gemeinsamen Unternehmens „Brennstoffzellen und Wasserstoff“ sowie möglicher Initiativen im Rahmen der Wasserstoffallianz.

Die Kommission wird sich mit der Nutzung von Wasserstoff im Verkehrssektor in der künftigen **Strategie für nachhaltige und intelligente Mobilität** befassen, die im Europäischen Grünen Deal angekündigt wurde und vor Ende 2020 vorgelegt werden soll.

Der entscheidende Grund für die begrenzte Nutzung von Wasserstoff in industriellen Anwendungen und im Verkehr sind häufig die höheren Kosten, da beispielsweise zusätzliche Investitionen in die Wasserstoffausrüstung sowie Anlagen für die Speicherung und Bunkerung von Wasserstoff erforderlich sind. Darüber hinaus werden die potenziellen Auswirkungen von Lieferkettenrisiken und Marktunsicherheit durch die aufgrund des internationalen Wettbewerbs knappen Margen für industrielle Endprodukte noch verstärkt.

Daher werden unterstützende Maßnahmen auf der **Nachfrageseite** erforderlich sein. Die Kommission wird verschiedene Möglichkeiten für Anreize auf EU-Ebene in Betracht ziehen, beispielsweise Mindestanteile oder **Quoten für erneuerbaren Wasserstoff oder Wasserstoffderivate in bestimmten Endverbrauchssektoren**⁴⁴ (z. B. in einigen Wirtschaftszweigen wie dem Chemie- oder dem Verkehrssektor), wodurch eine gezielte Steuerung der Nachfrage möglich wäre. In diesem Zusammenhang könnte auch das Konzept der virtuellen Beimischung⁴⁵ untersucht werden.

⁴³ *Hydrogen-powered aviation. A fact-based study of hydrogen technology, economics and climate impact by 2050*, Mai 2020,
https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/FCH%20Docs/20200507_Hydrogen%20Powered%20Aviation%20report_FINAL%20web%20%28ID%208706035%29.pdf.

⁴⁴ Erneuerbarer Wasserstoff wird bereits mit der Erneuerbare-Energien-Richtlinie unterstützt und ist darin ausdrücklich als Mittel genannt, mit dessen Hilfe im Verkehrssektor das sektorspezifische Ziel für erneuerbare Energien erreicht werden kann.

⁴⁵ „Virtuelle Beimischung“ bedeutet, dass das Gesamtvolumen gasförmiger Energieträger (d. h. Methan) einen Wasserstoffanteil aufweist, unabhängig davon, ob diese Gase in derselben Infrastruktur physisch vermischt werden oder sich in gesonderten, für das jeweilige Gas vorgesehenen Infrastrukturen befinden.

Steigerung der Erzeugung

Obwohl etwa 280 Unternehmen⁴⁶ in der Herstellung und der Lieferkette von Elektrolyseuren tätig sind und sich Projekte für die Installation von Elektrolyseuren mit einer Elektrolyseleistung von mehr als 1 GW in Vorbereitung befinden, liegt die europäische Erzeugungskapazität von Elektrolyseuren derzeit bei unter 1 GW pro Jahr. Um das strategische Ziel einer Elektrolyseleistung von 40 GW bis 2030 zu erreichen, sind koordinierte Anstrengungen der Europäischen Allianz für sauberen Wasserstoff, der Mitgliedstaaten und der Vorreiterregionen sowie – solange Wasserstoff hinsichtlich der Kosten noch nicht wettbewerbsfähig ist – Förderregelungen erforderlich. Die für die Steigerung der Wasserstofferzeugung erforderlichen Technologien wie Solar- und Windstrom sowie CO₂-Abscheidung, -Nutzung und -Speicherung werden mit fortschreitendem Ausbau der Lieferkette zunehmend wettbewerbsfähig.

Um den Ausbau des Wasserstoffbereichs anzustoßen, sind in Bezug auf den Übergang Klarheit für die europäische Industrie und Sicherheit für die Investoren erforderlich; insbesondere muss in der gesamten Union klar sein, i) welche Technologien zur Wasserstofferzeugung in Europa entwickelt werden müssen und ii) was als erneuerbarer und CO₂-armer Wasserstoff angesehen werden kann. Das Ziel der EU ist klar: ein integriertes klimaneutrales Energiesystem, in dem Wasserstoff und Strom aus erneuerbaren Quellen eine zentrale Rolle spielen. Da dies eine Herausforderung ist, die sich über einen langen Zeitraum erstrecken wird, muss die EU diesen Übergang sorgfältig planen und dabei den derzeitigen Ausgangspositionen und Infrastrukturen Rechnung tragen, die von Mitgliedstaat zu Mitgliedstaat unterschiedlich sein können.

Die Kommission wird daran arbeiten, auf der Grundlage von Folgenabschätzungen rasch EU-weite Instrumente einzuführen, um einen maßgeschneiderten und unterstützenden politischen Rahmen zu schaffen, der sich in einer Übergangsphase am Nutzen von Wasserstoff im Hinblick auf die Verringerung der CO₂-Emissionen orientiert, und die Kunden zu informieren. Dazu wird eine **gemeinsame Schwelle/Norm für CO₂-Emissionen zur Förderung von Wasserstofferzeugungsanlagen auf der Grundlage ihrer Lebenszyklustreibhausgasemissionen** gehören, die in Abhängigkeit von der **bestehenden EHS-Benchmark**⁴⁷ für die Wasserstofferzeugung festgelegt werden könnte. Des Weiteren sollen eine **umfassende Terminologie und europaweite Kriterien für die Zertifizierung von erneuerbarem und CO₂-armem Wasserstoff** entwickelt werden, möglicherweise auf der Grundlage der bestehenden Überwachung, Berichterstattung und Überprüfung im Rahmen des EHS und der Bestimmungen der Erneuerbare-Energien-Richtlinie⁴⁸. Unter Berücksichtigung der bereits bestehenden CertifHy-Methoden⁴⁹, die durch Initiativen der Industrie im Einklang mit der EU-Taxonomie für nachhaltige Investitionen entwickelt

⁴⁶ 60 % der in der EU tätigen Unternehmen sind kleine und mittlere Unternehmen.

⁴⁷ Bezieht sich nur auf die Dampfreformierung von Methan.

⁴⁸ Nach der Erneuerbare-Energien-Richtlinie kann Wasserstoff, der in einer an das Netz angeschlossenen Anlage erzeugt wird, statistisch als zu 100 % erneuerbar erfasst werden (auch wenn der Anteil von Strom aus erneuerbaren Quellen am Strommix gering ist), sofern bestimmte Bedingungen wie die Zusätzlichkeit des verwendeten erneuerbaren Stroms erfüllt sind. Die Kommission wird 2021 einen delegierten Rechtsakt vorlegen, in dem die Bedingungen festgelegt werden.

⁴⁹ Im Rahmen von CertifHy wurde z. B. auf der Grundlage der bestehenden EHS-Benchmark eine Schwelle für die Lebenszyklustreibhausgasemissionen und ein sich an der Erneuerbare-Energien-Richtlinie orientierendes Emissionsreduktionsziel festgelegt.

wurden, könnte sich dieser Rahmen auf die Lebenszyklustreibhausgasemissionen stützen⁵⁰. Herkunftsachweise und Nachhaltigkeitszertifikate, die bereits gemäß der Erneuerbare-Energien-Richtlinie spezifische, ergänzende Funktionen haben, können eine möglichst kosteneffiziente Erzeugung unterstützen und den EU-weiten Handel erleichtern.

Bei strombasiertem Wasserstoff wird der wachsende Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung zusammen mit der EHS-Obergrenze für die CO₂-Emissionen von Strom in der EU insgesamt im Laufe der Zeit zu niedrigeren vorgelagerten CO₂-Emissionen führen, während in den nachgelagerten Endverbrauchssektoren die fossilen Brennstoffe durch Wasserstoff ersetzt werden. Die CO₂-Emissionen von Strom sind bei der Gestaltung politischer Maßnahmen zur Förderung der Wasserstofferzeugung weiterhin ein wichtiger zu berücksichtigender Faktor, da vermieden werden sollte, dass indirekt die Stromerzeugung als solche gefördert wird. Die Stromnachfrage für die Wasserstofferzeugung sollte insbesondere dann aktiviert werden, wenn Strom aus erneuerbaren Quellen im Netz reichlich vorhanden ist. Im Zusammenhang mit fossilem Wasserstoff mit CO₂-Abscheidung wird sich die Kommission im Rahmen der geplanten EU-Strategie zu Methan mit den vorgelagerten Methanemissionen befassen, die bei der Förderung und beim Transport von Erdgas entstehen, und dazu Abhilfemaßnahmen vorschlagen.

Ein unterstützender politischer Rahmen für den Ausbau des Wasserstoffbereichs

Ein unterstützender politischer Rahmen, der Anreize setzt, muss sicherstellen, dass erneuerbarer Wasserstoff und in einer Übergangsphase CO₂-armer Wasserstoff zu geringstmöglichen Kosten zur Dekarbonisierung beitragen, wobei andere wichtige Aspekte wie die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie und die Auswirkungen auf die Wertschöpfungskette im Energiesystem zu berücksichtigen sind. Die EU verfügt insbesondere mit der Erneuerbare-Energien-Richtlinie und dem Emissionshandelssystem (EHS) bereits über die Grundlage für einen unterstützenden politischen Rahmen, und mit Next Generation EU, dem Klimazielplan für 2030 und der Industriepolitik werden Instrumente und Finanzmittel zur Verfügung gestellt, mit denen die Bemühungen um einen nachhaltigen Aufschwung beschleunigt werden können.

Als marktbares Instrument bietet das EHS mit der Bepreisung von CO₂-Emissionen bereits einen technologieneutralen EU-weiten Anreiz für eine kosteneffiziente Dekarbonisierung in allen von ihm erfassten Sektoren. Diese Funktion wird mit einem gestärkten EHS, dessen Anwendungsbereich – wie im Rahmen des Grünen Deal angekündigt – möglicherweise erweitert wird, zunehmend an Bedeutung gewinnen. Fast die gesamte derzeitige Erzeugung von fossilem Wasserstoff fällt unter das EHS, doch da davon ausgegangen wird, dass für die betreffenden Sektoren⁵¹ ein erhebliches Risiko der Verlagerung von CO₂-Emissionen besteht, erhalten sie kostenlose Zuteilungen von Emissionszertifikaten in voller Höhe der Benchmarks. Wie in der EHS-Richtlinie⁵² vorgesehen, wird die Benchmark für die kostenlose Zuteilung für die Phase 4 aktualisiert. Im Zuge der bevorstehenden **Überarbeitung des EHS** könnte die Kommission prüfen, wie bei angemessener Berücksichtigung des bei einigen Sektoren bestehenden Risikos der Verlagerung von CO₂-Emissionen weitere Anreize für die

⁵⁰ Siehe die Strategie zur Integration des Energiesystems (COM(2020) 299 final).

⁵¹ Insbesondere Raffinerien und die Düngemittelproduktion.

⁵² Richtlinie (EU) 2018/410.

Erzeugung von erneuerbarem und CO₂-armem Wasserstoff geschaffen werden könnten. Sollten in Bezug auf den Klimawandel in der Welt weiterhin unterschiedlich ehrgeizige Ziele verfolgt werden, wird die Kommission im Jahr 2021 ein CO₂-Grenzausgleichssystem vorschlagen, um im Einklang mit den WTO-Regeln dem Risiko der Verlagerung von CO₂-Emissionen zu begegnen, und außerdem untersuchen, was dies für den Ausbau des Wasserstoffbereichs bedeutet.

Da die Erzeugung von erneuerbarem und von CO₂-armem Wasserstoff ausgebaut werden muss, bevor diese wettbewerbsfähig sind, dürften unter Einhaltung der Wettbewerbsregeln **für einige Zeit Förderregelungen erforderlich sein**. Ein mögliches politisches Instrument wäre die Schaffung von Ausschreibungssystemen für CO₂-Differenzverträge (**Carbon Contracts for Difference**). Ein solcher langfristiger Vertrag mit einem öffentlichen Vertragspartner käme dem Investor zugute, da explizit die Differenz zwischen dem CO₂-Ausübungspreis und dem tatsächlichen CO₂-Preis im EHS gezahlt und damit die Kostenlücke⁵³ zur konventionellen Wasserstofferzeugung geschlossen wird. Dort, wo Pilotprojekte für CO₂-Differenzverträge möglich sind, kann die bestehende Wasserstofferzeugung in Raffinerien und in der Düngemittelproduktion sowie bei der **CO₂-armen und kreislauforientierten Herstellung von Stahl und chemischen Grundstoffen** schneller ersetzt und der Einsatz von Wasserstoff und aus Wasserstoff gewonnenen Kraftstoffen wie **Ammoniak** im Seeverkehr sowie von synthetischen CO₂-armen Treibstoffen im Luftverkehr unterstützt werden. Sie könnten, auch mit Unterstützung des EHS-Innovationsfonds, auf EU-Ebene oder auf nationaler Ebene umgesetzt werden. Die Verhältnismäßigkeit solcher Maßnahmen und ihre Auswirkungen auf den Markt sollten sorgfältig geprüft werden, um sicherzustellen, dass sie mit den Leitlinien für staatliche Umweltschutz- und Energiebeihilfen im Einklang stehen.

Schließlich könnten **direkte und transparente, marktisierte Förderregelungen** für erneuerbaren Wasserstoff erwogen werden, bei denen die Fördermittel über Ausschreibungsverfahren zugewiesen werden. Die Koordinierung der marktkonformen Förderung sollte innerhalb eines transparenten, effizienten und wettbewerbsfähigen Wasserstoff- und Strommarktes erfolgen, von dem Preissignale ausgehen, die den durch Elektrolyseure für das Energiesystem erzielten Nutzen (z. B. Flexibilitätsdienste, Erhöhung der Erzeugung erneuerbarer Energien, Verringerung der Belastung durch Anreize für erneuerbare Energien) honorieren.

Insgesamt ermöglicht dieser Ansatz eine differenzierte Unterstützung zur Ankurbelung von Angebot und Nachfrage, da der Wasserstoffart und, im Einklang mit den Regelungen für staatliche Beihilfen, den unterschiedlichen Ausgangspositionen der Mitgliedstaaten Rechnung getragen wird. Für Investitionen in Anlagen und Technologien zur Erzeugung von erneuerbarem und CO₂-armem Wasserstoff wie Elektrolyseure können EU-Mittel beantragt werden. Darüber hinaus könnte die frühzeitige Einführung von erneuerbarem und CO₂-armem Wasserstoff, solange sie noch nicht ausgereift und in Bezug auf die Kosten wettbewerbsfähig geworden sind, in verschiedenen Sektoren anfänglich mit CO₂-Differenzverträgen unterstützt werden. Für erneuerbaren Wasserstoff könnten auch direkte marktisierte Förderregelungen und Quoten in Betracht gezogen werden. Auf diese Weise sollte es möglich sein, in den kommenden zehn Jahren in der gesamten EU die Entwicklung eines Wasserstoffökosystems

⁵³ Der Vertrag würde explizit die Differenz zwischen dem CO₂-Ausübungspreis und dem tatsächlichen CO₂-Preis im EHS abdecken.

von erheblichem Umfang anzustoßen, in dem Wasserstoff anschließend umfassend kommerziell genutzt wird.

5. GESTALTUNG EINES RAHMENS FÜR DIE WASSERSTOFF-INFRASTRUKTUR UND DIE MARKTVORSCHRIFTEN

Die Rolle der Infrastruktur

Eine umfangreiche Nutzung von Wasserstoff als Energieträger in der EU ist nur möglich, wenn die erforderlichen Energieinfrastrukturen zur Verbindung der Angebots- und Nachfrageseite zur Verfügung stehen. Wasserstoff kann über Pipelines transportiert werden. Soweit technisch machbar, kann er jedoch auch netzunabhängig transportiert werden, z. B. mit Lkw oder Schiffen, die an LNG-Terminals andocken. Wasserstoff kann gasförmig oder flüssig in reiner Form transportiert werden oder bei der Beförderung in größere Moleküle (z. B. Ammoniak oder flüssige organische Wasserstoffträger) gebunden sein, die leichter zu transportieren sind. Zudem kann er z. B. in Salzlagerstätten⁵⁴ zyklisch oder saisonal gespeichert werden, sodass der Wasserstoff in Spitzenlastzeiten für die Stromerzeugung zur Verfügung steht, die Wasserstoffversorgung gesichert ist und Elektrolyseure flexibel betrieben werden können.

Der Infrastrukturbedarf für Wasserstoff hängt letztlich von den Mustern der Wasserstofferzeugung und -nachfrage sowie von den Transportkosten ab und ist an die verschiedenen Entwicklungsphasen der Wasserstofferzeugung gekoppelt, die nach 2024 erheblich zunehmen wird. Zudem können für die Erzeugung von CO₂-armem Wasserstoff und synthetischen Brennstoffen Infrastrukturen zur Unterstützung der CO₂-Abscheidung und -Speicherung erforderlich werden. Im Einklang mit der vorstehend beschriebenen schrittweisen Vorgehensweise könnte der Wasserstoffbedarf anfänglich durch die Erzeugung in Industriekластern und Küstengebieten vor Ort (aus dort verfügbaren erneuerbaren Energieträgern oder Erdgas) gedeckt werden, wobei vorhandene „Punkt-zu-Punkt“-Verbindungen zwischen Erzeugung und Bedarf genutzt werden könnten. Anhaltspunkte für mögliche Konzepte könnten die bestehenden Vorschriften für sogenannte geschlossene Verteilernetze, Direktverbindungen oder Ausnahmen in den Gas- und Strommärkten liefern⁵⁵.

In der zweiten Phase könnten lokale Wasserstoffnetze aufgebaut werden, über die der zusätzliche industrielle Bedarf gedeckt werden könnte. Mit dem steigenden Bedarf wird es zudem erforderlich, Erzeugung, Nutzung und Beförderung von Wasserstoff zu optimieren und diesen voraussichtlich auch über größere Strecken zu transportieren. Damit das gesamte System effizient funktioniert, sollten daher die **Vorschriften für die Transeuropäischen Energienetze (TEN-E) überarbeitet und die Binnenmarktvorschriften für wettbewerbsorientierte Gasbinnenmärkte⁵⁶** überprüft werden. Um die Interoperabilität der Märkte für reinen Wasserstoff sicherzustellen, können gemeinsame Qualitätsnormen (z. B.

⁵⁴ In Teesside in Yorkshire, Vereinigtes Königreich, speichert ein britisches Unternehmen 1 Mio. m³ reinen Wasserstoff (95 % H₂ und 3–4 % CO₂) in drei Salzlagerstätten in einer Tiefe von rund 400 m bei 50 bar. Das technische Potenzial, Wasserstoff in Salzlagerstätten zu speichern, entspricht in Europa ca. 85 PWh (Caglayan et al., 2020).

⁵⁵ Siehe Artikel 28 und 38 der Richtlinie 2009/73/EG (ABl. 211 vom 14.8.2009, S. 94) sowie Artikel 7 und 38 der Richtlinie (EU) 2019/944 (ABl. L 158 vom 14.6.2019, S. 125).

⁵⁶ Überprüfung der Richtlinie 2009/73/EG über gemeinsame Vorschriften für den Erdgasbinnenmarkt und der Verordnung (EG) Nr. 715/2009 über die Bedingungen für den Zugang zu den Erdgasfernleitungsnetzen.

Normen für die Reinheit und Schwellenwerte für Verunreinigungen) oder grenzübergreifende betriebliche Regelungen erforderlich werden.

Dieser Prozess sollte mit einer Strategie zum Aufbau eines Betankungsnetzes kombiniert werden, um den Transportbedarf zu decken. Dies sollte bei der Überarbeitung der **Richtlinie über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe** sowie der **Vorschriften für das Transeuropäische Verkehrsnetz (TEN-V)** berücksichtigt werden.

Vor dem Hintergrund der bevorstehenden Einstellung der Lieferung von niederkalorischem Erdgas und des Rückgangs der Erdgasnachfrage nach 2030 könnten Teile der vorhandenen europaweiten Erdgasinfrastruktur umgewidmet werden, um die erforderliche Infrastruktur für einen umfangreichen grenzüberschreitenden Wasserstofftransport zu schaffen. **Eine solche Umwidmung kann in Kombination mit einer (relativ begrenzten) neu gebauten speziellen Wasserstoffinfrastruktur Möglichkeiten für einen kosteneffizienten Wandel im Energiesystem bieten.**⁵⁷

Allerdings stehen die bestehenden Erdgas-Pipelines im Eigentum von Netzbetreibern, die oft nicht das Recht auf Eigentum, Betrieb und Finanzierung von Wasserstoff-Pipelines haben. Damit vorhandene Anlagen umgewidmet werden können, ist es daher zunächst erforderlich, die technische Eignung zu prüfen und im Rahmen der Überarbeitung der Vorschriften für wettbewerbsorientierte dekarbonisierte Gasmärkte – vor dem Hintergrund der Gesamtperspektive des Energiesystems – den Betreibern das Recht auf Finanzierung und Betrieb zu gewähren. Zudem bedarf es einer soliden Infrastrukturplanung, die sich z. B. auf die Zehnjahresnetzentwicklungspläne stützt, damit Investitionsentscheidungen getroffen werden können. Diese Planung sollte die erforderlichen Informationen umfassen und privaten Investoren Anreize bieten, in Elektrolyseure an optimalen Standorten zu investieren. Die Kommission wird daher sicherstellen, dass Wasserstoffinfrastrukturen vollständig in die Infrastrukturplanung einbezogen werden, unter anderem bei der Überarbeitung der Vorschriften für die Transeuropäischen Energienetze und bei der Arbeit an den Zehnjahresnetzentwicklungsplänen. Dabei soll auch die Planung eines Betankungsnetzes berücksichtigt werden.

Ein auf einen geringen Anteil beschränktes „Blending“ (Einspeisen) von Wasserstoff in das Erdgasnetz kann es ermöglichen, in einer Übergangsphase erneuerbaren Wasserstoff dezentral in lokalen Netzen zu erzeugen⁵⁸. Blending ist allerdings weniger effizient und führt zu einer Wertminderung des Wasserstoffs. Zudem ändert das Blending die Qualität des in Europa verbrauchten Gases, und es kann Auswirkungen auf die Auslegung der Gasinfrastruktur, die Endnutzeranwendungen und die grenzübergreifende Interoperabilität des Netzes haben. Blending ist daher mit dem Risiko einer Fragmentierung des Binnenmarktes verbunden, wenn benachbarte Mitgliedstaaten unterschiedliche Blending-Anteile zulassen und die grenzübergreifenden Flüsse somit behindert werden. Daher ist es zunächst erforderlich, die technische Machbarkeit einer Qualitätsanpassung sowie die Kosten für den Umgang mit

⁵⁷ Beispielsweise wird erwartet, dass ein Wasserstoffnetz in Deutschland und den Niederlanden bis zu 90 % aus umgewidmeter Erdgasinfrastruktur bestehen könnte. Umgewidmete Pipelines sind häufig bereits zu einem großen Teil abgeschrieben.

⁵⁸ Auf diese Weise wären zuverlässige Evakuierungswege sowie – bei Kombination mit Förderregelungen – garantierte Einnahmen sichergestellt, wodurch die Erzeugung neue Impulse erhalten würde. Insbesondere für Elektrolyseure, die sich an optimalen Erzeugungsstandorten – und nicht in der Nähe der Nachfrage – befinden, können höhere Investitionen in die Speicherung vor Ort und/oder Beschränkungen der Erzeugung erforderlich werden, wenn nicht ausreichend spezielle Wasserstoffinfrastrukturen zur Verfügung stehen.

Unterschieden in der Gasqualität zu prüfen, um Probleme zu vermeiden. Die geltenden – nationalen bzw. vom CEN entwickelten – Normen für die Gasqualität müssten aktualisiert werden. Zudem kann es erforderlich werden, die Instrumente für die grenzübergreifende Koordinierung und Interoperabilität des Netzes zu verstärken, um einen ungehinderten Gasfluss durch die Mitgliedstaaten sicherzustellen. Diese Optionen sollten hinsichtlich ihres Beitrags zur Dekarbonisierung des Energieversorgungssystems sowie ihrer wirtschaftlichen und technischen Auswirkungen genau untersucht werden.

Förderung eines liquiden Marktes und des Wettbewerbs

Da sich das Potenzial für die Erzeugung von erneuerbarem Wasserstoff in den einzelnen EU-Mitgliedstaaten unterscheidet, ist ein offener und wettbewerbsorientierter EU-Markt mit einem ungehinderten grenzübergreifenden Handel von großer Bedeutung für den Wettbewerb, bezahlbare Preise und die Versorgungssicherheit.

Der Aufbau eines **liquiden Marktes** mit einem warenbasierten Wasserstoffhandel würde neuen Erzeugern den Markteintritt erleichtern und eine verstärkte Integration mit anderen Energieträgern unterstützen. Er würde zu wirksamen Preissignalen für Investitionen und betriebliche Entscheidungen führen. Die für die Strom- und Gasmärkte entwickelten bestehenden Vorschriften für einen effizienten gewerblichen Betrieb, die z. B. den Zugang zu Handelpunkten und Standardproduktdefinitionen betreffen, könnten im Rahmen der Überarbeitung der Gasvorschriften für wettbewerbsorientierte dekarbonisierte Gasmärkte – unter Berücksichtigung der inhärenten Unterschiede – auch für einen Wasserstoffmarkt in Betracht gezogen werden.

Um die Einführung von Wasserstofftechnologien zu fördern und zur Entwicklung eines Marktes beizutragen, in dem auch neue Erzeuger Zugang zu Kunden⁵⁹ haben, sollten **Wasserstoffinfrastrukturen** diskriminierungsfrei **für alle zugänglich** sein. Zur Vermeidung von Wettbewerbsverzerrungen für marktbaserte Tätigkeiten sollten die Netzbetreiber neutral bleiben. Daher müssen Vorschriften für den Netzzugang Dritter und klare Regeln für den Netzanschluss von Elektrolyseuren entwickelt und Hindernisse in den Genehmigungs- und Verwaltungsverfahren beseitigt werden, um den Marktzugang nicht unnötig zu behindern. Durch heute festgelegte klare Vorschriften lassen sich verlorene Investitionen und die Kosten nachträglicher Interventionen vermeiden.

Durch einen offenen und wettbewerbsorientierten EU-Markt, in dem die Preise die Erzeugungskosten der Energieträger, die CO₂-Kosten sowie externe Kosten und den externen Nutzen widerspiegeln, wäre sichergestellt, dass sauberer Wasserstoff auf sichere und effiziente Weise an diejenigen Endnutzer geliefert wird, die dafür den höchsten Preis zu zahlen bereit sind⁶⁰. Um Verzerrungen der relativen Preise der einzelnen Energieträger zu vermeiden, muss die Gleichbehandlung von Wasserstoff gegenüber anderen Energieträgern sichergestellt werden⁶¹. Zuverlässige relative Preissignale ermöglichen es den Energieverbrauchern, fundierte Entscheidungen nicht nur über die Nutzung bestimmter Energieträger zu bestimmten Zwecken zu treffen, sondern auch zu entscheiden, ob sie Energie

⁵⁹ Im Einklang mit der europäischen Säule sozialer Rechte (Grundsatz 20), wonach Technologien die Erschwinglichkeit und Zugänglichkeit wesentlicher Dienstleistungen für alle unterstützen.

⁶⁰ Dies würde mit dem Grundsatz „Energieeffizienz an erster Stelle“ im Einklang stehen.

⁶¹ So sollten z. B. Energieverluste bei der Wasserstofferzeugung oder -konversion nicht sozialisiert werden, wenn dies zu einem unangemessenen Vorteil gegenüber anderen Energieträgern führen würde.

verbrauchen oder nicht, d. h. bei Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen optimal zwischen den verschiedenen Optionen abzuwägen.

6. FÖRDERUNG VON FORSCHUNG UND INNOVATION IM BEREICH DER WASSERSTOFFTECHNOLOGIEN

Die EU fördert Forschung und Innovation im Wasserstoffbereich seit vielen Jahren, zunächst über traditionelle Kooperationsprojekte⁶² und später vor allem im Rahmen des Gemeinsamen Unternehmens „Brennstoffzellen und Wasserstoff“ (FCH JU)⁶³. Dank dieser Bemühungen stehen heute mehrere Technologien kurz vor der Marktreife⁶⁴, und es wurden viel beachtete Projekte mit vielversprechenden Anwendungen⁶⁵ entwickelt. Zudem hat sich die EU eine weltweite Führungsposition im Bereich der Zukunftstechnologien verschafft, insbesondere was Elektrolyseure, Wasserstofftankstellen und Brennstoffzellen im Megawatt-Maßstab betrifft. Durch EU-finanzierte Projekte wurden darüber hinaus die Kenntnisse zu den Vorschriften für die Förderung der Erzeugung und Nutzung von Wasserstoff in der EU verbessert.

Um eine vollständige Wasserstofflieferkette für die europäische Wirtschaft sicherzustellen, sind weitere Forschungs- und Innovationsmaßnahmen erforderlich.

Auf der **Erzeugungsseite** bedarf es dazu **erstens** der Umstellung auf **größere, effizientere und kostenwirksamere Elektrolyseure im Gigawatt-Bereich**, die zusammen mit den Kapazitäten für die Massenproduktion und neuen Werkstoffen Großverbraucher mit Wasserstoff versorgen. Als erster Schritt wird in diesem Zusammenhang dieses Jahr eine Aufforderung zur Einreichung von Vorschlägen für einen 100-MW-Elektrolyseur veröffentlicht. Zudem sollten **Lösungen, die noch einen größeren Schritt von der Marktreife entfernt sind**, durch Anreize gefördert und weiterentwickelt werden, darunter z. B. die Wasserstofferzeugung aus Meeresalgen, die direkte Wasserspaltung mittels Sonnenlicht oder Pyrolyseverfahren, bei denen fester Kohlenstoff als Nebenprodukt entsteht, wobei auch Fragen der Nachhaltigkeit angemessen zu berücksichtigen sind.

Zweitens muss die Infrastruktur weiterentwickelt werden, um Wasserstoff in **großen Mengen** und gegebenenfalls über große Distanzen **verteilen, speichern und liefern** zu können. Darüber hinaus bedarf es weiterer Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsmaßnahmen zur Frage der **Umwidmung bestehender Gasinfrastrukturen** für den Transport von Wasserstoff oder wasserstoffbasierten Brennstoffen.

Drittens müssen großmaßstäbliche Endnutzeranwendungen weiterentwickelt werden, insbesondere in der **Industrie** (z. B. Wasserstoff als Ersatz für Kokskohle bei der Stahlherstellung oder verstärkter Einsatz von erneuerbarem Wasserstoff in der chemischen und petrochemischen Industrie) und im **Verkehr** (z. B. Schwerlaststraßenverkehr,

⁶² Zu den ersten Beispielen zählt die Demonstration eines Wasserstoffbusses im Rahmen des (2003 eingeleiteten) Projekts „CUTE“ und seines Nachfolgeprojekts „HyFLEET: CUTE“, die zu erheblichen Fortschritten bei Brennstoffzellen und Wasserstoffantrieben geführt haben.

⁶³ Das FCH JU ist eine öffentlich-private Partnerschaft, die Forschung und Industrie in Europa auf eine gemeinsame Forschungsgesamtziel hin ausrichtet. Die EU hat das FCH JU in den letzten zehn Jahren mit ca. 900 Mio. EUR gefördert.

⁶⁴ Z. B. Busse, Pkw, Kleinbusse, Materialtransportfahrzeuge und Tankstellen.

⁶⁵ Z. B. E-Fuels für den Luftverkehr, Wasserstoff im Schienenverkehr und Seeverkehr.

Schienenverkehr, Schiffs- und Luftverkehr). Pränormative Forschungsarbeiten, die auch Sicherheitsaspekte umfassen, sollten an den Plänen für die Einführung von Wasserstofftechnologien ausgerichtet werden, sodass bessere, harmonisierte Normen entwickelt werden können.

Schließlich sind weitere Forschungsarbeiten erforderlich, um die Entwicklung politischer Maßnahmen in einer Reihe von Querschnittsbereichen zu unterstützen, insbesondere im Hinblick auf eine **bessere, harmonisierte (Sicherheits-)Normung** und die Überwachung und Bewertung der sozialen und arbeitsmarktpolitischen Auswirkungen. Es müssen zuverlässige Methoden entwickelt werden, um die **Umweltauswirkungen von Wasserstofftechnologien** und den mit ihnen verbundenen Wertschöpfungsketten zu **bewerten**, einschließlich der mit dem gesamten Lebenszyklus verbundenen Treibhausgasemissionen sowie Fragen der Nachhaltigkeit. Angesichts der für die Zukunft zu erwartenden verstärkten Nutzung ist es auch erforderlich, die Sicherung der **Versorgung mit kritischen Rohstoffen bei einer gleichzeitigen Verringerung des benötigten Materials** sowie mögliche Ersatzstoffe und Möglichkeiten für eine Weiterverwendung und das Recycling genau zu prüfen. Dabei ist der Gewährleistung der Versorgungssicherheit und einem hohen Maß an Nachhaltigkeit in Europa angemessen Rechnung zu tragen.

Darüber hinaus ist es erforderlich, Forschung und Innovation in Bezug auf **großmaßstäbliche Projekte mit großen Auswirkungen auf die gesamte Wasserstoff-Wertschöpfungskette** auf EU-Ebene koordiniert zu unterstützen. Dies betrifft z. B. große Elektrolyseure (mit einer Leistung von mehreren 100 MW), die mit umweltfreundlichem Strom versorgt werden und erneuerbaren Wasserstoff z. B. in Industriegebiete oder an umweltfreundliche Flughäfen und Häfen liefern (wie dies im Rahmen des Grünen Deals vorgesehen ist), die wiederum in der Lage sind, die Technologie unter realen Bedingungen zu testen.

Zur Bewältigung all dieser Herausforderungen wird die Kommission eine Reihe von Maßnahmen in den Bereichen Forschung, Innovation und internationale Zusammenarbeit⁶⁶ durchführen, die ihre energie- und klimapolitischen Ziele unterstützen.

Im Zuge des Rahmenprogramms für Forschung und Innovation „Horizont Europa“ ist eine institutionalisierte **Partnerschaft für sauberen Wasserstoff** vorgesehen, die sich insbesondere auf die Erzeugung, Fernleitung, Verteilung und Speicherung von erneuerbarem Wasserstoff sowie auf ausgewählte Endnutzeranwendungen von Brennstoffzellen⁶⁷ konzentriert. Während diese Partnerschaft für sauberen Wasserstoff Forschung, Entwicklung und Demonstration in Technologiebereichen mit dem Ziel unterstützen soll, sie zur Marktreife zu führen, werden im Rahmen der Allianz für sauberen Wasserstoff Ressourcen gebündelt, um für Skaleneffekte zu sorgen und die Erzeugung im industriellen Maßstab zu fördern und somit die Kosten weiter zu senken und die Wettbewerbsfähigkeit zu steigern. Darüber hinaus schlägt die Kommission vor, die Förderung von Forschung und Innovation im Bereich der Endnutzeranwendungen von Wasserstoff in Schlüsselsektoren durch Synergien mit wichtigen Partnerschaften im Rahmen von Horizont Europa zu verstärken, insbesondere in den Bereichen Verkehr⁶⁸ und Industrie⁶⁹. Eine enge Zusammenarbeit zwischen diesen

⁶⁶ Zu internationalen Maßnahmen in den Bereichen Forschung und Innovation siehe Teil 7.

⁶⁷ Da Brennstoffzellen- und Elektrolyseur-Technologien viele Ähnlichkeiten aufweisen.

⁶⁸ Die vorgesehenen Partnerschaften für Forschung und Entwicklung im Verkehrsbereich, darunter z. B. 2Zero, Zero Emission Waterborne Transport und Clean Aviation im Rahmen von Horizont Europa, sollen

Partnerschaften würde dazu beitragen, die Entwicklung der Wasserstoff-Lieferketten zu unterstützen und Investitionen zu fördern.

Zudem können mit den Mitteln **des EHS-Innovationsfonds**, über den im Zeitraum 2020-2030 insgesamt etwa 10 Mrd. EUR zur Unterstützung CO₂-armer Technologien gebündelt werden, neuartige Demonstrationsprojekte für innovative wasserstoffbasierte Technologien gefördert werden. Der Fonds kann die Risiken großer und komplexer Projekte erheblich verringern und bietet daher die einzigartige Gelegenheit, diese Technologien auf eine breit angelegte Einführung vorzubereiten. Eine erste Aufforderung zur Einreichung von Vorschlägen im Rahmen des Fonds wurde am 3. Juli 2020 veröffentlicht.

Darüber hinaus wird die Kommission durch spezielle Instrumente (z. B. Demonstrationsprojekte im Energiebereich im Rahmen von InnovFin, InvestEU) gezielt dazu beitragen, die erforderlichen Kapazitäten für die Vorbereitung finanziell solider und wirtschaftlich tragfähiger Wasserstoffprojekte aufzubauen, soweit diese in den einschlägigen nationalen und regionalen Programmen vorrangig vorgesehen sind. Dies kann auch mit Beratung und technischer Unterstützung im Rahmen der Kohäsionspolitik, der Beratungsplattformen der Europäischen Investitionsbank oder im Zuge von Horizont Europa kombiniert werden. So unterstützt beispielsweise die „European Hydrogen Valleys Partnership“⁷⁰ bereits Innovationen im Bereich der Wasserstoff-Ökosysteme. In der nächsten Förderperiode wird die Entwicklung innovativer Wertschöpfungsketten durch ein spezielles interregionales Instrument für Innovationsinvestitionen im Rahmen des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung gefördert, das auch eine Pilotmaßnahme im Bereich der Wasserstofftechnologien in CO₂-intensiven Regionen umfasst.

Auch im Rahmen der Prioritäten des Europäischen Strategieplans für Energietechnologie (SET-Plan)⁷¹ wird die Zusammenarbeit mit Forschungs- und Innovationsmaßnahmen der Mitgliedstaaten sichergestellt. Darüber hinaus werden Synergien mit anderen Instrumenten wie dem Innovationsfonds oder den Strukturfonds angestrebt, um den großen Sprung von der Entwicklung zur Marktreife mithilfe neuartiger Demonstrationsprojekte bewältigen zu können. Dabei soll das breite Spektrum an Möglichkeiten für erneuerbaren sowie für CO₂-armen Wasserstoff in der gesamten EU berücksichtigt werden.

7. INTERNATIONALE DIMENSION

Die internationale Dimension ist ein integraler Bestandteil des Konzepts der EU. Sauberer Wasserstoff eröffnet neue **Möglichkeiten, die Partnerschaft Europas mit benachbarten Ländern und Regionen** sowie mit internationalen, regionalen und bilateralen Partnern **im Energiebereich neu zu gestalten**, das Angebot **stärker** zu diversifizieren und für stabile und sichere Lieferketten zu sorgen.

Im Einklang mit der externen Dimension des europäischen Grünen Deals hat die EU ein strategisches Interesse daran, Wasserstoff auf ihrer außenpolitischen Agenda im

Forschungs- und Innovationsmaßnahmen im Bereich der Wasserstoffanwendungen für den Verkehr in die Wege leiten.

⁶⁹ Z. B. im Bereich der sauberen Stahlerzeugung, der Kreislaufwirtschaft und der klimaneutralen Industrien.

⁷⁰ Dies wird von der Plattform für intelligente Spezialisierung zur industriellen Modernisierung (S3) unterstützt.

⁷¹ Insbesondere die Maßnahmen des SET-Plans, die die Nutzung von Wasserstoff betreffen, darunter Maßnahmen in den Bereichen Industrie, Brennstoffe und CO₂-Abscheidung, -Speicherung und -Nutzung (CCSU).

Energiebereich prioritär zu behandeln. Dazu sollte sie weiterhin in die internationale Zusammenarbeit in den Bereichen Klima, Handel und Forschung investieren, ihre Agenda aber auch um neue Bereiche erweitern.

Die Grundlage für die internationale Zusammenarbeit im Wasserstoffbereich bildet seit vielen Jahren die Forschung. So hat die EU zusammen mit den USA und Japan die ambitioniertesten Forschungsprogramme zu verschiedenen Teilen der Wasserstoff-Wertschöpfungskette entwickelt, und als erstes Instrument wurde in diesem Zusammenhang die **Internationale Partnerschaft für die Wasserstoffwirtschaft (IPHE)** eingerichtet.

Das Interesse an sauberem Wasserstoff steigt heute weltweit. In mehreren Ländern werden daher im Einklang mit nationalen Wasserstoffstrategien ehrgeizige Forschungsprogramme entwickelt⁷², sodass sich ein internationaler Wasserstoff-Handelsmarkt entwickeln dürfte. Die USA und China investieren massiv in Forschung und industrielle Entwicklung im Wasserstoffbereich. Einige der heutigen Gaslieferanten der EU sowie Länder mit einem großen Potenzial im Bereich der erneuerbaren Energien prüfen derzeit Möglichkeiten, aus erneuerbaren Energien erzeugten Strom oder sauberen Wasserstoff in die EU zu exportieren. Beispielsweise könnte Afrika aufgrund seines enormen Potenzials im Bereich der erneuerbaren Energien – und angesichts der geografischen Nähe insbesondere Nordafrika – preislich wettbewerbsfähigen erneuerbaren Wasserstoff in die EU⁷³ liefern. Dazu müsste sich die Verbreitung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in diesen Ländern stark beschleunigen.

In diesem Zusammenhang sollte die EU aktiv neue **Möglichkeiten für die Zusammenarbeit im Bereich der sauberen Wasserstofftechnologien mit Nachbarländern und -regionen unterstützen, um dort zur Umstellung auf eine saubere Energieerzeugung beizutragen und nachhaltiges Wachstum und eine nachhaltige Entwicklung zu fördern**. Angesichts der natürlichen Ressourcen, der physischen Verbindungen und der technischen Entwicklung sollten Länder der östlichen Nachbarschaft, insbesondere die Ukraine, sowie die Länder der südlichen Nachbarschaft in diesem Zusammenhang vorrangige Partner sein. Die Zusammenarbeit sollte von Forschung und Innovation bis hin zu Regulierungsstrategien, Direktinvestitionen und einem unverfälschten und fairen Handel mit Wasserstoff sowie von Wasserstoff und seinen Derivaten bis hin zu den damit verbundenen Technologien und Dienstleistungen reichen. Nach Schätzungen der Industrie könnten bis 2030 in der östlichen und südlichen Nachbarschaft Elektrolyseure mit einer Leistung von 40 GW installiert werden und damit die Grundlage für einen nachhaltigen grenzübergreifenden Handel mit der EU bilden. Die Umsetzung dieser ehrgeizigen Ziele und die Lieferung erheblicher Mengen an erneuerbarem Wasserstoff in die EU sollten in die Zusammenarbeit und Diplomatie im Energiebereich einbezogen werden.

Zur Förderung von Investitionen in sauberen Wasserstoff in der europäischen Nachbarschaft wird die Kommission die verfügbaren Finanzinstrumente mobilisieren, einschließlich der Nachbarschaftsinvestitionsplattform, die seit vielen Jahren Projekte zur Förderung der Umstellung auf eine umweltfreundliche Energieerzeugung in Partnerländern finanziert. Zudem wäre die Kommission bereit, neue wasserstoffbezogene Projektvorschläge

⁷² Z. B. Australien, Kanada, Norwegen, Südkorea und mehrere EU-Mitgliedstaaten.

⁷³ Dazu müsste sich die Verbreitung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in diesen Ländern stark beschleunigen.

internationaler Finanzinstitutionen gegebenenfalls durch eine Kofinanzierung mit dieser Mischfinanzierungsfazilität zu unterstützen, z. B. im Zusammenhang mit dem Investitionsrahmen für den westlichen Balkan⁷⁴.

Die Stabilisierungs- und Assoziierungsabkommen der EU mit dem westlichen Balkan sowie die Assoziierungsabkommen mit **Nachbarschaftsländern** bilden den politischen Rahmen für die Teilnahme dieser Länder an gemeinsamen Forschungs- und Entwicklungsprogrammen mit der EU im Wasserstoffbereich. Als regionale und sektorale Foren für die internationale Zusammenarbeit spielen **die Energie- und die Verkehrsgemeinschaft** bei der Förderung der Verbreitung von EU-Vorschriften, Normen und sauberem Wasserstoff eine zentrale Rolle, auch was den Aufbau neuer Infrastrukturen, z. B. Tankstellennetze, und gegebenenfalls die Umwidmung bestehender Erdgasnetze betrifft. Darüber hinaus wird die Teilnahme der Länder des westlichen Balkans und der Ukraine an der Allianz für sauberen Wasserstoff unterstützt.

Die energiepolitischen Dialoge mit Partnern in der **südlichen Nachbarschaft** werden dazu beitragen, eine gemeinsame Agenda festzulegen und umzusetzen sowie Projekte und gemeinsame Tätigkeiten zu bestimmen. Zudem sollte die Zusammenarbeit mit der Industrie im Rahmen regionaler Kooperationsforen gefördert werden, zu denen z. B. das „Observatoire Méditerranéen de l’Energie“ zählt. Die Kommission wird im Rahmen der **afrikanisch-europäischen Initiative für „grüne Energie“**⁷⁵ Möglichkeiten prüfen, das Bewusstsein öffentlicher und privater Partner für die mit sauberem Wasserstoff verbundenen Möglichkeiten zu fördern. Dazu sollen auch gemeinsame Forschungs- und Innovationsprojekte durchgeführt werden. Zudem wird sie die Förderung möglicher Projekte durch den Europäischen Fonds für nachhaltige Entwicklung in Betracht ziehen⁷⁶.

Wasserstoff könnte allgemein ein fester Bestandteil der internationalen, regionalen und bilateralen Maßnahmen der EU im Energiebereich und in der Diplomatie werden und auch in die Bereiche Klima, Forschung, Handel und internationale Zusammenarbeit einbezogen werden. Eine breite Einigung mit internationalen Partnern ist von entscheidender Bedeutung, um die Voraussetzungen für den Aufbau eines weltweiten, auf Regeln gestützten Marktes zu schaffen, der zu einer sicheren und wettbewerbsorientierten Wasserstoffversorgung des EU-Marktes beiträgt. Um Marktbarrieren und Handelsverzerrungen zu verhindern, müssen wir frühzeitig handeln. Dazu wird im Rahmen der laufenden Überprüfung der EU-Handelspolitik untersucht, wie mögliche Verzerrungen und Barrieren für Handel und Investitionen im Wasserstoffbereich vermieden werden können. Zudem könnten bilaterale Dialoge unterstützt werden, um die Verbreitung von EU-Vorschriften, -Normen und -Technologien zu fördern.

Darüber hinaus sollte die EU in **multilateralen Foren** die Entwicklung internationaler Normen und die Festlegung gemeinsamer Definitionen und Methoden für die Bestimmung der Gesamtemissionen jeder erzeugten und zum Endnutzer transportierten Einheit Wasserstoff sowie die Festlegung internationaler Nachhaltigkeitskriterien fördern. Die EU engagiert sich

⁷⁴ Dieser erhält Mittel aus dem EU-Instrument für Heranführungshilfe sowie Beiträge der Internationalen Finanzinstitutionen, die zu seiner Plattform gehören.

⁷⁵ Die afrikanisch-europäische Initiative für „grüne Energie“ wurde in der Mitteilung „Auf dem Weg zu einer umfassenden Strategie mit Afrika“ beschrieben (JOIN(2020) 4 final vom 9.3.2020).

⁷⁶ Der Europäische Fonds für nachhaltige Entwicklung (EFSD) fördert Investitionen in Afrika und den Nachbarländern der EU, um zur Verwirklichung zur Verwirklichung der Agenda 2030 der Vereinten Nationen, ihrer Ziele für nachhaltige Entwicklung sowie des Übereinkommens von Paris beizutragen.

bereits stark in der IPHE und nimmt in einer leitenden Rolle an der neuen Maßnahme für sauberen Wasserstoff im Rahmen des Wasserstoff-Forums der Ministerkonferenz für saubere Energie (Clean Energy Ministerial Hydrogen initiative, CEM H2I) teil. Zudem könnte die internationale Zusammenarbeit im Rahmen internationaler Normungsgremien und weltweiter technischer Regeln der Vereinten Nationen (UN-ECE, Internationale Seeschifffahrtsorganisation) verstärkt werden, um z. B. die Vorschriften für Wasserstofffahrzeuge im Automobilbereich zu harmonisieren. Auch die Zusammenarbeit im Rahmen der G20 sowie mit der Internationalen Energie-Agentur (IEA) und der Internationalen Agentur für Erneuerbare Energien (IRENA) bietet Möglichkeiten für einen Austausch über Erfahrungen und bewährte Verfahren.

Nicht zuletzt ist es wichtig, die Entwicklung eines strukturierten internationalen Wasserstoffmarktes in Euro zu fördern, um die Wechselkursrisiken für EU-Marktteilnehmer sowohl bei Importen als auch bei Exporten zu verringern. Da der Wasserstoffmarkt gerade erst entsteht, wird die Kommission eine **Benchmark für auf Euro lautende Wasserstoff-Transaktionen** entwickeln, um zur Stärkung der Rolle des Euro beim Handel mit nachhaltiger Energie beizutragen.

8. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Erneuerbarer Wasserstoff und CO₂-armer Wasserstoff können als Ersatz für fossile Brenn- und Einsatzstoffe in schwer zu dekarbonisierenden Sektoren dazu beitragen, die Treibhausgasemissionen bis 2030 zu verringern und in der EU neue wirtschaftliche Impulse zu setzen. Zudem sind sie zentrale Bausteine beim Aufbau einer klimaneutralen und schadstofffreien Wirtschaft bis 2050. Darüber hinaus bietet erneuerbarer Wasserstoff eine einzigartige Gelegenheit für Forschung und Innovationen und ermöglicht es so, die technologische Spitzenposition Europas zu erhalten und auszubauen und entlang der gesamten Wertschöpfungskette überall in der EU Wachstum und Beschäftigung zu fördern.

Die Voraussetzung hierfür sind ehrgeizige und gut koordinierte politische Maßnahmen auf nationaler und europäischer Ebene sowie diplomatische Maßnahmen mit internationalen Partnern im Energie- und Klimabereich. In dieser Strategie werden unterschiedliche Bereiche politischer Maßnahmen miteinander vereint, um die gesamte Wertschöpfungskette abzudecken und industrie-, markt- und infrastrukturbezogene Aspekte mit der Forschungs- und Innovationsperspektive und der internationalen Dimension zu verknüpfen. So sollen im Interesse einer klimaneutralen Wirtschaft die erforderlichen Voraussetzungen für den Ausbau der Wasserstoffversorgung und -nutzung geschaffen werden. Die Kommission lädt das Parlament, den Rat, die anderen EU-Organe, die Sozialpartner und alle Interessenträger zu Gesprächen darüber ein, wie wir das Potenzial von Wasserstoff zur Dekarbonisierung unserer Wirtschaft und zur Stärkung ihrer Wettbewerbsfähigkeit nutzen können, wobei die in dieser Mitteilung dargestellten Maßnahmen die Grundlage bilden sollen.

ZENTRALE MAßNAHMEN

Eine Investitionsagenda für die EU

- Entwicklung einer Investitionsagenda im Rahmen der **Europäischen Allianz für sauberen Wasserstoff**, um die weitere Verbreitung der Erzeugung und Nutzung von

Wasserstoff zu stimulieren und eine konkrete Projekt-Pipeline aufzubauen (bis Ende 2020).

- Unterstützung **strategischer Investitionen** in sauberen Wasserstoff im Rahmen des Aufbauplans der Kommission, insbesondere im Politikbereich „**Strategische europäische Investitionen**“ von InvestEU (ab 2021).

Ankurbelung der Nachfrage und Steigerung der Erzeugung

- Vorschlag von Maßnahmen zur Förderung der Nutzung von Wasserstoff und seiner Derivate im Verkehrssektor im Rahmen der anstehenden **Strategie der Kommission für nachhaltige und intelligente Mobilität** und der damit verbundenen politischen Initiativen (2020).
- **Prüfung weiterer Fördermaßnahmen** für erneuerbaren Wasserstoff, **darunter nachfrageseitige Maßnahmen in den Endverbrauchssektoren**, auf der Grundlage der vorhandenen Bestimmungen der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (bis Juni 2021).
- Arbeit an der Entwicklung einer gemeinsamen Schwelle/Norm für die CO₂-Emissionen zur Förderung von Wasserstoff-Erzeugungsanlagen auf der Grundlage der Lebenszyklus-THG-Emissionen (bis Juni 2021).
- Arbeit an der Einführung einer **umfassenden Terminologie und europaweiter Kriterien für die Zertifizierung** von erneuerbarem und CO₂-armem Wasserstoff (bis Juni 2021).
- Entwicklung eines Pilotprojekts – vorzugsweise auf EU-Ebene – für ein Programm im Bereich der CO₂-Differenzverträge („**Carbon Contracts for Difference**“), insbesondere zur Unterstützung der CO₂-armen und kreislauforientierten Herstellung von Stahl und chemischen Grundstoffen.

Schaffung unterstützender Rahmenbedingungen: Förderregelungen, Marktvorschriften und Infrastruktur

- **Einleitung der Wasserstoff-Infrastrukturplanung**, auch im Rahmen der Transeuropäischen Energie- und Verkehrsnetze und der Zehnjahresnetzentwicklungspläne (2021), unter Berücksichtigung der Planung eines Betankungsnetzes.
- Beschleunigung des **Aufbaus unterschiedlicher Betankungsinfrastrukturen** im Rahmen der Überarbeitung der Richtlinie über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe sowie der Verordnung über das Transeuropäische Verkehrsnetz (2021).
- Entwicklung unterstützender **Marktvorschriften für die Einführung von Wasserstofftechnologien**, auch durch Beseitigung der Hindernisse für eine effiziente Entwicklung der Wasserstoffinfrastruktur (z. B. durch Umwidmung) und Sicherstellung des Zugangs von Wasserstofferzeugern und -kunden zu liquiden Märkten sowie Gewährleistung der Integrität des Gasbinnenmarktes im Rahmen der anstehenden Überarbeitung von Rechtsvorschriften (z. B. Überprüfung der Gasvorschriften für wettbewerbsfähige dekarbonisierte Gasmärkte (2021)).

Förderung von Forschung und Innovation im Bereich der Wasserstofftechnologien

- **Einleitung von Aufforderungen zur Einreichung von Vorschlägen für einen 100-MW-Elektrolyseur sowie für umweltfreundliche Flughäfen und Häfen im Zuge der Aufforderung zum europäischen Grünen Deal im Rahmen des Programms Horizont 2020 (3. Quartal 2020).**
- Aufbau der vorgeschlagenen **Partnerschaft für sauberen Wasserstoff** mit folgenden Schwerpunkten: Erzeugung, Speicherung, Transport und Verteilung von erneuerbarem Wasserstoff sowie zentrale Komponenten für vorrangige Endnutzeranwendungen von sauberem Wasserstoff bei Gewährleistung wettbewerbsfähiger Preise (2021).
- Steuerung der Entwicklung **zentraler Pilotprojekte zur Unterstützung der Wasserstoff-Wertschöpfungsketten** in Abstimmung mit dem SET-Plan (ab 2020).
- Unterstützung der Demonstration innovativer wasserstoffbasierter Technologien durch Einleitung von Aufforderungen zur Einreichung von Vorschlägen im Rahmen des **EHS-Innovationsfonds** (eine erste Aufforderung wurde im Juli 2020 veröffentlicht).
- Veröffentlichung einer Aufforderung zur Einreichung von Vorschlägen für eine Pilotmaßnahme im Bereich **interregionaler Innovationsinvestitionen im Rahmen der Kohäsionspolitik** für Wasserstoff-Technologien in CO₂-intensiven Regionen (2020).

Internationale Dimension

- **Stärkung der Führungsposition der EU in internationalen Foren für technische Normen, Vorschriften und Definitionen** im Wasserstoffbereich.
- **Entwicklung des Bereichs Wasserstoff** in der nächsten Laufzeit der Initiative „Mission Innovation“ (MI2).
- Förderung der Zusammenarbeit mit **Partnern der südlichen und östlichen Nachbarschaft und den Ländern der Energiegemeinschaft, insbesondere der Ukraine**, bei der Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen sowie von erneuerbarem Wasserstoff.
- Einrichtung eines **Verfahrens für die Zusammenarbeit im Bereich des erneuerbaren Wasserstoffs mit der Afrikanischen Union** im Rahmen der afrikanisch-europäischen Initiative für „grüne Energie“.
- Entwicklung **einer Benchmark für auf Euro lautende Transaktionen** bis 2021.