

WASSERSTOFF ALS SCHLÜSSEL ZUR ERFOLGREICHEN ENERGIEWENDE: DEN EINSTIEG JETZT ERMÖGLICHEN

Ein Diskussionsbeitrag der AG Wasserstoff von IN4climate.NRW
zur Entwicklung der nationalen Wasserstoffstrategie

Erarbeitet von:



Eine Initiative der NRW-Landesregierung

Ministerium für Wirtschaft, Innovation,
Digitalisierung und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen



Bibliographische Angaben

Herausgeber: IN4climate.NRW GmbH
Veröffentlicht: Oktober 2019
Koordination: Dr. Anna Leipprand (Koordination IN4climate/SCI4climate, Wuppertal Institut)
und Dr. Stefan Herrig (Projektmanager, IN4climate.NRW)
Kontakt: anna.leipprand@wupperinst.org, stefan.herrig@in4climate.nrw

Bitte zitieren als: IN4climate.NRW 2019: Wasserstoff als Schlüssel zur erfolgreichen Energiewende: den Einstieg jetzt ermöglichen. Ein Diskussionsbeitrag der AG Wasserstoff von IN4climate.NRW zur Entwicklung der nationalen Wasserstoffstrategie. Gelsenkirchen.

UNSERE KERNBOTSCHAFTEN

- Nationale und globale Energie- und Klimaschutzszenarien machen deutlich, dass **CO₂-frei erzeugter Wasserstoff in Zukunft eine tragende Säule der Energiewende** und für den Klimaschutz sein wird. Eine weitgehend treibhausgasneutrale Wirtschaft zu erreichen, ist ohne die direkte und indirekte Nutzung von Wasserstoff nicht möglich.
- Mit seiner zentralen Lage in Europa und seinen einzigartigen Potenzialen in Industrie und Forschung **kann NRW zu einer Modellregion für den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft werden.**
- Als **Blaupause für andere Industrieregionen** kann NRW über Europa hinaus Inspiration für eine Versorgung mit CO₂-frei erzeugtem Wasserstoff bieten und sich **auf den wachsenden Klimashutzmärkten hervorragend positionieren.**
- Herstellung, Transport und Nutzung von klimafreundlichem Wasserstoff und der Export von Technologien auf einem internationalen Wasserstoffmarkt bieten **große Chancen für die wirtschaftliche Entwicklung in NRW und in Deutschland.** Für NRW ergeben sich hierdurch ein Wertschöpfungspotenzial in Milliardenhöhe und hohe Potenziale für zukunftsfähige Arbeitsplätze.
- Der **zukünftige Bedarf an Wasserstoff kann laut aktuellen Szenarien in Deutschland eine Größenordnung von über 600 Terawattstunden pro Jahr** erreichen. Selbst konservativere Schätzungen lassen einen substantiellen Bedarf in der Zukunft erwarten. Dabei wird ein Verbrauchsschwerpunkt in NRW liegen.
- Der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft erfordert eine **Einstiegsstrategie.** Zentrale Elemente sind der schrittweise Aufbau einer Transport-, Speicher- und Erzeugungsinfrastruktur, ein koordiniertes Vorgehen der Akteure und die Zusammenarbeit mit internationalen Partnern.
- Die Partnerunternehmen von IN4climate.NRW, die über die Initiative gemeinsam an der Entwicklung einer klimaneutralen Industrie arbeiten, wollen zu diesem Aufbau beitragen. **Zahlreiche Projekte mit Schwerpunkt auf Wasserstoffnutzung, -erzeugung und -transport sind bereits in der Umsetzung, weitere sind geplant** und untermauern den Anspruch des Landes, eine Vorreiterrolle zu spielen.
- Die Politik auf nationaler Ebene ist gefordert, die Umsetzung dieser Projekte zu unterstützen, indem sie die notwendigen **regulatorischen Voraussetzungen und wirtschaftlichen Anreize** schafft. Die folgenden Maßnahmen sind aus Sicht mehrerer oder aller in der AG Wasserstoff vertretenen Unternehmen notwendig und vordringlich:
 - die Schaffung förderlicher Rahmenbedingungen für die Bereitstellung hinreichender **zusätzlicher Kapazitäten für die Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien,**
 - die Entwicklung von **handelbaren Herkunftsnachweisen,** die über den Beitrag von grünem und blauem Wasserstoff zur Reduktion von Treibhausgasemissionen Auskunft geben,
 - eine **Anpassung des Steuer- und Abgabensystems im Strombereich,** die den Anforderungen der Sektorenkopplung gerecht wird,
 - die Schaffung **positiver Anreize für die Erzeugung und Nutzung CO₂-frei erzeugten Wasserstoffs durch neue Instrumente,**
 - eine **zügige Umsetzung der Erneuerbare-Energien-Richtlinie,** die die Anrechenbarkeit von CO₂-frei erzeugtem Wasserstoff auf Minderungsquoten im Verkehr gewährleistet,
 - konsequente **Berücksichtigung von Wasserstoff in den relevanten gesetzlichen Regelungen,**
 - eine **Ergänzung des Netzentwicklungsplans Gas** (d. h. Vorausschau für Wasserstoff) und eine kombinierte Planung der Strom- und Gasinfrastruktur.

1. UNSERE GEMEINSAME VISION: WASSERSTOFF ALS SCHLÜSSEL FÜR EINE KLIMANEUTRALE ZUKUNFT DER INDUSTRIE

Wir stehen vor gewaltigen Herausforderungen

Die globale Erwärmung durch anthropogene Treibhausgasemissionen gehört zu den wesentlichen Herausforderungen unserer Zeit. Zur Bewältigung dieses Problems ist eine erhebliche Transformation der industriellen Wertschöpfungsketten und Produktionsprozesse erforderlich.

In den vergangenen Jahrzehnten hat eine überwiegend ökonomisch optimierte Entwicklung von Wertschöpfungsketten stattgefunden, deren beherrschendes Kriterium die Verbesserung von Energie- und Ressourceneffizienz war. Dabei wurde die in den fossilen Rohstoffen gespeicherte hohe Energiedichte als gegeben vorausgesetzt. Bei dieser Entwicklung standen die ökologischen Folgen für das Gesamtsystem lange Zeit nicht im Fokus. Diese treten angesichts zunehmend spürbarer Klimaveränderungen und Ressourcenknappheit heute immer stärker in den Vordergrund; steigende Wirtschaftsleistung und Weltbevölkerung erhöhen den Handlungsdruck.

Erfolgreiches, zukunftsorientiertes Wirtschaften erfordert einen umfassenden Nachhaltigkeitsansatz; die Kriterien für die Optimierung wirtschaftlichen Handelns sind um Klimaschutz und Ressourcenschonung zu erweitern. Dabei steht die Wirtschaft heute stärker unter gesellschaftlicher Beobachtung und Rechtfertigungsdruck. Eine Überprüfung existierender Wertschöpfungsketten und industrieller Herstellungsprozesse sowie eine neue Bewertung politischer Zielprämissen sind notwendig.

Wasserstoff kann einen zentralen Beitrag im Umgang mit den Herausforderungen leisten

International stehen heute immense Potenziale an Erneuerbaren Energien vor allem aus Sonne und Wind zu Verfügung, die absehbar kostengünstiger werden. Sie stellen das Rückgrat unserer zukünftigen Energieversorgung dar. Um die Wirkungsgradverluste bei der Umwandlung von einer Energieform in eine andere so gering wie möglich zu halten, bietet sich die Nutzung in Form elektrischer Energie an. Allerdings reicht die Stromwende allein nicht aus, um die im Klimaschutzplan der Bundesregierung anvisierten CO₂-Einsparungen etwa in der Industrie zu erreichen und den Übergang auf eine weitgehend treibhausgasneutrale Energieversorgung zu realisieren. Hinzu kommt, dass die Möglichkeiten der Speicherung elektrischer Energie in Deutschland limitiert und Transport und Speicherung teilweise mit einem sehr hohen Kostenaufwand verbunden sind. Deshalb ist eine Erweiterung des Systems zukünftiger Energiehandelsströme notwendig. Wasserstoff ist der Schlüssel für eine erfolgreiche Energiewende, da er verschiedene technische Vorteile bietet:

- Wasserstoff ist vielfältig anwendbar, transportierbar und in sehr großen Mengen speicherbar und kann im stationären wie mobilen Kontext eingesetzt werden. Er bietet damit die Möglichkeit, die fluktuierende Strombereitstellung aus Erneuerbaren Energien zu verstetigen und somit deren Integration ins Stromsystem zu verbessern.
- CO₂-frei erzeugter Wasserstoff ist ein wesentlicher Baustein für eine klimaneutrale Produktion in der Grundstoffindustrie. Wasserstoff ist nicht nur Energieträger, sondern auch stofflicher Baustein für die chemische Industrie (Feedstock) und ein mögliches Reduktionsmittel in der Stahlindustrie. Er kann zudem genutzt werden, um unvermeidbare Treibhausgasemissionen industrieller Prozesse, wie beispielsweise in der Zementindustrie, chemisch zu binden und in den Wertschöpfungsprozess (CO₂-Recycling) zurückzuführen.
- CO₂-frei erzeugter Wasserstoff kann als Energieträger in vielen Anwendungen fossiles Erdgas substituieren. Bestehende Infrastruktur könnte dadurch in vielen Fällen weiter genutzt werden. Wasserstoff kann zur Defossilisierung des Verkehrs- und Wärmesektors beitragen und die Sektoren Energiewirtschaft, Verkehr, Industrie und Wärme intelligent miteinander verbinden.

Aus wirtschaftspolitischer Perspektive können beliebige Stufen industrieller Wertschöpfung auf Wasserstoff aufgebaut werden. Im Vergleich zu Importen höherwertiger synthetischer Brenn- und Rohstoffe bietet Wasserstoff als Grundstoff in der Industrie, dem Energiemarkt und der Mobilität mehr Möglichkeiten, industrielle Wertschöpfung in Deutschland zu erhalten.

Produktion, Transport und Nutzung von Wasserstoff bieten wirtschaftliche Chancen

Herstellung, Transport und Nutzung von klimafreundlichem Wasserstoff bieten große Chancen für die wirtschaftliche Entwicklung in NRW und in Deutschland. Für NRW ist mit einem Wertschöpfungspotenzial in Milliardenhöhe zu rechnen (LBST 2019). Auch durch den Export von Technologien auf einem internationalen Wasserstoffmarkt entstehen große Chancen für Unternehmen aus NRW und Deutschland insgesamt. Deutschland ist derzeit der größte Exporteur von Elektrolyseanlagen weltweit. Ein wachsender Weltmarkt für Power-to-X-Technologien (PtX) kann für Deutschland ein Wertschöpfungspotenzial von rund 36 Milliarden Euro jährlich bergen und bis zu 470.000 zusätzliche Arbeitsplätze in Deutschland entstehen lassen (IW Köln und frontier economics 2018).¹

Der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft erfordert erhebliche Anstrengungen und ein kooperatives Vorgehen

Trotz aller offensichtlichen Vorteile von Wasserstoff bedarf es für den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft gewaltiger Anstrengungen. Es ist aus heutiger Sicht klar erkennbar, dass ein solcher Umbau konsequent erfolgen muss, um die durch die COP21 vereinbarten Klimaziele einzuhalten. Angesichts der technischen, infrastrukturellen, regulatorischen und finanziellen Herausforderungen sind ein erhebliches Engagement und ein koordiniertes Vorgehen von allen relevanten Stakeholdern erforderlich.

Von zentraler Bedeutung ist die Bereitstellung von hinreichenden Mengen an Wasserstoff und die Frage, wo diese großen Mengen hergestellt werden können. Nachhaltiges Wirtschaften im Sinne einer angestrebten Klimaneutralität und Ressourcenschonung wird einen hohen Einsatz an Energie erfordern. Der Planet Erde verfügt zwar über ausreichende nicht-fossile (erneuerbare) Energiequellen, die Verteilung dieser Energiequellen ist allerdings sehr heterogen. Deutschland (und nach aktueller Erkenntnis auch Europa) wird aller Voraussicht nach auch in Zukunft nicht energieautark sein können und wie heute Teile seines Energiebedarfs von anderen Kontinenten importieren. Heimische Energieerzeugung wird dabei aber auch künftig eine wichtige Rolle spielen.

Traditionelle energiebasierte Handelsbeziehungen sind bei der Entwicklung neuer zukünftiger erneuerbarer Energiebedarfe zu berücksichtigen, damit die außenpolitische Stabilität als Voraussetzung für nachhaltige Wirtschaftsentwicklung nicht geschwächt wird. Wasserstoff kann zukünftig von den Ländern geliefert werden, die heute die internationalen fossilen Öl- und Gasmärkte bedienen. Mit Blick auf die Potenziale bietet Wasserstoff aber auch die Möglichkeit, weitere sonnen- und windreiche, wenig besiedelte Regionen der Erde auf Basis von Energiepartnerschaften an den neuen wirtschaftlichen Entwicklungen teilhaben zu lassen. Neben diesen geopolitischen Aspekten und der grundsätzlichen Notwendigkeit einer Kompatibilität der Energieversorgungssysteme sind beim Aufbau von Partnerschaften die regionale sozio-ökonomische Entwicklung sowie Sicherheitsfragen in Partnerregionen mit zu berücksichtigen.

Die Wasserstoffwirtschaft erfordert eine kluge Einstiegsstrategie

Mit Blick auf die gesellschaftlichen Herausforderungen kommt es darauf an, die Signale für den Einstieg in eine Energiezukunft mit Wasserstoff zeitnah zu setzen. Deutschland als Industrieland sollte den Nukleus für diese Transformation schaffen, damit auch die ernsthafte Absicht für den Aufbau internationaler Partnerschaften demonstrieren und den Weg für eine globale Umsetzung bereiten.

In der erforderlichen Kommunikation mit den relevanten gesellschaftlichen und politischen Stakeholdern existiert ein großes Potenzial, den Begriff Wasserstoff positiv zu besetzen. Voraussetzungen hierfür sind die umfassende Information der Öffentlichkeit und Transparenz. Erste Berührungspunkte im Individualverkehr (Tankstellen) und im öffentlichen Nahverkehr existieren bereits. Die gesellschaftliche Akzeptanz ist entscheidend sowohl für zukünftige großtechnische Projektentwicklungen als auch für die politische Umsetzbarkeit der regulatorischen Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Wasserstoffwirtschaft. Um die mit der Wasserstoffwirtschaft verbundenen großen Chancen auszuschöpfen, bedarf es einer klugen Einstiegsstrategie.

¹ Diese Zahlen schließen indirekte Nachfrageeffekte ein und beziehen sich nicht ausschließlich auf Wasserstofftechnologien, sondern auf PtX allgemein.

2. DEN EINSTIEG IN EINE WASSERSTOFFWIRTSCHAFT ERMÖGLICHEN

2.1 Szenarien zur Rolle von Wasserstoff in der Zukunft

In einer klimaneutralen Zukunft werden große Mengen an Wasserstoff gebraucht

Wasserstoff als CO₂-frei erzeugter Energieträger wird in Zukunft eine wesentliche Rolle spielen, wenn eine Reduktion von Treibhausgasemissionen um mindestens 95 Prozent gegenüber 1990 angestrebt wird (BDI 2018, dena 2018, UBA 2019, LBST 2019). Es ist davon auszugehen, dass Wasserstoff in einem (weitgehend) treibhausgasneutralen Energie- und Industriesystem der Zukunft vor allem zur Deckung des Endenergiebedarfs in den Sektoren Industrie und Verkehr beitragen und zusätzlich als Feedstock für die chemische Industrie stofflich genutzt werden wird. Noch nicht quantifizierbare Mengen könnten auch zur Rückverstromung und ggf. auch für die Raumwärmebereitstellung im Gebäudebereich genutzt werden. Wasserstoff wird damit überwiegend in solchen Bereichen zum Einsatz kommen, in denen die direkte Nutzung oder die zeitliche Kopplung von Verfügbarkeit und Verbrauch von Strom schwieriger, technisch nicht möglich oder nicht kosteneffizient ist.

Eine klimaneutrale Grundstoffindustrie ist ohne den Einsatz von Wasserstoff aus heutiger Sicht nicht vorstellbar. So kann etwa die Primärstahlerzeugung durch den Einsatz von Wasserstoff weitgehend CO₂-frei werden. Auch in der chemischen Industrie kann Wasserstoff einen bedeutsamen Beitrag zum Klimaschutz leisten. So ermöglicht die Umstellung der Ammoniakherzeugung, in der große Mengen Wasserstoff eingesetzt werden, auf grünen Wasserstoff eine Reduktion von Treibhausgasemissionen in einem signifikanten Umfang. Zudem wird Wasserstoff zukünftig als „Feedstock“ benötigt, um kohlenstoffhaltige Grundstoffe ohne fossile Rohstoffe herzustellen. Dies ist möglich, wenn der für die Kohlenwasserstoffe benötigte Kohlenstoff zum Beispiel aus Biomasse, Abfällen oder Recycling (z. B. chemical recycling im Kunststoffbereich) gewonnen wird. Wasserstoff kann zudem zur Erzeugung von Prozesswärme auf hohem Temperaturniveau für energieintensive Branchen eingesetzt werden. CO₂-frei erzeugter Wasserstoff kann auf verschiedenen Wegen („grün“, „blau“) hergestellt werden, die sich von der heute vorherrschenden Erzeugung „grauen“ Wasserstoffs abgrenzen, siehe Tabelle 1.

„Grauer“ Wasserstoff	„Blauer“ Wasserstoff	„Grüner“ Wasserstoff
Erzeugung auf Basis fossiler Energieträger unter Freisetzung von CO ₂ in die Atmosphäre	Erzeugung auf Basis fossiler Energieträger (durch Reforming oder Pyrolyse) mit anschließender Abscheidung und Lagerung des entstehenden CO ₂ oder Kohlenstoffs	Erzeugung auf Basis Erneuerbarer Energien

Tabelle 1: Definition von Wasserstoff nach Herkunft und Treibhausgaswirkung

Szenarioberechnungen weisen Wasserstoff auch im Verkehr eine wichtige Rolle zu. Neben dem batterie-elektrischen Betrieb von PKW kann dabei die Wasserstoff-Brennstoffzelle eine marktwirtschaftliche Option darstellen. Wasserstoff und auf Wasserstoff basierende synthetische Energieträger werden im Güterverkehr, im ÖPNV, im Schiffs-, nicht-elektrifizierten Schienen- und Flugverkehr einer weitgehend treibhausgasneutralen Welt voraussichtlich eine zentrale Rolle spielen. Im Gebäudebereich können Brennstoffzellen-BHKW – als Ersatz für alte zentrale oder dezentrale Heizungsanlagen – unter bestimmten Bedingungen ein sehr großes Marktpotenzial haben; dies insbesondere dann, wenn sie mit anderen wasserstoffbetriebenen Stromerzeugern zur Stabilisierung des Stromnetzes eingesetzt werden. Im Gebäudebereich ist Wasserstoff vor allem in vernetzten Projekten, die verschiedene Technologien in ein Gesamtsystem integrieren, von Vorteil. Batterie- und Wasserstoffspeicher können bei der Speicherung von Photovoltaik- und Windstrom eine sinnvolle Ergänzung darstellen. Die entstehende Abwärme bei der Wasserstoffherstellung kann vor Ort in Fernwärmenetzen genutzt werden und so den Systemwirkungsgrad erhöhen.

Für den Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur ist die Bedarfsentwicklung in der Industrie eine entscheidende Größe. Dies ist nicht zuletzt deshalb der Fall, weil in der Industrie der Bedarf an zentralen Verbrauchsschwerpunkten auftritt. Aktuelle Szenarien für Deutschland, die bis zum Jahr 2050 eine 95-prozentige Reduktion von Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 beschreiben, weisen übereinstimmend auf einen hohen zukünftigen Bedarf an Wasserstoff im industriellen Sektor hin. Dabei könnte der Wasserstoffbedarf im Jahr 2050 allein in der Stahlindustrie (bei vollständigem Umstieg der Primärstahlerzeugung auf Direktreduktion mit Wasserstoff und E-Öfen) bei rund 70

bis 80 Terawattstunden² liegen (UBA 2019, LBST 2019). In den anderen Industriebranchen beläuft sich der jährliche Wasserstoffbedarf den Szenarien zufolge auf bis zu 40 Terawattstunden (dena 2018, UBA 2019) – mit Ausnahme des Szenarios „-95% H₂“ der LBST-Studie, die den zusätzlichen Bedarf in der Industrie sogar auf 150 Terawattstunden beziffert. Der Wasserstoffbedarf im Umwandlungssektor (für die Rückverstromung in Gasturbinen oder Brennstoffzellen sowie – in der BDI-Studie – für die Erzeugung von synthetischem Methan) beträgt im Jahr 2050 je nach Szenario zwischen zwölf (dena 2018) und 36 Terawattstunden (BDI 2018). Im Verkehrsbereich sehen aktuelle Szenarien den Wasserstoffbedarf (ohne synthetische Kraftstoffe) in einer 95-Prozent-Welt bei zwischen 25 (BDI 2018) und 120 Terawattstunden pro Jahr (dena 2018). Berechnungen des Wuppertal Instituts zeigen, dass der industrielle Wasserstoffbedarf sogar noch deutlich höher liegen könnte, wenn zusätzlich ein umfassender Einsatz als Feedstock für die chemische Industrie erfolgt. Um 50 bzw. 100 Prozent der heute dafür eingesetzten fossilen Rohstoffe zu ersetzen, würden rund 112 bis 225 Terawattstunden Wasserstoff pro Jahr benötigt. Legt man die jeweils obere Bandbreite der oben genannten möglichen Bedarfe für die Bereiche Stahl/Direktreduktion, sonstige Industrie, Verkehr, Umwandlungssektor und chemische Industrie (Feedstock) zugrunde, könnte sich ein maximaler jährlicher Wasserstoffbedarf in Deutschland von rund 600 Terawattstunden ergeben.

Gerade der potenzielle zukünftige Wasserstoffverbrauch in der Industrie ist durch eine hohe Konzentration der Bedarfe gekennzeichnet. Rund die Hälfte dieses Bedarfs würde auf Grundlage der heutigen Produktionsstruktur allein auf Standorte in NRW entfallen. Wenn CO₂-frei erzeugter Wasserstoff zukünftig in der Industrie großmaßstäblich genutzt werden wird, entstünde somit in jedem Fall ein Verbrauchsschwerpunkt in NRW. Der Gesamtbedarf in NRW würde nach Schätzungen des Wuppertal Instituts fast 40 Prozent des Wasserstoffbedarfs in Deutschland ausmachen. NRW könnte daher einen zentralen Kristallisationspunkt für den Aufbau einer deutschland- und europaweiten Wasserstoffinfrastruktur darstellen.

CO₂- frei erzeugter Wasserstoff wird in Deutschland produziert, aber auch importiert

Der Herstellungsort von CO₂-frei erzeugtem Wasserstoff wird durch eine Vielzahl an Rahmenbedingungen mitbestimmt. Dazu zählen neben der günstigen Verfügbarkeit von erneuerbaren Ressourcen, zum Beispiel Sonnen-, Wind- und Wasserkraft, auch die Verfügbarkeit von Flächen und Infrastrukturen sowie die Umsetzungsgeschwindigkeit von Vorhaben, die wiederum durch die industriellen und gesetzlichen Rahmenbedingungen beeinflusst wird. Der Transport großer Mengen an Wasserstoff kann gegenüber dem Transport von zusätzlichem Strom wesentliche Vorteile bieten. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn bestehende Erdgasleitungen für den Wasserstofftransport umgestellt werden können, und wenn Strom aus der erneuerbaren Stromerzeugung genutzt werden kann, der ansonsten nicht ins Stromnetz integrierbar wäre. Es ist deshalb wahrscheinlich, dass grüner Wasserstoff zum größeren Teil in der Nähe der erneuerbaren Stromerzeugung produziert werden wird, also zum Beispiel in Regionen im Norden Deutschlands und angrenzenden europäischen Ländern (v. a. Nordsee-Anrainer) mit guten Bedingungen für die Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien. Von dort wird der Wasserstoff mit Pipelines oder ggf. Schiffen zu den Verbrauchern transportiert. Perspektivisch ist davon auszugehen, dass ein Weltmarkt für grünen Wasserstoff entstehen wird, und dass Wasserstoff auch aus Regionen im weiter entfernten Ausland mit sehr günstigen Produktionsbedingungen nach Deutschland importiert werden wird (z. B. aus der MENA-Region, Chile, Argentinien oder Australien).

Blauer Wasserstoff, der auf Basis von Erdgas mit Abscheidung und Speicherung des CO₂ (Carbon Capture and Storage: CCS) aus der Reformierung oder bei Pyrolyseverfahren mit Speicherung des anfallenden Kohlenstoffs hergestellt wird, kann dabei übergangsweise eine entscheidende Rolle spielen, um den Gesamtbedarf an CO₂-frei erzeugtem Wasserstoff zu decken. CCS muss dafür als Handlungsoption in die Diskussionen und notwendigen Abwägungsprozesse einbezogen werden. Die Nutzung von blauem Wasserstoff kann insbesondere den Aufbau einer leistungsfähigen Wasserstoffinfrastruktur zu frühen Zeitpunkten ermöglichen, zu denen grüner Wasserstoff noch nicht in ausreichender Menge zur Verfügung steht. Eine solche „blaue“ Wasserstoffherzeugung würde voraussichtlich in der Nähe der CO₂-Lagerstätten stattfinden, wie zum Beispiel an der Nordseeküste, um die dort etwa vor den Niederlanden und Norwegen gelegenen salinen Aquifere als Speicher nutzen zu können. Auch dann würde der Wasserstoff in Pipelines nach Deutschland transportiert werden. Denkbar sind aber auch die Erzeugung von Wasserstoff (aus Erdgas) in der Nähe der Verbrauchsschwerpunkte und ein Transport des abgetrennten CO₂ über Binnenschiffahrtsrouten zu geeigneten CO₂-Lagerstätten im Ausland. Der Wasserstoff könnte dann wiederum zum Beispiel über umgestellte Erdgasleitungen zu den Verbrauchern gelangen.

Die vorab genannten Beispiele verdeutlichen den Bedarf für eine nationale Wasserstoffstrategie, die die Interessen aller relevanten Verbraucherindustrien als Kunden und die technologische Kompetenz in der Grundstoffindustrie

² Die hier angegebenen Zahlen beziehen sich auf die jeweilige Menge an Wasserstoff, nicht auf den für die Herstellung des Wasserstoffs benötigten Bedarf an Strom. Aus Gründen der Vergleichbarkeit werden die Wasserstoffmengen in Terawattstunden (bezogen auf den unteren Heizwert) angegeben.

bündelt, anwendet und weiterentwickelt. Eine erforderliche Offenheit für internationale Kooperationen ist unabdingbar, um die Bereitstellung des zukünftigen Wasserstoffbedarfs sicherzustellen. NRW hat exzellente Voraussetzungen dafür, die Rolle einer Pilotregion für diverse Vorhaben zu übernehmen. Längst wird auch international die Bedeutung von Wasserstoff für die Energiewende erkannt. Die Internationale Energieagentur (IEA) etwa betont die Notwendigkeit, eine internationale Handelsstruktur für Wasserstoff auf der Basis existierender Gaspipelines und Schiffsrouten zu etablieren (IEA 2019). Einige Länder wie etwa Japan, Südkorea, Australien und die Niederlande arbeiten – wie Deutschland auch – an Wasserstoffstrategien und deren Umsetzung. Die Entstehung eines internationalen Marktes für klimafreundlichen Wasserstoff und wasserstoffbasierte synthetische Energieträger, der zur Versorgung des deutschen Energiemarkts mit Wasserstoff beitragen wird, kann somit als wahrscheinlich gelten. NRW könnte sich so auf ein breites Portfolio aus nationalen und internationalen Wasserstoffquellen stützen. Gleichermaßen bietet sich die Chance für die Akteure des Landes, Technologien für den Aufbau entsprechender Infrastrukturen in die Exportländer zu liefern.

Von entscheidender Bedeutung ist, dass Wasserstoff in den oben skizzierten Dimensionen nur dann in Deutschland eingesetzt werden kann, wenn rechtzeitig eine leistungsfähige Infrastruktur aufgebaut wird. Große Verbrauchsschwerpunkte müssen über Pipelines mit den Erzeugungsschwerpunkten und/oder mit den entsprechenden Häfen verbunden werden. Da der Beimischung von Wasserstoff ins Erdgasnetz technische Grenzen gesetzt sind und viele industrielle Verbraucher reinen Wasserstoff benötigen, muss ein Transportnetz für reinen Wasserstoff aufgebaut werden, wobei – soweit möglich – auf vorhandene Infrastrukturen zurückgegriffen werden sollte, um die Investitionskosten zu minimieren.

Die Infrastruktur wird schrittweise aufgebaut

Jede Nutzung von Wasserstoff in Unternehmen erfordert den Aufbau einer passenden Transportinfrastruktur. Wie skizziert, bestehen derzeit noch Unsicherheiten über die Größenordnung der zukünftigen Bedarfe sowie die zukünftigen Bezugsquellen von grünem respektive blauem Wasserstoff und deren geografische Verteilung. Die Herausforderung besteht somit darin, schrittweise eine Infrastruktur aufzubauen, die mit robusten kleinräumigeren Elementen beginnt und dann im Lauf der Zeit erweitert werden kann. Mit Blick auf den bereits existierenden technologischen Status würde dieser Transformationsprozess einer Evolution und nicht einer Revolution gleichkommen. Der Einstieg in die Entwicklung könnte in industriellen Zentren in Deutschland (zum Beispiel Rhein-Ruhr, Niedersachsen) erfolgen und alternativlose erste Schritte („No-regret-Maßnahmen“) für umfassende industrielle Treibhausgasreduktionen umsetzen. Eine großflächige Verzweigung in andere Sektoren könnte durch den schrittweisen Aufbau und Umbau der existierenden Gasinfrastruktur in einer den jeweiligen Möglichkeiten und Erfordernissen angepassten Umsetzungsgeschwindigkeit geschehen.

Die Nutzung von Wasserstoff soll dazu beitragen, dass im Gesamtsystem weniger Treibhausgase emittiert werden und letztendlich Klimaneutralität erreicht wird. Im Übergang zu einem vollständig CO₂-freiem System ist darauf zu achten, dass die Herstellung von grünem oder blauem Wasserstoff nicht mit einem ungewollten Anstieg der Treibhausgasemissionen an anderer Stelle einher geht. Gleichzeitig ist es wichtig, dass Wasserstofftechnologien rasch entwickelt und sukzessive in den Markt eingeführt werden, damit sie rechtzeitig zur Verfügung stehen. Solange nicht ausreichend grüner Strom beziehungsweise grün produzierter Wasserstoff verfügbar sind (ggf. auch unter Einschluss von Importen), kann übergangsweise deshalb der Einsatz von grauem und zur Begrenzung der Emissionsbelastung auch blauem Wasserstoff sinnvoll sein. Unabhängig davon müssen Erzeugungskapazitäten für erneuerbaren Strom dringend verstärkt ausgebaut werden, um grünen Wasserstoff in hinreichendem Umfang erzeugen zu können. Dabei müssen Elektrolyseanlagen flexibel betreibbar sein (entspricht dem aktuellen Stand der Technik), damit die Speicherbarkeit von Wasserstoff zum Ausgleich der fluktuierenden Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien beitragen kann. Negative Auswirkungen auf das Stromsystem und ein steigender Flexibilitätsbedarf durch den weiteren Ausbau Erneuerbarer Energien können so begrenzt werden.

Das folgende Beispielszenario beschreibt mögliche Ausbauphasen eines Wasserstoffsystems aus Sicht der Industrie. In der ersten Phase auf dem Weg in eine Energiezukunft mit Wasserstoff entstehen in der Industrie skalierbare innovative Pilotanwendungen von Wasserstoff (zum Beispiel in der Stahlindustrie). Teile der bisherigen grauen Wasserstoffherstellung auf der Basis fossiler Rohstoffe können hierbei auf eine CO₂-freie Wasserstoffproduktion umgestellt werden. Einsatzbereiche von CO₂-frei erzeugtem Wasserstoff ergeben sich auch in Raffinerien. Durch Umstellung von bestehenden Erdgaspipelines entstehen erste reine Wasserstoffpipelines, die den Wasserstoff zu den Verbrauchszentren transportieren. Hierfür bieten sich unter anderem vorhandene Pipelines an, die durch das Auslaufen der L-Gasimporte aus den Niederlanden und mittelfristige Bedarfsverschiebungen von Erdgas zu Wasserstoff für den Wasserstoff zur Verfügung stehen könnten und die Verbrauchsschwerpunkte im Westen Deutschlands mit den Erzeugungsschwerpunkten und Häfen an der Nordseeküste verbinden. In bi- oder multilateralen Kooperationen entstehen gleichzeitig erste Projekte zur Erschließung internationaler Wasserstoffquellen und zum Aufbau einer entsprechenden Schiffs- und Importlogistik.

Anschließend an diese Initialphase entsteht zusätzlich zum Stromsystem sukzessive ein großflächiges Wasserstoffsystem, das immer mehr Regionen – beginnend mit den großen Industriestandorten – erreicht. Über die Häfen wird Wasserstoff aus internationalen Quellen bezogen, der zunehmend den Wasserstoff aus heimischer Erzeugung ergänzt. Die Wasserstoffnachfrage nimmt stark zu, da die Primärstahlerzeugung auf Direktreduktion mit Wasserstoff umgestellt und Wasserstoff in zunehmend großem Maßstab als Feedstock in der chemischen Industrie und in Raffinerien eingesetzt wird. Parallel entstehen ein Wasserstofftankstellennetz vor allem für den Ferngüterverkehr mit LKW und den ÖPNV und Wasserstoffinfrastrukturen für den Schiffs- und nicht-elektrifizierten Bahnverkehr. Synthetische Kraftstoffe, die ebenfalls mit Hilfe von Wasserstoff in Deutschland hergestellt oder importiert werden, konkurrieren mit elektrischer Energie und Wasserstoff, und eröffnen vor allem im Luftverkehr eine CO₂-Minderungsoption.

Im Zuge dieser Steigerung der Wasserstoffnutzung entsteht ein deutschlandweites Wasserstoffferntransportnetz, bei dem die bestehende Erdgasinfrastruktur umgestellt und immer mehr durch eine Wasserstoffinfrastruktur abgelöst wird, da der Anteil fossiler Energien stetig abnimmt. Pipelines konzentrieren sich vor allem auf die Strecken von den Erzeugungsschwerpunkten und Häfen zu den grundstoff-industriellen Verbrauchszentren. Andere Regionen werden ggf. durch kleinere Pipelines versorgt. Tankstellen und andere kleinere Wasserstoff-Verbraucher sind nicht durchgängig an das Netz angeschlossen, sondern werden zum Beispiel über kleinere vor-Ort-Elektrolyseeinheiten und/oder Lkw versorgt. Um den zusätzlichen Strombedarf für die Herstellung von Wasserstoff in Deutschland zu decken, muss die erneuerbare Stromerzeugung weiterwachsen, wobei Potenzialgrenzen von 800 bis 1.000 Terawattstunden pro Jahr (BDI 2018) und öffentliche Akzeptanzfragen zu berücksichtigen sind. Der Umfang dieses Wachstums hängt zudem davon ab, welcher Anteil des Wasserstoffs importiert wird. Es entsteht ein globaler Markt für Wasserstoff, der zunehmend den Preis für Wasserstoff bestimmt.

2.2 Unternehmen in NRW gehen bereits voran

Die Unternehmen, die in der Initiative IN4climate.NRW gemeinsam an einer klimaneutralen Zukunft der Industrie in NRW arbeiten, planen eine Reihe von Projekten, die den Einstieg in eine Wasserstoffzukunft ermöglichen sollen. Die Projekte umfassen sowohl Innovationen für die Emissionsreduktion in Unternehmen durch den Einsatz von Wasserstoff als auch die CO₂-freie Erzeugung von Wasserstoff sowie den Aufbau der erforderlichen Transportinfrastruktur.

Mit der Initiative **GET H2** verfolgen mehrere Partner aus den Sektoren Industrie, Mobilität und Energie das Ziel, eine überregionale reine Wasserstoffinfrastruktur basierend auf dem existierenden Gasnetz zu implementieren. **RWE** plant zusammen mit der Nowega und weiteren Partnern die Errichtung einer Power-to-Gas-Anlage im industriellen Maßstab (105 Megawatt) zur Erzeugung von grünem Wasserstoff in Lingen und die Anbindung von Abnehmern im Emsland sowie im nördlichen NRW unter Nutzung der bestehenden Gasinfrastruktur. Darüber hinaus sollen verschiedene Anwendungsfelder demonstriert werden. So sollen der Betrieb eines Wasserstoffpipelinespeichers in Abhängigkeit von Stromangebot, Speicherkapazität und Wasserstoffnachfrage optimiert, die Abwärme der Elektrolyse zur Versorgung der Stadt Lingen mit Fernwärme genutzt und Abnehmer für den erzeugten Sauerstoff gefunden werden. Es wird damit gerechnet, dass durch die Elektrolyseanlage knapp 17.000 Tonnen Wasserstoff pro Jahr erzeugt werden können. Je nach Verwendung des Wasserstoffs könnten dadurch zwischen 113.000 und 261.000 Tonnen CO₂ pro Jahr eingespart werden.

Das Projekt **hybridge** von **Amprion** und **Open Grid Europe** soll dazu beitragen, die Sektorenkopplung auf Systemebene voranzutreiben und das Strom- und Gassystem optimal aufeinander abzustimmen. Mit einem Elektrolyseur im Raum Lingen soll ab 2023 eine elektrische Leistung in Höhe von bis zu 100 Megawatt in Wasserstoff umgewandelt werden. Dieser Wasserstoff kann dann mit einer auf den Transport von reinem Wasserstoff umgestellten Erdgasleitung zu Anwendern in der Region transportiert werden. Perspektivisch könnten im Rahmen einer Erweiterung des Projektes auch vorhandene Gasspeicher genutzt und die Wasserstoffleitung bis ins Ruhrgebiet verlängert werden, um weitere Anwendungen zu erschließen. Mit dem Projekt sollen alle zukünftigen Verwendungsarten von Wasserstoff erprobt werden: der Transport von reinem Wasserstoff in bestehenden Gasnetzen, die Zumischung von Wasserstoff in Erdgasnetze sowie die Methanisierung von Wasserstoff. Die Systemdienlichkeit der Elektrolyse und die Treibhausgasminimierung im Gesamtsystem stehen im Zentrum des Projektes.

Diese Projekte können einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung der Elektrolyse-Technologie im Gigawatt-Bereich und zum Infrastrukturaufbau leisten. Dies ermöglicht langfristig die Defossilisierung der Teile der Volkswirtschaft, die voraussichtlich weiterhin auf den Einsatz von Gas als Endenergie angewiesen sind.

BP ist an der Planung mehrerer Projekte beteiligt, bei denen grüner Wasserstoff in Raffinerien genutzt werden soll. Unter anderem existiert eine Kooperation mit Uniper mit dem Ziel, die Power-to-Gas-Technik zu nutzen und grünen Wasserstoff aus Wind- und Sonnenstrom herzustellen. Der grüne Wasserstoff ersetzt im Raffinerieprozess grauen

Wasserstoff, der bisher aus Erdgas gewonnen wird. Durch die Nutzung der großen Potenziale für den Einsatz von Wasserstoff in Raffinerien könnten erhebliche Skalierungseffekte erzielt und auf diese Weise Treibhausgasemissionen vermieden werden. BP plant ebenfalls Projekte im Raum Lingen durchzuführen, wodurch Schnittstellen zu anderen in der Region geplanten Elektrolyse- und Wasserstoffinfrastrukturprojekten einschließlich hybride und GET H2 entstehen. Perspektivisch steht für BP auch die Produktion von synthetischen Treibstoffen aus Wasserstoff und Kohlendioxid auf der Agenda.

Shell und ITM Power errichten zusammen in einem europäischen Konsortium mit den weiteren Partnern SINTEF, thinkstep und Element Energy in der Shell Raffinerie Rheinland, Werk Wesseling, die weltweit größte PEM-Wasserstoff-Elektrolyse-Anlage. Das Projekt **REFHYNE** wurde im Januar 2018 begonnen und der erste Spatenstich im Juni 2019 getätigt, so dass die Anlage in der zweiten Hälfte 2020 in Betrieb gehen kann. Die Anlage wird eine Kapazität von zehn Megawatt haben und rund 1.300 Tonnen grünen Wasserstoff pro Jahr bereitstellen. Dieser soll für die Verarbeitung von Produkten der Raffinerie genutzt werden. Die Technologie wird zugleich für einen möglichen Einsatz in anderen Sektoren getestet. Die Gesamtinvestition des Projekts, einschließlich der Integration in die Raffinerie, beläuft sich auf rund 20 Millionen Euro. Davon stellt die Europäische „Fuel Cell Hydrogen Joint Undertaking“ zehn Millionen Euro zur Verfügung. Darüber hinaus haben Shell und das Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen eine gemeinsame Durchführbarkeitsstudie zur Produktion von flüssigen Brennstoffen aus Strom gestartet.

thyssenkrupp beginnt in der Stahlproduktion damit, in einem Hochofen in Duisburg Kohlenstaub durch Wasserstoff zu substituieren. In einer Testphase werden kleinere Mengen Wasserstoff verwendet, anschließend soll der gesamte Hochofen mit Wasserstoffinjektion betrieben werden. Parallel soll an einer Stahlproduktion durch das alternative Verfahren der Direktreduktion mit Wasserstoff geforscht werden. **Air Liquide** übernimmt die Versorgung des Hochofens mit Wasserstoff, der zunächst mit Tanklastern, später durch den Bau einer etwa sechs Kilometer langen Ergänzung des bestehenden unternehmenseigenen Pipelinenetzes erfolgt. Die erste Projektphase wird vom Land NRW im Rahmen der Initiative IN4climate.NRW mit 1,6 Millionen Euro gefördert. Die zweite Projektphase ist vom BMWi Mitte Juli 2019 im Rahmen der Reallaborausschreibung als eines von 20 Projekten zur Förderung angenommen worden. Zudem arbeitet thyssenkrupp bereits seit einigen Jahren unter anderem im Rahmen des vom BMBF geförderten Projektes **Carbon2Chem** an Technologien, welche Wasserstoff und Industrieemissionen in synthetisch-chemischen Produkten verwerten. Mit dem „Carbon2Chem“-Ansatz sollen 20 Millionen Tonnen des jährlichen deutschen CO₂-Ausstoßes der Stahlbranche künftig wirtschaftlich nutzbar gemacht werden. Dies entspricht 10 Prozent der jährlichen CO₂-Emissionen der deutschen Industrieprozesse und des verarbeitenden Gewerbes. Hierbei kommt eine hoch skalierbare Wasserelektrolyse (>100 Megawatt) von thyssenkrupp mit kleiner Leistung von zwei Megawatt im seit April 2018 eröffneten Technikum in Duisburg zum Einsatz. Bereits heute liegt ein hoher industrieller Reifegrad der Prozesse vor, deren Marktreife für 2025 geplant ist. Durch die verschiedenen Maßnahmen strebt thyssenkrupp langfristig eine nahezu CO₂-neutrale Stahlproduktion an. Diese Umstellung könnte mit Investitionen in Höhe von zehn Milliarden Euro bis zum Jahr 2050 verbunden sein. Perspektivisch werden dafür sehr große Wasserstoffmengen in einer Größenordnung von zirka sieben Milliarden Kubikmeter pro Jahr in der Endausbaustufe 2050 benötigt.

2.3 Politische und regulative Rahmenbedingungen können die Umsetzung unterstützen

Die Bundesregierung und die Landesregierung NRW verfolgen vielfältige Aktivitäten mit dem Ziel, Erzeugung, Transport und Verwendung von Wasserstoff stufenweise zur Marktreife zu führen.

- Die Bundesregierung hat im Oktober das Klimaschutzprogramm 2030 beschlossen, das Wasserstoff eine zentrale Bedeutung für den Umbau der Wirtschaft zumisst. Bis zum Ende des Jahres soll eine nationale Wasserstoffstrategie vorliegen.
- Im Dialogprozess „Gas 2030“ diskutiert das Bundeswirtschaftsministerium derzeit mit Unternehmen, Verbänden, Wissenschaftlern und Vertretern verschiedener Politikressorts unter anderem die Rolle von Wasserstoff im Gasmarkt und im Energiemix der Zukunft. Erste Ergebnisse, die im Oktober veröffentlicht wurden (BMWi 2019), unterstreichen die Rolle von grünem und blauem Wasserstoff für den Wechsel hin zu CO₂-frei erzeugten gasförmigen Energieträgern.
- Der Netzentwicklungsplan Gas 2020-2030 berücksichtigt erstmalig Wasserstoff und synthetisches Methan als „Grüne Gase“.

- Die Förderung von Reallaboren durch das Bundeswirtschaftsministerium legt einen Schwerpunkt auf Wasserstofftechnologien und Sektorenkopplung. Elf Projekte sind für eine Förderung vorgesehen; eine Ausweitung des Förderrahmens ist geplant.
- NRW verfolgt mit seiner neuen Energieversorgungsstrategie unter anderem das Ziel, eine Versorgungsstruktur mit Wasserstoff und synthetischen Kraftstoffen aufzubauen, wobei das Land hier von einem hohen zukünftigen Anteil von Importen ausgeht.
- Das Wirtschaftsministerium NRW arbeitet an einer Wasserstoff-Roadmap, die insbesondere den Infrastrukturbedarf für die Erzeugung und Verteilung berücksichtigen wird. Die Landesregierung will zudem die grenzüberschreitende Zusammenarbeit vor allem mit den Niederlanden intensivieren und innovative und klimagerechte Infrastrukturprojekte unterstützen.

Einige der in der Initiative IN4climate.NRW aktiven Unternehmen planen, wie oben dargestellt, umfangreiche Investitionen in Projekte, die unter anderem der Markteinführung von CO₂-frei erzeugtem Wasserstoff, dem Aufbau einer notwendigen Wasserstoffinfrastruktur, der Weiterentwicklung und Etablierung der Power-to-Gas-Technologie und damit dem Anstoßen neuer Wirtschaftszweige dienen. Trotz der vorgenannten Aktivitäten von Bund und Ländern stehen diesen Investitionen derzeit noch eine Reihe regulatorischer und ökonomischer Hindernisse entgegen. Diese müssen abgebaut werden, um den Unternehmen eine tragende, verbindliche und wirtschaftliche Entscheidungsbasis zu ermöglichen. Sollen diese Projekte realisiert und damit zentrale Meilensteine in Bezug auf den stufenweisen Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft geleistet werden, ist die Politik gefordert, weitergehende Maßnahmen zu ergreifen und bestehende Hemmnisse gezielt abzubauen.

Die folgenden Abschnitte stellen Maßnahmen vor, die aus Sicht mehrerer oder aller in der AG Wasserstoff vertretenen Unternehmen notwendig und vordringlich sind.

Schaffung zusätzlicher Kapazitäten für Strom aus Erneuerbaren Energien für die Produktion von Wasserstoff: Für die Produktion von grünem Wasserstoff in Deutschland entsteht ein zusätzlicher Bedarf an Strom aus Erneuerbaren Energien. Damit die Wasserstoffproduktion nicht die Treibhausgasemissionen in anderen Bereichen beeinträchtigt, müssen daher zusätzliche Kapazitäten über den von der Bundesregierung geplanten Ausbaukorridor hinaus bereitgestellt werden. Elektrolyseanlagen müssen dabei flexibel betreibbar sein (entspricht dem aktuellen Stand der Technik) und zur Stabilisierung des Stromnetzes bei fluktuierender Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien beitragen können.

Einführung handelbarer Herkunftsnachweise für Wasserstoff: Es werden Herkunftsnachweise für Wasserstoff benötigt, die über dessen Beitrag zur Reduktion von Treibhausgasemissionen Auskunft geben und auf CO₂-Minderungsziele (zum Beispiel im Rahmen der RED II) anrechenbar sind. Entsprechende Systeme sind europaweit aufzubauen. Dabei muss für grünen Wasserstoff gewährleistet sein, dass der für die Produktion verwendete erneuerbare Strom nicht doppelt (im Stromsektor und zum Beispiel im Transportsektor) angerechnet werden kann.

Abbau negativer Anreize durch Anpassung des Steuer- und Abgabensystems für Strom: Notwendig ist eine Anpassung des Steuer- und Abgabensystems für Strom, die den Anforderungen der Sektorenkopplung gerecht wird. Dies bedeutet auch, dass entsprechende Anreize für den Betrieb von elektrisch betriebenen Wasserstoffherstellungsanlagen gesetzt werden. Das derzeit geltende Steuer-, Abgaben- und Umlagensystem, insbesondere die EEG-Umlage, belastet die Verwendung von Strom zum Betrieb von Power-to-X-Anlagen erheblich. Dies stellt ein signifikantes Hindernis für den wirtschaftlichen Betrieb solcher Anlagen dar. Die Regelungen für zuschaltbare Lasten im Stromsystem sollten erweitert werden, so dass die Nutzung von überschüssigem Strom aus Erneuerbaren Energien auch in Power-to-Gas-Anlagen attraktiver wird.

Setzen positiver Anreize durch Förderung von Wasserstofftechnologien: Derzeit ist CO₂-frei erzeugter Wasserstoff im Vergleich mit fossilen Brennstoffen nicht wettbewerbsfähig. Deshalb sind (für die Phase der Markteinführung) Instrumente notwendig, die Investitionen in CO₂-frei erzeugten Wasserstoff wirtschaftlich machen beziehungsweise eine Nachfrage schaffen und so Skalierungs- und Lernkurveneffekte, einen Markthochlauf von Wasserstofftechnologien und den Aufbau der notwendigen Infrastruktur ermöglichen (Smolinka u.a. 2018). Aktuell werden verschiedene mögliche Instrumente diskutiert. Dazu gehören Markteinführungsprogramme (siehe z.B. Power-to-X-Allianz 2019), eine Quote für CO₂-frei erzeugten Wasserstoff z.B. in Form von handelbaren Zertifikaten (siehe z.B. Nymoen u.a. 2019), eine OPEX Förderung über Contracts for Difference, die projektbezogen für einen begrenzten Zeitraum einen festen Preis für die erzielten CO₂-Minderungen garantieren (WWF 2019), und die Förderung des spezifischen Einsatzes von Wasserstoff in bestimmten Sektoren (Beckers u. a. 2018). Die Entscheidung über die Einführung eines dieser Instrumente erfordert eine sorgfältige vergleichende Abwägung der jeweiligen Vor- und Nachteile.

Bei der Einführung von Förderinstrumenten muss außerdem sichergestellt sein, dass mit der Produktion von CO₂-frei erzeugtem Wasserstoff nicht ein ungewollter Anstieg der Treibhausgasemissionen an anderer Stelle einher geht. Zudem sollten mögliche Risiken für Carbon Leakage berücksichtigt werden.

Frühzeitige nationale Umsetzung der Europäischen Richtlinien (Erneuerbare-Energien-Richtlinie und Strommarkt-richtlinie) und Anrechenbarkeit von CO₂-frei erzeugtem Wasserstoff für die THG-Minderungsquote: Die Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED II) erlaubt es den Mitgliedstaaten, die Nutzung von CO₂-frei erzeugtem Wasserstoff im Raffinerieprozess auf die Erneuerbare-Energien-Quote anzurechnen. Damit würde ein Anreiz für Raffinerien geschaffen, grünen oder blauen Wasserstoff zu verarbeiten und auf diese Weise ihre Emissionen zu senken. In der nationalen Umsetzung in Deutschland bedeutet dies, dass CO₂-frei erzeugter Wasserstoff auf die THG-Minderungsquote gemäß BImSchG anrechenbar gemacht werden muss. Die Umsetzung sollte zeitnah erfolgen, um Rechtssicherheit zu schaffen und Investitionen zu ermöglichen. Die entsprechenden Herkunftsnachweise (siehe oben) sind hierfür Voraussetzung.

Konsequente Berücksichtigung von Wasserstoff in den relevanten gesetzlichen Regelungen: Das technische Regelwerk (DVGW) muss ebenfalls für reine Wasserstoffinfrastrukturen ergänzt werden.

Ergänzung des Netzentwicklungsplan Gas (NEP Gas) für die transparente Entwicklung der Wasserstoffinfrastruktur: Der NEP Gas hat sich als Koordinierungs- und Steuerungsinstrument für den Ausbau des Erdgasnetzes bewährt und erscheint auch für den Aufbau einer Transportinfrastruktur für den Ferntransport von Wasserstoff geeignet. Es ist zu prüfen, ob Anpassungen des Prozesses notwendig sind, die der hohen zu erwartenden Dynamik im Bereich Wasserstoff Rechnung tragen. Grundsätzlich liegt im Bereich des Aufbaus der Wasserstoffnetzinfrastruktur eine typische „Henne-Ei“-Problematik vor, die mit entsprechenden Maßnahmen und durch koordiniertes Vorgehen von Unternehmen mit Unterstützung der öffentlichen Hand überwunden werden muss. Gegenwärtig ist von großer Bedeutung, dass die Bundesnetzagentur die angemeldeten großindustriellen Produktionsmengen und Bedarfe an Wasserstoff in der Bestätigung des Szenariorahmens für den NEP Gas 2020 berücksichtigt, damit ein zeitnaher Einstieg gelingen kann. Eine kombinierte Planung der Strom- und Gasinfrastruktur ist zudem erforderlich.

Erleichterung von Genehmigungsverfahren: Regulatorische Barrieren für die Genehmigung von Elektrolyseanlagen sollten abgebaut werden, etwa durch eine Harmonisierung der Verfahren zwischen den Bundesländern und einen Austausch zur Genehmigungspraxis zwischen den betroffenen Behörden.

LITERATUR

- BDI 2018: Klimapfade für Deutschland. Boston Consulting Group und Prognos im Auftrag des BDI.
- Beckers, Thorsten; Gizzi, Florian; Schäfer-Stradowsky, Simon; Wilms, Susan; u.a. 2018: Rechtliche Rahmenbedingungen für ein integriertes Energiekonzept 2050 und die Einbindung von EE-Kraftstoffen. Forschungsbericht von BBH (Becker Büttner Held), LBST (Ludwig Bölkow Systemtechnik), ISE (Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme) und IKEM (Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität) im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur.
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) 2019: Dialogprozess Gas 2030 – Erste Bilanz – Oktober 2019. Berlin.
- dena 2018: Leitstudie integrierte Energiewende. Gutachterbericht von ewi Energy Research & Scenarios gGmbH im Auftrag der dena. Berlin.
- IEA 2019: The Future of Hydrogen. IEA, Paris.
- IW Köln und frontier economics, 2018: Synthetische Energieträger – Perspektiven für die deutsche Wirtschaft und den internationalen Handel. Eine Untersuchung der Marktpotenziale, Investitions- und Beschäftigungseffekte. Studie im Auftrag von IWO, MEW und UNITI.
- LBST (Ludwig Bölkow Systemtechnik) 2019: Wasserstoffstudie Nordrhein-Westfalen. Eine Expertise für das Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen.
- Nymoen, H., Sandler, S.C., Steffen, R. und Pfeiffer, R. 2019: Kurzstudie „Quote erneuerbare und dekarbonisierte Gase“. Kurzstudie im Auftrag der Vereinigung der Fernleitungsnetzbetreiber Gas e.V. (FNB Gas) Nymoen Strategieberatung GmbH, Berlin.
- Power to X Allianz 2019: Ein Markteinführungsprogramm für Power to X-Technologien.
- Smolinka, T., Wiebe, N., Sterchele, P., Palzer, A. u.a. 2018: Studie IndWEDe. Industrialisierung der Wasserelektrolyse in Deutschland. Chancen und Herausforderungen für nachhaltigen Wasserstoff für Verkehr, Strom und Wärme.
- UBA 2019: Ressourcenschonendes und treibhausgasneutrales Deutschland. Szenario GreenEe. UBA, Dessau-Roßlau.
- WWF 2019: Klimaschutz in der Industrie. Forderungen an die Bundesregierung für einen klimaneutralen Industriestandort Deutschland. WWF Deutschland, Berlin.



Kontakt:

IN4climate.NRW
Munscheidstraße 14
45886 Gelsenkirchen
Tel. 0209 - 408599-0
post@in4climate.nrw
www.in4climate.nrw