

Wasserstofffranking 2023

Exkurs: Perspektiven für den Wasserstoffhochlauf in der Metropole Ruhr

Studie für den Regionalverband Ruhr

25.01.2024

Studie



Impressum

© 2024

Verantwortlich:

IW Consult GmbH
Konrad-Adenauer-Ufer 21
50668 Köln
Tel.: +49 221 49 81-758
www.iwconsult.de

Autoren

Dr. Vanessa Hünнемeyer
Hanno Kempermann
Dr. Thorsten Lang
Fabian Meeßen

Bildnachweise

Titelseite: [canva.com](https://www.canva.com)

Inhalt

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Executive Summary..... | 6 |
| 2 | Auftrag und Fragestellung | 9 |
| 3 | Die Verfügbarkeit erneuerbarer Energien in den Metropolregionen | 10 |
| 4 | Mögliche Beschäftigungseffekte in der Metropole Ruhr..... | 14 |
| 5 | Ableitungen für den Hochlauf in der Metropole Ruhr | 21 |
| 6 | Hinweis zur methodischen Vorgehensweise | 24 |
| 7 | Literaturverzeichnis | 25 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 3-1: Verfügbarkeit erneuerbarer Energien (Solar und Wind) in ausgewählten Metropolregionen | 11 |
| Abbildung 3-2: Die Bedeutung von Solar- und Windenergie in ausgewählten Metropolregionen | 12 |
| Abbildung 4-1: Szenarioergebnisse zu Wasserstoffbedarfen in Deutschland im Vergleich | 15 |
| Abbildung 4-2: Struktur der deutschen Wasserstoffnachfrage nach Anwendungssektoren | 16 |
| Abbildung 4-3: Erwartete Anteile NRWs an der Wasserstoffnachfrage in Deutschland | 16 |
| Abbildung 4-4: Herkunft der Beschäftigungseffekte (Angebotsseite) in Deutschland | 17 |
| Abbildung 4-5: Herkunft der Beschäftigungseffekte im Ruhrgebiet bei Erreichen der Treibhausgasneutralität (2045/50) | 18 |
| Abbildung 5-1: Stellschrauben zur Erhöhung der wasserstoffaffinen Beschäftigungseffekte in der Metropole..... | 22 |
| Abbildung 6-1: Vorgehensweise zur Abschätzung von Effekten..... | 24 |

1 Executive Summary

Das Ruhrgebiet hat sehr gute Voraussetzungen für den Hochlauf der Wasserstoffindustrie und somit für die Dekarbonisierung und Transformation der bestehenden Industriestrukturen. Damit die Potenziale von grünem Wasserstoff genutzt werden können, ist eine radikale Umstellung und Neuentwicklung bestehender technologischer Prozesse und Verfahren notwendig. Das zweite nationale Wasserstoffranking zeigt, dass das Innovationssystem in der Metropole Ruhr günstige Voraussetzungen aufweist, innovationsgetrieben die Dekarbonisierung der Industrie mittels Wasserstofftechnologie zu bestreiten.

Der Hochlauf eines wasserstoffbasierten Wirtschaftssystems befindet sich noch im Aufbau und ist mit zahlreichen Herausforderungen konfrontiert.

- ▶ Ein Markt für die Herstellung und den Verkauf grünen Wasserstoffs existiert aktuell nicht. Große Investitionsentscheidungen in die Herstellung grünen Wasserstoffs sind ohne einen preisbildenden Markt stark risikobehaftet. Großskalige Herstellungskapazitäten sind daher noch in der Pilotphase und mit hohen Fördermitteln ausgestattet.
- ▶ Deutschland wird einen Großteil des benötigten Wasserstoffs nach aktuellen Erwartungen importieren müssen. Damit stellt die Herstellung von Wasserstoff selbst nur einen relativ geringen Wertschöpfungsanteil in einer deutschen Wasserstoffwirtschaft, sofern sich deutsche Unternehmen nicht Exportmodelle aufgrund von Innovationsführerschaft erschließen. Gerade die Metropole Ruhr sollte sich auf die produktseitigen Potenziale der Wasserstoffwirtschaft fokussieren – also grünen Wasserstoff in der Chemie oder der Stahlbranche einzusetzen sowie Wasserstoff-Startups gezielt zu fördern, um den Markthochlauf und die technologische Vorreiterrolle zu beschleunigen.
- ▶ Für die heimische, anwendernahe und dezentrale Versorgung mit Wasserstoff ist der Erzeugerkapazität von erneuerbaren Energien entscheidend. In den Metropolregionen herrschen große Unterschiede bei den aktuellen Erzeugungskapazitäten. In der Metropolregion Berlin-Brandenburg ist bspw. die 1,6-fache Nettonennleistung erneuerbarer Energien als in der Metropolregion München installiert.

Bis zum Jahr 2030 wird eine Nachfrage nach Wasserstoff von bis zu 334 TWh jährlich erwartet, bis zum Erreichen der Treibhausgasneutralität (2045/50) könnten bis 1.007 TWh pro Jahr in den Sektoren Industrie, Mobilität, Gebäude und zur Energieumwandlung benötigt werden.

Damit verbunden ist auch die Kreierung neuer Beschäftigung und zusätzlicher Wertschöpfung. Diese Potenziale werden sich – trotz der großen Importabhängigkeit – vor allem auf die EE-Stromerzeugung

und H₂-Stromerzeugung konzentrieren. In der Industrie wird es eher um den Erhalt von Arbeitsplätzen gehen, neue Beschäftigung wird vor allem mit steigender Wasserstoffverfügbarkeit ab dem Jahr 2030 generiert werden. Aufgrund der starken Industrieprägung in der Metropole Ruhr und der vergleichsweise geringen Erzeugungskapazitäten bei Grünstrom werden signifikante Beschäftigungseffekte erst nach dem Jahr 2030 – bei entsprechender Verfügbarkeit von Wasserstoff und technologischen Lösungen im industriellen Maßstab – erwartet.

Von entscheidender Bedeutung ist das Erosionsrisiko in energieintensiven Branchen zu berücksichtigen. Ohne erfolgreichen Wasserstoff-Markthochlauf werden für die industriegeprägten Wertschöpfungsnetze in Deutschland zehntausende Arbeitsplätze im Risiko stehen, von Abwanderung betroffen zu sein. Allein am Standort Duisburg arbeiten rund 14.000 Menschen bei thyssenkrupp. Ohne eine erfolgreiche Transformation zu klimaneutraler Direktreduktion werden diese Arbeitsplätze in den nächsten Jahrzehnten erodieren – und damit Innovationspotenziale im Wertschöpfungsnetz verloren gehen. Dabei wäre auch aus klimatechnischen Gesichtspunkten nichts gewonnen. Die Stahlnachfrage würde dann aus anderen Ländern bedient werden, die bei der Produktion mehr CO₂-Emissionen erzeugen als deutsche Unternehmen (siehe Diskussion zu *carbon leakage*).

Um die für die Metropole Ruhr prognostizierten Beschäftigungseffekte in Höhe von circa 25.100 Arbeitsplätzen deutlich vor 2045/50 zu realisieren, gilt es in der Metropole Ruhr

- ▶ eine frühzeitige Verfügbarkeit von Wasserstoff sicherzustellen. Die Verfügbarkeit im industriellen Maßstab wird die technologische Entwicklung in der Industrie vorantreiben. Je früher Wasserstoff und wasserstoffbasierte Lösungen für die Industrie verfügbar sind, desto früher lassen sich Beschäftigungs- und Wertschöpfungspotenziale heben.
- ▶ die umfassende Erfahrung in der Anwendung von grünem Wasserstoff wirtschaftlich zu verwerten. Unternehmen aus dem Ruhrgebiet, können dieses Know-how nutzen, um weitere Potenziale innerhalb und außerhalb des Ruhrgebiets aktiv zu erschließen. Dabei ist auch die Perspektive langfristiger Wettbewerbsfähigkeit von hoher Bedeutung. Die Solarproduktion wurde nach hoher Förderung in Deutschland aufgrund von günstigeren Kostenstrukturen fast komplett durch China ersetzt. Bei dem Bau von Elektrolyseuren sollte daher diese Perspektive nicht aus den Augen verloren werden.
- ▶ Kapital, Fläche und Fachkräfte zur Verfügung zu stellen. Produktionsorientierte Unternehmensgründungen, Standortverlagerungen und neue Produktionsstätten für z. B. Elektrolyseure und dessen Komponenten können dazu beitragen den industriellen Kern der Metropole und somit regionale Industriearbeitsplätze zu erhalten. Eine proaktive Flächenerschließung und -vermarktung sowie die Ausbildung notwendiger Kompetenzen sind hierbei ausschlaggebende Wettbewerbsvorteile für die Region.
- ▶ Unternehmensgründungen zu ermöglichen und Start-ups zu stärken. Start-ups stehen in Erwartungen ihr Geschäftsmodell schnell skalieren zu können und auf Basis (radikaler) Innovationen neue Geschäftsmodelle zu etablieren. Daher ist die Förderung wasserstoffaffiner Unternehmensgründungen mit hohen Wachstumsaussichten besonders wirksam, um zusätzliche, wasserstoffaffine Arbeitsplätze in der Region zu entwickeln. In der Metropolregion gibt es hier schon viele erfolgversprechende Anknüpfungspunkte.
- ▶ die Erzeugungskapazitäten für Strom aus erneuerbaren Energien schnell zu steigern. Im Zuge des Ausbaus der erneuerbaren Energien wird Beschäftigung vor allem im handwerklichen und technischen Bereich sowie in der Verwaltung entstehen, um PV- und Windkraftanlagen zu planen, genehmigen, installieren und zu warten.

Um die in der Metropole Ruhr sehr guten Standortbedingungen für die Wasserstoffwirtschaft auf der einen Seite weiter zu stärken sowie auf der anderen Seite Lerneffekte und Synergiepotenziale für den Hochlauf in anderen Regionen zu generieren, erscheint es sinnvoll, das Ruhrgebiet als eine

ganzheitliche Wasserstoff-Modellregion zu verstehen und fortzuentwickeln. Der Fokus einer solchen Modellregion sollte dabei auf den für das Innovationsökosystem wichtigen Faktoren liegen sowie um Kompetenzen und Fachkräfte, Flächen und Infrastrukturen ergänzt werden. Der heute schon gemeldete hohe Bedarf an Wasserstoff lässt für Wasserstoff zahlreiche Anwendungsfälle vermuten. Viele Akteure, z. B. die öffentliche Verwaltung, Immobilienentwickler oder Wirtschaftsförderer werden in der Metropole Ruhr wegweisende Erfahrungen sammeln, die sie anderen zur Verfügung stellen können, um die Dekarbonisierung und den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft in Deutschland insgesamt voranzubringen.

2 Auftrag und Fragestellung

Das Ruhrgebiet weist besondere Stärken für den Hochlauf der Wasserstoffindustrie auf. Das zweite nationale Wasserstoffranking, welches die Rahmenbedingungen für Innovationen im Bereich Wasserstoff bzw. -technologie in neun ausgewählten Metropolregionen vergleicht, hebt die leistungsfähigen Innovationsstrukturen in der Metropole Ruhr hervor. Nicht nur bestehen leistungsfähige Strukturen für die Generierung von neuem Wissen in Bezug zur Wasserstofftechnologie, sondern es gelingt im hiesigen Innovationssystem auch dieses Wissen in Unternehmen anzuwenden und in neue Geschäftsmodelle zu übersetzen. Der Zugang zu Wissen über Wasserstoff und seine Einsatzmöglichkeiten ist in der Metropole durch zahlreiche Vernetzungsangebote vielfältig vorhanden. Auch die Wahrnehmung durch den Nationalen Wasserstoffrat unterstreicht die guten Voraussetzungen in der Metropole Ruhr.

Vor dem Hintergrund der vielversprechenden Ergebnisse des Vergleichs der metropolitenen Innovationssysteme diskutiert der vorliegende zweite Studienteil die Aussichten in der Metropole Ruhr für den Hochlauf der Wasserstoffindustrie. Dabei wird zunächst auf die Verfügbarkeit erneuerbarer Energien eingegangen. Die ausreichende Bereitstellung erneuerbarer Energien sind eine notwendige Voraussetzung für das von der Bundesregierung ausgeschriebene Ziel, bis zum Jahr 2030 eine heimische Elektrolyseleistung in Höhe von 10 GW aufzubauen, zu erreichen (BMWK, 2023). Im zweiten Teil werden mögliche Beschäftigungseffekte abgeschätzt, die durch den Aufbau der Wasserstoffindustrie in der Metropole Ruhr entstehen könnten.

3 Die Verfügbarkeit erneuerbarer Energien in den Metropolregionen

Die Geschwindigkeit des Hochlaufs von Wasserstoff entscheidet sich auch darüber, wie schnell und in welchen Mengen (grüner) Wasserstoff in Deutschland verfügbar ist. Um der Industrie, dem Verkehr und in sonstigen Anwendungsbereichen (z. B. Wärmeerzeugung, stationäre Energieversorgung) ausreichend Wasserstoff zur Verfügung zu stellen, setzt die Bundesrepublik einerseits auf den Import von (grünem) Wasserstoff und seinen Derivaten aus Ländern, die bereits heute schon oder zukünftig Strom aus erneuerbaren Energien herstellen können. Hierzu zählen europäische Länder wie Spanien und Norwegen ebenso wie Australien und Länder aus Südamerika, Afrika oder dem Mittleren Osten.

Für die Metropole Ruhr wird der Import von Wasserstoff voraussichtlich eine wesentliche Quelle darstellen. Aber auch die heimische Produktion kann zu einer dezentralen Versorgung beitragen und erste Anwendungsfälle beschleunigen. Die Bundesregierung hat in der Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie das Ziel ausgelobt, bis zum Jahr 2030 eine heimische Elektrolyseleistung von mindestens 10 GW zu installieren (BMWK, 2023). Voraussetzung hierfür ist der Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien. Am wichtigsten hierfür ist die Stromproduktion aus Solar- und Windenergie, während auch andere Energieträger wie Biomasse in Frage kommen können.

Die Erzeugungskapazität von erneuerbaren Energien hängt maßgeblich von topographischen, naturräumlichen und städtebaulichen Voraussetzungen ab. Auch die technologische Entwicklung, insbesondere die Höhe von Windkraftanlagen, erfordert eine kontinuierliche Anpassung möglicher Windeignungsgebiete. Darüber hinaus variieren die gesetzlichen Regelungen zur Installation von Windkraftanlagen zwischen den Bundesländern. So gilt in Bayern für alle Windkraftanlagen¹ die „10H-Regelung“, die einen Mindestabstand zwischen Windkraftanlagen und Wohnbebauung in zehnfacher Höhe festlegt. Moderne Windkraftanlagen können inklusive der Rotorblätter über 200 Meter betragen, daraus resultiert ein Mindestabstand zur nächsten Wohnbebauung von mindestens zwei Kilometern (Stmb,

¹ Es existieren allerdings Ausnahmen, etwa wenn Landwirte zur Eigenversorgung eine Windkraftanlage errichten (Stmb, 2016). Zudem wurden jüngst die Abstandsregelungen gelockert. Beispielsweise muss ab Juni 2023 in Windvorranggebieten nur ein maximaler Abstand von 800 Metern zur Wohnbebauung eingehalten werden (Bayerische Staatsregierung, 2022).

2016). In Niedersachsen hingegen gelten andere Richtwerte zu den erforderlichen Abständen. In Industrie- und Gewerbegebieten reicht etwa das 0,25-fache der Höhe aus, ansonsten das 0,5-fache (Niedersächsische Staatskanzlei, 2021).

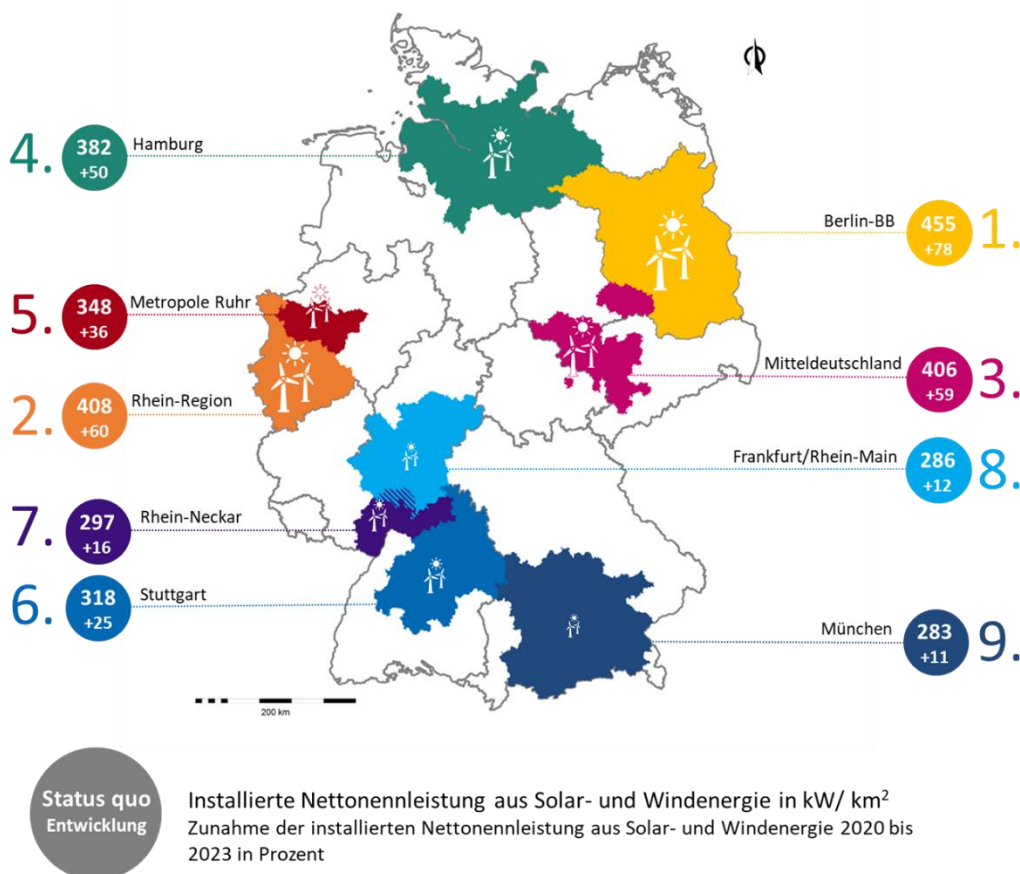
Diese natürlichen, technologischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen führen dazu, dass die heutige Erzeugungsleistung von erneuerbaren Energien im Bundesgebiet sehr heterogen verteilt ist.

Wird die Erzeugungskapazität von Solar- und Windenergie zusammengenommen, ist in der Metropolregion Berlin-Brandenburg die größte Nettonennleistung in Relation zur Fläche der Metropolregion installiert, gefolgt von der Rhein-Region und Mitteldeutschland. Das Schlusslicht bildet die Metropolregion München. Hier beträgt die installierte Nettonennleistung rund 61 Prozent weniger als in der Spitzenreiterregion Berlin-Brandenburg.

Die größten Zuwächse an erneuerbaren Energien zwischen 2019 und 2023 sind ebenfalls in der Metropolregion Berlin-Brandenburg dokumentiert. Waren es im Jahr 2020 noch 377 kW je km², stieg die Erzeugungskapazität bis Ende Juni 2023 auf 455 kW/km². Ebenfalls hohe Zuwächse sind in der Rhein-Region (+60 Prozent) sowie in Mitteldeutschland (+59 Prozent) verzeichnet.

Abbildung 3-1: Verfügbarkeit erneuerbarer Energien (Solar und Wind) in ausgewählten Metropolregionen

Im laufenden Kalenderjahr sind die Daten bis zum aktuellen Rand (26.6.2023) ausgewertet.

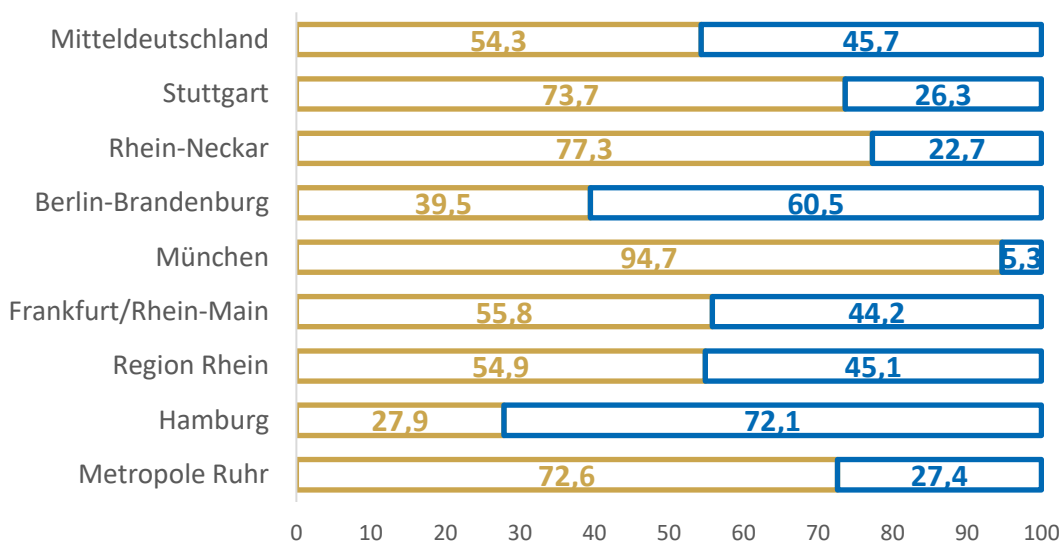


Quelle: Eigene Darstellung auf Basis des Marktstammdatenregisters (Stand: 26.06.2023)

Die beiden wichtigsten Energieträger der erneuerbaren Energien, Solar und Wind, sind in den Metropolregionen unterschiedlich bedeutsam (vgl. Abbildung 3-2). Während in der Metropolregion München die Solartechnologie einen Anteil von knapp 95 Prozent an beiden Energieträgern aufweist, werden in der Metropolregion Hamburg 72 Prozent des verfügbaren Grünstroms aus Solar und Wind mit Windkraftanlagen erzeugt. Diese Unterschiede müssen im Lichte der eingangs geschilderten Ausgangs- und Rahmenbedingungen verstanden werden. Da in Bayern hohe Anforderungen an die Errichtung von Windkraftanlagen gestellt werden, liegt die Installation von Solarenergie nahe. In der Metropolregion Hamburg sind Windkraftanlagen präferiert. Einerseits herrschen hierfür aufgrund der Lage gute Windbedingungen, andererseits ist die Errichtung von Windkraftanlagen weniger restriktiv gesetzlich geregelt. In der Metropole Ruhr dominiert ebenfalls die Erzeugung aus Solarenergie. Aufgrund der hohen städtebaulichen Dichte befinden sich nur wenige freie Flächen, um Windkraftanlagen zu errichten. Gleichzeitig eignet sich die enge Bebauung für die dezentrale und eher kleinteilige Installation von Solarenergieanlagen.

Abbildung 3-2: Die Bedeutung von Solar- und Windenergie in ausgewählten Metropolregionen

Die Verteilung von **Solar-** und **Windenergie** an der installierten, zusammengenommenen Nettonennleistung (kW/km²) in Prozent



Quelle: Eigene Berechnung und Darstellung auf Basis des Marktstammdatenregisters (Stand: 26.06.2023)

Am aktuellen Rand beträgt die Nettonennleistung aus Solar- und Windkraftanlagen in der Metropole Ruhr 348 kW/km². Zwischen 2019 und 2023 wuchs die Nettonennleistung aus Solar- und Windenergie in der Metropole Ruhr über ein Drittel (36,3 Prozent). Wesentlich für den Anstieg der Nettonennleistung aus den berücksichtigten erneuerbaren Energiequellen in der Metropole Ruhr zeichnet sich der Ausbau der Solarenergieanlagen. Seit dem Jahr 2020 stieg die Nettonennleistung in der Solarenergie um 46,4 Prozent auf 253 kW/km², die durch Wind erzeugte Energie nahm lediglich um 15,1 Prozent zu und beträgt am aktuellen Rand 95 kW/km².

Das Ruhrgebiet selbst ist trotz der deutlichen Steigerung nicht primärer Produzent erneuerbarer Energien. Dies liegt u.a. auch an den geringeren Volllaststunden von PV-Anlagen. Dies macht sie weniger ergiebig als andere Technologien. Die geringeren Möglichkeiten, erneuerbare Energien vor Ort zu erzeugen, hat auch Folgen für die Erzeugung von grünem Wasserstoff. Aus einer Marktbefragung des Fernleitungsnetzbetreibers FNB Gas (2021 a, b) geben Unternehmen an, 7,4 TWh im Jahr 2030

einspeisen zu wollen. Damit liegt die Metropole Ruhr im Metropolvergleich zwar deutlich über den Angaben von Unternehmen in anderen Metropolregion. Dennoch ist zu erwarten, dass die notwendigen Bedarfe mehrheitlich über das Hydrogen Backbone abgedeckt werden.

4 Mögliche Beschäftigungseffekte in der Metropole Ruhr

Die Erzeugung, der Transport und die Nutzung von Wasserstoff führt in Industriebetrieben zu erheblichen Anpassungsprozessen: Elektro-, Betriebs- und Energietechniker gewinnen an Bedeutung für den Aufbau und die Wartung von Windkraft- und Solaranlagen und hochspezialisierte Experten entwickeln neue Verfahren, um Wasserstoff in Produktionsabläufe zu integrieren. Der Aufbau neuer Wertschöpfungszusammenhänge steht in Erwartung neue Arbeitsfelder und Tätigkeitsbereiche zu generieren. Eine Studie aus dem Jahr 2020 erwartet bis zum Jahr 2030 deutschlandweit zwischen 23.200 und 82.800 direkte und indirekte Beschäftigungsverhältnisse durch die Wasserstoffwirtschaft (FCH2JU, 2020).

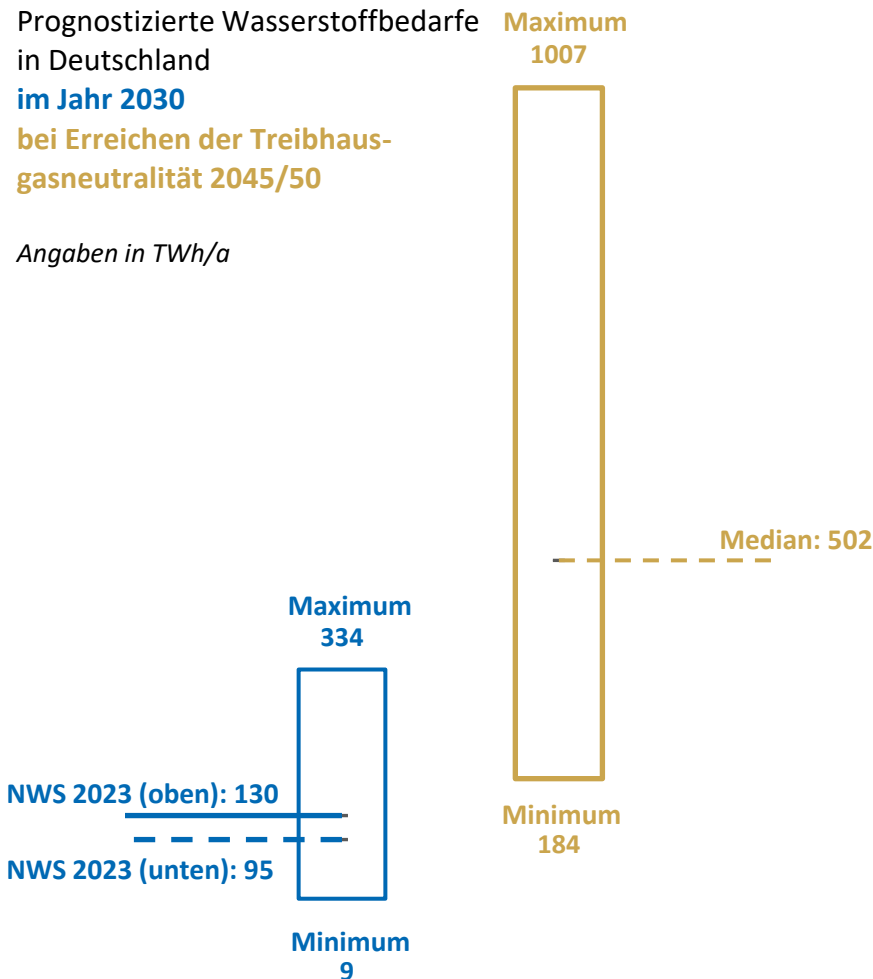
Im Folgenden werden mögliche Arbeitsplatzeffekte durch Wasserstoff in der Metropole Ruhr anhand dieser und weiterer Informationen abgeschätzt. Dazu sind die spezifischen Strukturen in der Metropole Ruhr zu berücksichtigen. In der energetischen Wertschöpfungskette ist das Ruhrgebiet eine Anwendungsregion, da für die Defossilisierung der Stahlindustrie und Grundstoffchemie große Mengen grünen Wasserstoffs benötigt werden. Gleichzeitig ist es weniger Erzeugerregion grünen Wasserstoffs, da hier küstennahe Standorte mit viel Windkraft Vorteile aufweisen. Vielmehr ist das Ruhrgebiet auf den Import grünen Wasserstoffs angewiesen, beispielsweise über Pipelines aus den Niederlanden. In der Produktwertschöpfungskette kann das Ruhrgebiet Technologielieferant sein. So hat einer der großen deutschen Elektrolyseurhersteller seinen Hauptsitz im Ruhrgebiet.

Ausgangspunkt für die Abschätzung der Arbeitsplatzeffekte von Wasserstoff sind aktuelle Szenarien für den Wasserstoffbedarf in Deutschland und die fortgeschriebene Wasserstoffstrategie der Bundesregierung (BMWK, 2023). Hier liegt eine Vielzahl an Szenarien vor, die sich in ihren Annahmen und Ergebnissen teils sehr deutlich unterscheiden (vgl. Abbildung 4-1). So reicht der erwartete Wasserstoffbedarf im Jahr 2030 von 9 bis 334 Terawattstunden (TWh). Die im Juli 2023 fortgeschriebene Wasserstoffstrategie der Bundesregierung geht von einer Wasserstoffnachfrage zwischen 95 TWh (unterer Wert) und 130 TWh (oberer Wert) Wasserstoff in Deutschland aus. Beim Erreichen der Treibhausgasneutralität (je nach Szenario im Jahr 2045 bzw. 2050) wird in Deutschland eine Wasserstoffnachfrage zwischen 184 und 1.007 TWh erwartet, wobei sich der Mittelwert (539 TWh) und Median (502 TWh)

nur geringfügig unterscheiden. Deutlich wird an dieser Stelle bereits, dass sich der Hochlauf nach dem Jahr 2030 nochmals deutlich beschleunigen wird.

Abbildung 4-1: Szenarioergebnisse zu Wasserstoffbedarfen in Deutschland im Vergleich

Prognostizierte Bedarfe gemäß bestehenden Szenarien

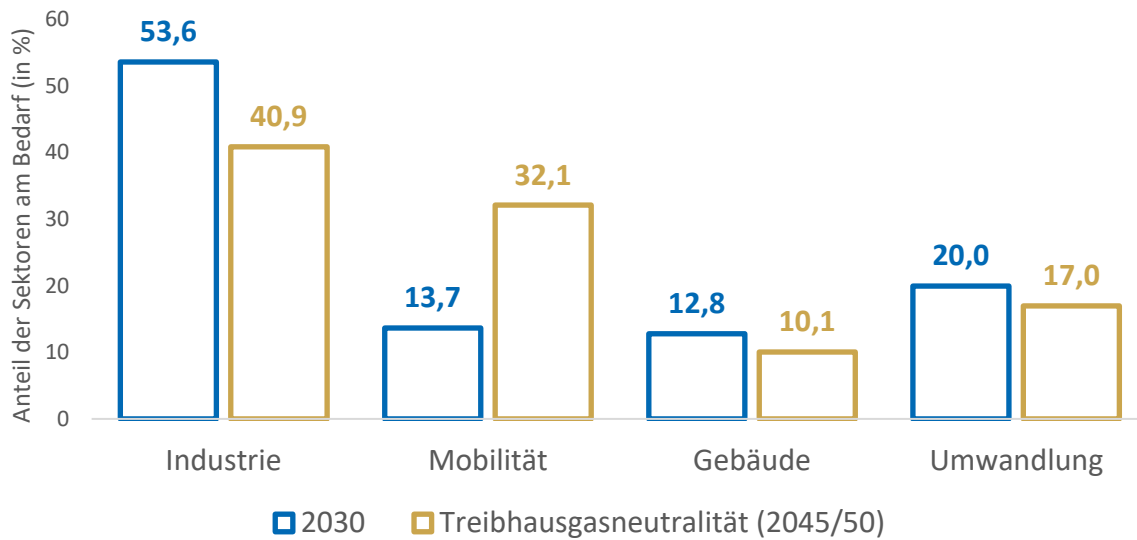


Quelle: Eigene Berechnung und Darstellung auf Basis von FFE (2023), SCI4Climate.NRW (2023), LBST (2019), FZJ (2021), FCH2JU (2020), FNB Gas (2021b), BMWK (2023)

Die Wasserstoffnachfrage in Deutschland kommt durch die Nachfrage in verschiedenen Anwendungssektoren zustande. Auch hier unterscheiden sich die verschiedenen Szenarien. Im Mittel zeigt sich aber, dass der Industriesektor der größte Nachfrager von Wasserstoff sein wird, gefolgt von Mobilitätsanwendungen und dem Umwandlungssektor, bei dem Wasserstoff in Kraftwerken zur Stabilisierung der Stromversorgung eingesetzt wird (vgl. Abbildung 4-2).

Abbildung 4-2: Struktur der deutschen Wasserstoffnachfrage nach Anwendungssektoren

Mittel aus verschiedenen Szenarien

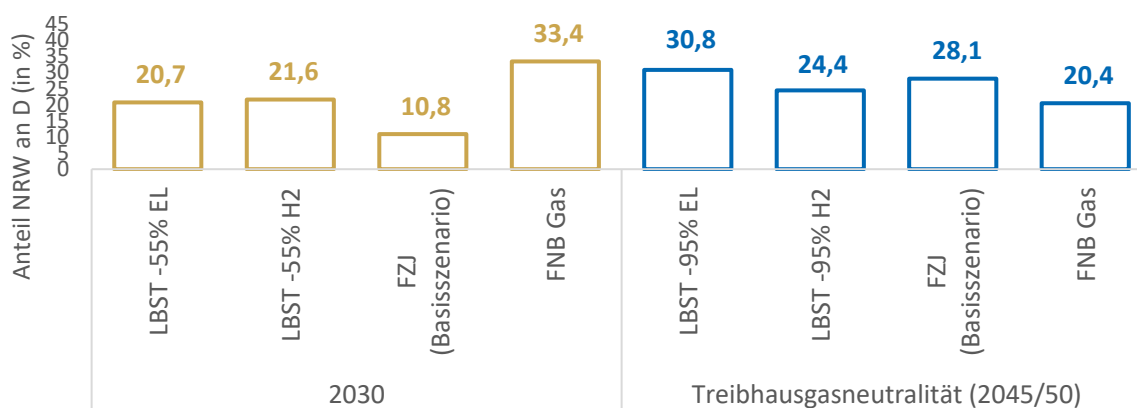


Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von FFE (2023), SCI4Climate.NRW (2023), LBST (2019), FZJ (2021)

Verschiedene Studien (FNB Gas, 2021b; FZJ, 2021; LBST, 2019) enthalten für Nordrhein-Westfalen Angaben zum Wasserstoffbedarf (vgl. Abbildung 4-3). Bis zum Jahr 2030 wird NRW an der gesamten Wasserstoffnachfrage in Deutschland zwischen 10,8 und 33,4 Prozent ausmachen. Dahinter stehen unterschiedliche Annahmen zur Dynamik des Hochlaufs der Wasserstoffwirtschaft. Je nach Einsetzen der Dynamik des Hochlaufs können die Beschäftigungseffekte früher oder später einsetzen. Beim Erreichen der Treibhausgasneutralität 2045/50 wird für Nordrhein-Westfalen ein Anteil an der deutschlandweiten Wasserstoffnachfrage zwischen 20,4 und 30,8 Prozent erwartet.

Abbildung 4-3: Erwartete Anteile NRWs an der Wasserstoffnachfrage in Deutschland

Anteile in Prozent



Quelle: Eigene Berechnung und Darstellung auf Basis von LBST (2019), FZJ (2021)

Die Ferngasnetzbetreiber (FNB Gas) hat auf Grundlage einer Marktabfrage die Nachfrage noch weiter regionalisiert ausgewiesen. Demnach könnte die Wasserstoffnachfrage in der Metropole Ruhr im Jahr

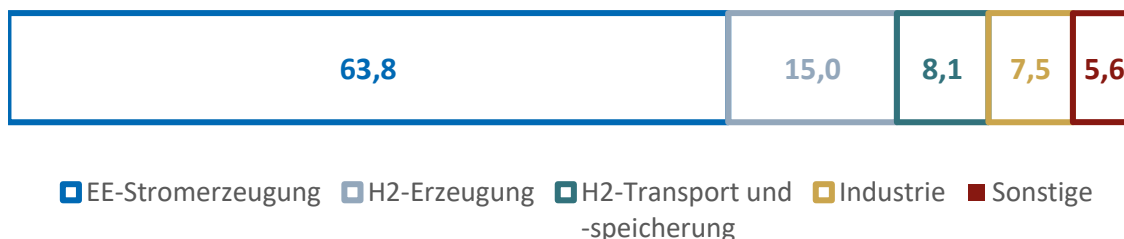
2030 zwischen 36 und 40 TWh betragen, was einem Anteil zwischen 27,7 und 28,0 Prozent der deutschlandweiten Nachfrage entspräche. Bis zum Jahr 2045 soll die Wasserstoffnachfrage im Ruhrgebiet auf zwischen 58 und 72,8 TWh ansteigen, was 13,4 und 14,9 Prozent der deutschlandweiten Nachfrage gleichkommt (FNB Gas, 2021b).

Zwei Studien (FZJ, 2021 und LBST, 2019) enthalten zudem für die verschiedenen Sektoren Angaben zu Nordrhein-Westfalen. Bis zum Erreichen der Treibhausgasneutralität wird die Wasserstoffnachfrage der nordrhein-westfälischen Industrie an der gesamten Wasserstoffnachfrage der deutschen Industrie zwischen 31 und 44,7 Prozent ausmachen. Ursächlich für die hohe Bedeutung von Wasserstoff für die Industrie in NRW sind Produktionsumstellungen in der Stahlindustrie und Petrochemie. Angesichts des hohen Bedarfs in der Industrie zeigt sich, dass Wasserstoff für das Ruhrgebiet von erheblicher Bedeutung ist: Wasserstoff ist Voraussetzung für die ökologische Transformation bestehender Industrien. Bei einem Misslingen dieser Transformation besteht eine erhebliche Erosionsgefahr für die derzeitigen Arbeitsplätze.

Gleichwohl bedeutet der hohe Bedarfsanteil nicht automatisch auch ein hohen Beschäftigungsanteil in der Wasserstoffwirtschaft. Szenarien, die Arbeitsplatzeffekte der Wasserstoffwirtschaft aufzeigen, geben eine ziemlich klare Struktur der Beschäftigungseffekte vor (vgl. Abbildung 4-4). Fast zwei Drittel der Beschäftigungseffekte werden im Bereich der erneuerbaren Energien erwartet. Der grüne Strom ist auf der Angebotsseite der entscheidende Produktionsinput für die Elektrolyse von grünem Wasserstoff. Hinzu kommen die Effekte aus dem Ausbau der erneuerbaren Energien, der erforderlich ist, um die Strombedarfe der Elektrolyse zu decken. Deutlich geringere Teile entfallen auf andere Angebotsbereiche, wie die Wasserstofferzeugung, den Wasserstofftransport, die Wasserstoffspeicherung oder die Anwendungen in der Industrie. Hier muss der Wasserstoff eingekauft werden, sodass er eine Vorleistung darstellt, deren Wertschöpfung außerhalb der Industrie anfällt. Für die Beschäftigungseffekte ist somit die Angebotsseite, nicht aber die Nachfrageseite entscheidend.

Abbildung 4-4: Herkunft der Beschäftigungseffekte (Angebotsseite) in Deutschland

Anteil am gesamten Beschäftigungseffekt in Prozent (2030)



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von FCH2JU (2020), FZJ (2021)

Vor diesem Hintergrund sind die Beschäftigungseffekte im Ruhrgebiet über die Angebotsseite abgeschätzt worden. Hier zeigt sich, dass NRW mit rund 10 Prozent nur unterdurchschnittliche Anteile an der EE-Stromerzeugung in Deutschland aufweist und das Ruhrgebiet insbesondere bei der Windstromerzeugung nur geringe Anteile an Nordrhein-Westfalen hat (LBST, 2019; FZJ, 2021). Dagegen weisen NRW und das Ruhrgebiet bei der Industrie überdurchschnittliche Anteile auf. Treiber sind hier die Stahlindustrie und die Petrochemie (siehe oben). Bei Transport und Speicherung und in den sonstigen Bereichen liegen im Ruhrgebiet eher durchschnittliche Anteile vor. Diese spezifische Struktur schlägt sich in der Zusammensetzung der Arbeitsplätze der Wasserstoffwirtschaft im Ruhrgebiet nieder (vgl.

Abbildung 4-5). Entgegen der Erwartung für Gesamtdeutschland wird im Ruhrgebiet mit 50,2 Prozent ein deutlich höherer Beschäftigungseffekt in der Industrie erwartet, während nur 14,7 Prozent der zusätzlichen Arbeitsplätze auf die EE-Stromerzeugung für grünen Wasserstoff entfallen, da die Region kein prädestinierter Standort der EE-Stromerzeugung ist.

Abbildung 4-5: Herkunft der Beschäftigungseffekte im Ruhrgebiet bei Erreichen der Treibhausgasneutralität (2045/50)

Anteile an allen Arbeitsplätzen der Wasserstoffwirtschaft im Ruhrgebiet in Prozent



Quelle: Eigene Berechnung

Vor diesem Hintergrund könnten sich die Arbeitsplatzeffekte der Wasserstoffwirtschaft im Ruhrgebiet folgendermaßen darstellen:

- ▶ Im Jahr 2030 hat der Hochlauf der deutschen Wasserstoffwirtschaft in mehreren Bereichen bzw. Anwendungsfeldern Fahrt aufgenommen. Ausgehend vom deutschen Wasserstoffbedarf von 95 bis 130 Terawattstunden im Jahr 2030 (vgl. Abbildung 4-1), kann das Ruhrgebiet in diesem Szenario im Jahr 2030 mit einer Wertschöpfung von 570 bis 780 Millionen Euro und 6.360 bis 8.700 direkten und indirekten Arbeitsplätzen rechnen.
- ▶ Der Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft setzt sich in den meisten Szenarien bis zum Erreichen der Treibhausgasneutralität fort. In Deutschland wird dann mit einer Wasserstoffnachfrage von 502 TWh gerechnet. Im Ruhrgebiet wird eine jährliche Wertschöpfung von 3,6 Milliarden Euro erwartet. Zudem wird von 25.100 direkten und indirekten Arbeitsplätzen ausgegangen, wobei der Schwerpunkt rund um die industriellen Anwendungen liegt.
- ▶ Anhand der verschiedenen Studien sind zudem Minimal- und Maximalwert abgeschätzt worden, wobei die Korridore recht eng sind. Der Beschäftigungsanteil des Ruhrgebiets an der deutschlandweiten Beschäftigung der Wasserstoffwirtschaft ist mit 4,7 Prozent unterproportional. Insgesamt hat das Ruhrgebiet einen Anteil von 5,4 Prozent an den deutschlandweiten sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten.
- ▶ Die Folgen von potenziellen industriellen Großunternehmen der Wasserstoffwirtschaft, die sich im Ruhrgebiet ansiedeln könnten, für die Schaffung von (Industrie)Arbeitsplätzen im Ruhrgebiet sind aktuell noch nicht absehbar. Neuansiedlungen stellen auch in Hochrechnungen und Folgenabschätzungen eine große Unbekannte dar und können daher nicht bzw. nur unzureichend berücksichtigt werden. Klar ist jedoch, produzieren wichtige Player, wie der Elektrolysehersteller thyssenkrupp nucera im Ruhrgebiet, dann ist von einem stärkeren Beschäftigungseffekt auszugehen. Der Elektrolyseurhersteller thyssenkrupp nucera erwartet bereits vor dem Jahr 2030 einen erheblichen Umsatzzuwachs. Sofern die erforderliche Produktion im Ruhrgebiet stattfindet, können sich daraus erhebliche Beschäftigungseffekte ergeben. Bereits im Jahr 2022 hat das Unternehmen weltweit über 500 Menschen beschäftigt (thyssenkrupp nucera, 2022). Hinzu kommen weitere Industrieunternehmen wie etwa Plug Power in Duisburg, Cummins sowie weitere

Hersteller von relevanten Komponenten (z.B. Verdichter, Pipelines, Turbinen u.ä.). Insofern stellt die aktuelle Berechnung der Beschäftigungseffekte eine Untergrenze dar.

- ▶ Nicht berücksichtigt sind Start-up-Potenziale, die sich in den nächsten Jahren durch eine gezielte Förderung wie bspw. im H2UB ergeben. Das Wasserstoffranking 2023² zeigt viele vielversprechende Gründungen in der Metropole Ruhr wie WEW oder Greenlyte, die bei Erfolg ihres Geschäftsmodells stark wachsen können. Wenn der Markthochlauf dynamisch und erfolgreich in Deutschland verläuft, können hier mehrere Tausend Arbeitsplätze in der Metropole Ruhr in den nächsten Jahren entstehen.
- ▶ Ebenfalls nicht berücksichtigt sind erhaltene Arbeitsplätze durch eine gelungene ökologische Transformation. So beschäftigt thyssenkrupp Steel Europe am Standort Duisburg allein 14.000 Menschen. Weitere knapp 13.000 Menschen arbeiten an den weiteren Standorten, zum Beispiel Bochum oder Dortmund (thyssenkrupp Steel Europe, 2023a, 2023b, Süddeutsche Zeitung, 2023). Die Werke von thyssenkrupp gelten als Hauptabnehmer von grünem Wasserstoff. Gelingt die ökologische Transformation nicht, würden nicht nur viele der 25.100 Arbeitsplätze nicht entstehen, sondern auch viele Arbeitsplätze der Stahlindustrie im Ruhrgebiet verloren gehen. Dies zeigt die enorme Bedeutung, die dem Gelingen der ökologischen Transformation beigemessen werden muss.

Angesichts der Ergebnisse wird deutlich, dass das Ruhrgebiet Wasserstoff erfolgreich in seiner Industrie zur Anwendung bringen muss, um die Beschäftigung in der von der ökologischen Transformation betroffenen Branchen zu sichern. Je schneller dies gelingt, desto eher können die Beschäftigungseffekte realisiert werden und die Gefahr der Abwanderung von Industriearbeitsplätzen im Zuge von *carbon leakage* reduziert werden. Unter *carbon leakage* wird die Abwanderung von Unternehmen verstanden, die dem Europäischen Emissionshandel unterliegen, und somit in Deutschland und der EU durch den Erwerb von Emissionszertifikaten Wettbewerbsnachteile erfahren. Das Risiko besteht, dass solche Unternehmen sowie ihre Arbeitsplätze in Länder mit geringeren Anforderungen an den Klimaschutz abwandern. Um sowohl *carbon leakage* zu verhindern als auch zusätzliche Beschäftigungseffekte zu generieren, benötigen die Unternehmen eine passende Infrastruktur zur Deckung ihrer Wasserstoffbedarfe. Zudem sind weitere Voraussetzungen für die Elektrolyse von grünem Wasserstoff zu schaffen, auch wenn hier die Dynamik geringer ausfällt als in anderen Teilen Deutschlands. Eine Möglichkeit wäre der weitere Ausbau der Solarstromerzeugung, wofür aber geeignete Flächen (wie Dächer) bspw. durch eine Solarinitiative bereitgestellt werden müssen.

Das Ruhrgebiet wird umfassende Erfahrungen in der Anwendung von grünem Wasserstoff in der Industrie sammeln. Mit diesen Erfahrungen können weitere Potenziale innerhalb und außerhalb des Ruhrgebiets erschlossen werden und so zusätzliche Arbeitsplatzeffekte erzielt werden. Um diese Ansätze zu erschließen, kann das Ruhrgebiet auf seine Vorteile, wie die Forschung, die Infrastruktur und die Start-ups, zurückgreifen. An vielen Stellen entsteht gerade Neues, das auf das Heben der Potenziale einzahlt. So sind im Rahmen des „5 Standorteprogramms“, mit dem Standorte von Steinkohlekraftwerken eine neue Perspektive im Strukturwandel aufgezeigt werden soll, viele Ansätze zur Stärkung der Wasserstoffwirtschaft enthalten. Duisburg plant ein Start-up-Hub Wasserstoffanwendungen und ein H₂-Bildungszentrum, Gelsenkirchen ein H₂-Solution-Lab und H₂-Test- und Ausbildungsstandort, Herne ein Excellence-Department für neue Mobilität und Energie und Hamm möchte die Wasserstoffallianz Westfalen vorantreiben. Erfolgreiche Start-ups sind somit ein weiterer Schlüssel, um bislang noch nicht erschlossene Beschäftigungspotenziale zu erschließen. Die Rahmenbedingungen, wie sie im

² Für eine vertiefende Darstellung siehe Kapitel 4.5 der Studie „Wasserstoffranking 2023“.

Ranking aufgezeigt werden, sind dabei ein guter Ausgangspunkt, um zusätzliche Arbeitsplätze zu kreieren.

Gleichwohl erscheinen die Beschäftigungseffekte in der Erzeugung eher begrenzt, weil das Ruhrgebiet kein primärer Standort für die Produktion von grünem Wasserstoff und des dafür benötigten Stroms aus erneuerbaren Energien ist.

Um weitere Beschäftigungspotenziale zu heben, sind daher die Erfahrungen aus der Industrie auch außerhalb des Ruhrgebiets zu vermarkten und die Standortbedingungen weiter für Start-ups und spezialisierte Dienstleister zu stärken. Hier helfen die vorhandenen Nuklei, beispielsweise bei wasserstoffaffinen Start-ups. Damit dies gelingt, werden in Zukunft Flächen für die Wasserstoffwirtschaft benötigt, die im Ruhrgebiet erschlossen und bereitgestellt werden müssen. Zudem ist der Aus- und Weiterbildung zu prüfen, ob alle relevanten Kompetenzen bereitgestellt werden, die für die Wasserstoffwirtschaft benötigt werden.

5 Ableitungen für den Hochlauf in der Metropole Ruhr

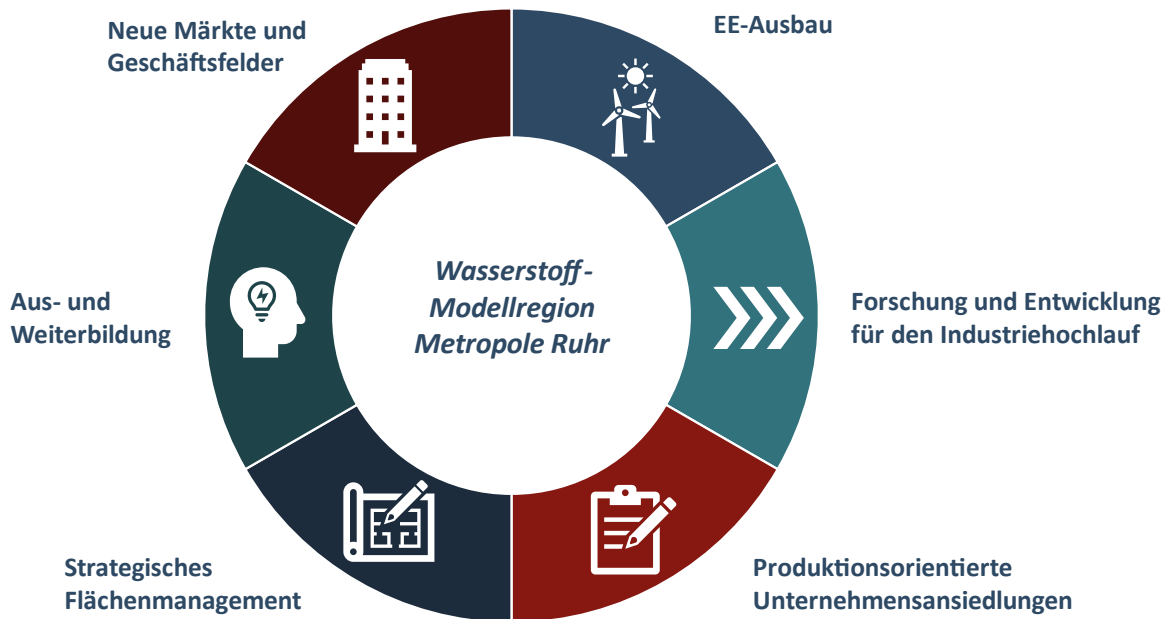
Für die Industrienation Deutschland gilt Wasserstoff als große Hoffnung, um Emissionen zu reduzieren und Treibhausgasneutralität zu realisieren. Obgleich Politik und Unternehmen mit großen Schritten und erheblichen Investitionen die Skalierung wasserstoffbasierter Prozesse und Anwendungsfälle forcieren, befindet sich die Bundesrepublik noch am Anfang einer wasserstoffbasierten Wirtschaft.

Die Dekarbonisierung von Industrie und Produktion wird einerseits zur Entstehung neuer Arbeitsplätze beitragen, andererseits wird sie vor allem auch Arbeitsplätze in bestehenden Industrien sichern. Insbesondere Letzteres ist im Kontext der Metropole Ruhr aufgrund der vorhandenen starken Industriepprägung der Wirtschafts- und Unternehmensstruktur von hoher Relevanz. Nach aktuellen Erwartungen entsteht zusätzliche Beschäftigung im Kontext von Wasserstoff in der Metropole Ruhr erst nach dem Jahr 2030 in größerem Umfang. Ursächlich hierfür ist, dass erst ab dem Jahr 2030 sowohl Wasserstoff als auch entsprechende Technologien in ausreichendem Maße und Reife verfügbar sind und im industriellen Maßstab zum Einsatz kommen werden können. Zudem ist die Erzeugungskapazität von Grünstrom in der Metropole Ruhr begrenzt – jedoch sind frühe Beschäftigungseffekte insbesondere bei der Stromerzeugung zu erwarten.

Um einerseits die Beschäftigungseffekte zu beschleunigen und Industriearbeitsplätze zu erhalten sowie andererseits die Potenziale der Metropole Ruhr für den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft bestmöglich zu nutzen, eignet sich die Etablierung einer ganzheitlichen Wasserstoff-Modellregion. Durch die zielgenaue Weiterentwicklung des Innovationsökosystems – etwa durch die Stärkung von Hochschulen, Forschungseinrichtungen und wasserstoffaffiner Forschungsprojekte – gepaart mit einer zukunftsorientierten Weiterentwicklung wirtschaftlicher Rahmenbedingungen, namentlich in den Bereichen Kompetenzen und Fachkräfte, Flächen und Infrastrukturen, können vorhandene wasserstoffaffine Strukturen in der Metropole Ruhr gestärkt und ausgebaut werden. Die bauliche Dichte, das enge Neben- und Miteinander von FuE-Akteuren sowie Wasserstoff-Anwendern als auch die vorhandenen Infrastrukturen sind zentrale Wettbewerbsvorteile, um den Hochlauf einer Wasserstoffwirtschaft in der Metropole noch stärker zu forcieren. Mit einem geschätzten Bedarf, der im Jahr 2030 schon zwischen 36 und 40 TWh liegen könnte, ist eine zentrale Voraussetzung für eine ganzheitliches Testfeld „Wasserstoff-Modellregion Metropole Ruhr“ gegeben.

Mit einer Wasserstoff-Modellregion werden zudem Lerneffekte und Synergiepotenziale geschaffen, um den Hochlauf, etwa durch Erfahrungsaustausch bei der Lösung industriell-technologischer Probleme oder bei der Entwicklung passender Infrastrukturen auf kommunaler Ebene, deutschlandweit zu beschleunigen. Auf Basis vorangegangener Analysen scheinen folgende Stellschrauben für die Metropole dabei besonders wichtig (vgl. Abbildung 5-1):

Abbildung 5-1: Stellschrauben zur Erhöhung der wasserstoffaffinen Beschäftigungseffekte in der Metropole



Quelle: IW Consult (2023)

- ▶ Der Ausbau der erneuerbaren Energien kann auch heute schon neue und zukunftsorientierte Beschäftigung in der Metropole Ruhr schaffen. Für den Bau und die Wartung von PV- und Windkraftanlagen wird vor allem Beschäftigung im Handwerk (z. B. Dachdecker, Elektroniker, Mechaniker, Monteure) sowie in angrenzenden Dienstleistungsbereichen (z. B. Planung und Genehmigung) generiert werden. Im Rahmen einer Wasserstoff-Modellregion können zudem wichtige Erfahrungen auch auf Verwaltungsebene gesammelt werden, um den Bürokratieabbau, der auch die Energiewende verlangsamt, voranzubringen.
- ▶ Die beschleunigte Entwicklung wasserstoffbasierter Lösungen im Industriemaßstab kann den Wasserstoffhochlauf in den ansässigen Industrieunternehmen, insbesondere der Stahlindustrie und Petrochemie, vorantreiben. Sodann entsteht auch zusätzliche industrielle Beschäftigung, insbesondere in der Metropole Ruhr. Relevant ist hierfür eine Fortführung und Intensivierung sowohl grundlagen- als auch anwendungsorientierter FuE-Projekte.
- ▶ Um den industriellen Kern der Metropole Ruhr zu erhalten, müssen insbesondere auch Unternehmensgründungen forciert werden, die produktionsorientiert sind. Sobald Unternehmen etwa materielle und technische Komponenten für eine wasserstoffbasierte Wirtschaft und Gesellschaft in der Metropole Ruhr entwickeln und herstellen, entstehen zusätzliche produktionsorientierte Arbeitsplätze.

Das Wasserstoffranking verdeutlicht die spezifischen Stärken und Schwächen in der Metropole Ruhr, um den Wasserstoffhochlauf effizient und zielorientiert umzusetzen.³ Die Metropole Ruhr weist ein leistungsfähiges Innovationsökosystem auf, um für die wasserstoffbasierte Energiewende notwendige Wissenslücken zu schließen, dieses in Anwendungsfälle zu überführen und in die Breite zu diffundieren. Insbesondere in der Anwendung von Technologien und Wasserstoff sowie bei der Diffusion von neuem Wissen ist die Metropole Ruhr stark. Darüber hinaus wird die Leistungsfähigkeit insgesamt durch Experten sehr hoch eingeschätzt.

Damit die Metropole Ruhr langfristig die industrielle Wiege Deutschlands bleibt, müssen darüber hinaus wirtschaftsfreundliche Rahmenbedingungen geschaffen werden. Fachkräfte, Kompetenzen und Flächen sind zentral dafür, dass Industrie am Standort bestehen bleibt und neue Industrieansiedlungen möglich werden.

- ▶ Hier hat das Ruhrgebiet ähnlich wie andere Standorte im Westen Deutschland den Nachteil, nur über wenig vermarktungsreife Industrieflächen zu verfügen. Gerade solche Flächen sind aber für Greenfield-Investitionen oder Erweiterungsbauten zur Dekarbonisierung bestehender Industrieanlagen erforderlich. Daher sollte das Ruhrgebiet prüfen, ob für die Wasserstoffwirtschaft Flächen proaktiv entwickelt werden können, die in der Vermarktung des Standortes als Wasserstoff-Hotspot mit den übrigen Standortvorteilen kombiniert werden können.
- ▶ Mit neuen Technologien entstehen neue industrielle Verfahren. Dafür braucht es auch neue Kompetenzen und Qualifikationen. Basierend auf Daten der Jobbörse der Bundesagentur für Arbeit aus dem Jahr 2019 kommen Grimm/Janser/Stops (2021) zunächst zu dem Schluss, dass einschlägige Wasserstoff-Kompetenzen noch eher selten und regional vereinzelt nachgefragt werden. Eine Ballung wird in Industrieregionen, Regionen, die sich im Strukturwandel befinden, oder in Regionen, die in großem Maßstab Energie durch erneuerbare Quellen produzieren, gesehen. Solche neue Kompetenzbedarfe entstehen sowohl in fachlich nahen Berufen (z. B. Maschinenbau, Energietechnik), aber auch in flankierenden Berufsgruppen (z. B. Unternehmensorganisation).

Insgesamt zeigt sich, dass im Ruhrgebiet durch die Wasserstoffwirtschaft insbesondere in der Industrie Arbeitsplätze entstehen. Zugleich ist der prognostizierte Bedarf aufgrund der Industriestrukturen hoch: Bis 2030 werden ein Bedarf in Höhe von bis zu 40 TWh jährlich erwartet. Damit diese Potenziale gehoben werden, ist Wasserstoff in die Anwendung zu bringen. Gleichwohl erscheinen die Beschäftigungseffekte in der Erzeugung eher begrenzt, weil das Ruhrgebiet kein primärer Standort für die Produktion von grünem Wasserstoff und des dafür benötigten Stroms aus erneuerbaren Energien ist. Die Bedarfe werden mehrheitlich über den Import gedeckt werden. Um weitere Beschäftigungspotenziale zu heben, sind daher die Erfahrungen aus der Industrie auch außerhalb des Ruhrgebiets zu vermarkten und die Standortbedingungen weiter für Start-ups und spezialisierte Dienstleister zu stärken. Hier helfen die vorhandenen Nuklei wie der H2UB, beispielsweise bei wasserstoffaffinen Start-ups.

Durch die Entwicklung eines ganzheitlichen Ökosystems werden nicht nur Unternehmen, sondern u.a. auch die Verwaltung, Cluster- und Netzwerkmanager, Bildungseinrichtungen und Immobilienentwickler in der Metropole Ruhr wichtige und unterschiedliche Erfahrungen sammeln, die sie anderen Akteuren zukünftig zur Verfügung stellen können, um die Dekarbonisierung in Deutschland insgesamt voranzubringen.

³ Eine ausführliche Einordnung ist im zweiten nationalen Wasserstoffranking zu finden.

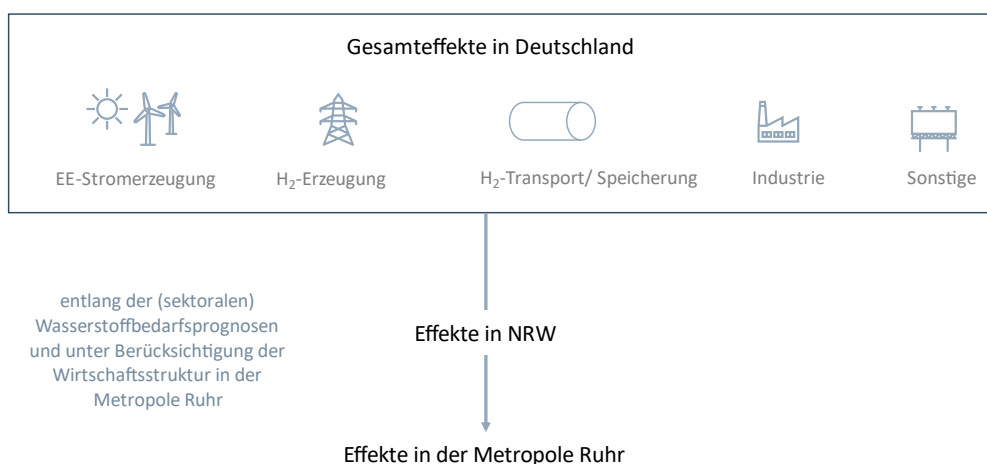
6 Hinweis zur methodischen Vorgehensweise

Die Abschätzung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte hat die Bundesebene als Ausgangspunkt. Ausgehend von den Gesamteffekten, die für Deutschland prognostiziert werden, werden unter Berücksichtigung der Wasserstoffbedarfsprognosen zunächst die anteiligen Effekte für NRW ermittelt. Unter Berücksichtigung der spezifischen Wirtschaftsstrukturen in der Metropole Ruhr werden dann die Effekte weiter für die Metropole Ruhr abgeschätzt.

Aufgrund der unterschiedlichen Beschaffenheit der regionalen Wasserstoffwertschöpfungskette in den Regionen Deutschlands, führen regionale Wasserstoffbedarfe zu unterschiedlichen starken Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekten. Die für das Ruhrgebiet ermittelten Wasserstoffbedarfe können daher in einer anderen Regionen Deutschlands zu anderen Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekten führen. Die reine Nachfrage nach Wasserstoff ist demnach nicht 1:1 in mögliche Effekte umrechenbar. Die jeweiligen Wirtschaftsstrukturen und Voraussetzungen für Erzeugungspotenziale erneuerbaren Energien können regional zu ganz anderen Effekten führen.

Abbildung 6-1: Vorgehensweise zur Abschätzung von Effekten

Schematische Darstellung



Quelle: IW Consult

7 Literaturverzeichnis

BMWK, 2023, Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie (NWS 2023), Berlin

Bayerische Staatsregierung, 2022, Am 16. November treten die geänderten 10H-Regelungen in Kraft – Die Nachfrage nach neuen Windenergieprojekten ist bereits gestiegen, Pressemitteilung vom 09.11.2022, <https://www.bayern.de/am-16-november-treten-die-geaenderten-10h-regelungen-in-kraft-die-nachfrage-nach-neuen-windenergieprojekten-ist-bereits-gestiegen/#:~:text=%E2%80%9C,auf%201000%20Meter%20reduziert%20wird> (22.08.2022)

FCH2JU, 2020, Opportunities for Hydrogen Energy Technologies - Considering the National Energy & Climate Plans: Germany, https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/file_attach/Brochure%20FCH%20Germany%20%28ID%209473039%29.pdf (16.05.2023)

FFE, 2023, Data annex Metastudy hydrogen demand, https://www.ffe.de/wp-content/uploads/2022/10/Data_annex-Metastudy_hydrogen_demand.zip (16.05.2023)

FNB Gas, 2021a, NEP Gas 2022-2032. Großer Wasserstoffbedarf durch Absichtserklärungen bestätigt, <https://fnb-gas.de/news/netzentwicklungsplan-gas-grosser-wasserstoffbedarf-durch-absichtserklaerungen-bestaetigt/> (12.07.2023)

FNB Gas, 2021b, Übersicht Projektmeldungen Marktabfrage WEB und grüne Gase, https://fnb-gas.de/wp-content/uploads/2021/09/anlage_2_uebersicht_projektmeldungen_marktabfrage_web_und_gruene_gase_fuer_sr_2022_1.xlsx (12.07.2023)

FZJ, 2021, Wissenschaftliche Begleitstudie der Wasserstoff Roadmap Nordrhein-Westfalen, https://user.fz-juelich.de/record/892364/files/Energie_Umwelt_535.pdf (16.05.2023)

Grimm, Veronika / Janser, Markus / Stops, Michael, 2021, Kompetenzen für die Wasserstofftechnologie sind jetzt schon gefragt, IAB-Kurzbericht, 11/2021

LBST, 2019, Wasserstoffstudie Nordrhein-Westfalen, Studie im Auftrag des MWIKE, https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/documents/bericht_wasserstoffstudie_nrw-2019-04-09_komp.pdf (06.02.2023)

Niedersächsische Staatskanzlei, 2021, Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen an Land in Niedersachsen (Windenergieerlass), MU-52-29211/1/305

SCI4Climate.NRW, 2023, Treibhausgasneutralität in Deutschland bis 2045 - Ein Szenario aus dem Projekt SCI4climate.NRW, https://www.energy4climate.nrw/fileadmin/Service/Publikationen/Ergebnisse_SCI4climate.NRW/Szenarien/2023/treibhausgasneutralitaet-in-deutschland-bis-2045-szenario-cr-sci4climate.nrw.pdf (16.05.2023)

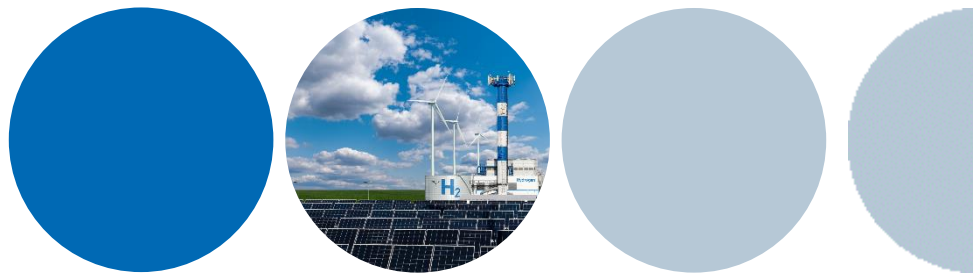
Stmb Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr, 2016, Anwendungshinweise zur 10 H-Regelung, https://www.stmb.bayern.de/assets/stmi/buw/baurechtundtechnik/anwendungshinweise_der_10_h-regelung_stand_juni_2016.pdf (22.08.2023)

Süddeutsche Zeitung (2023), Thyssenkrupp-Chef sieht Konzern bei Klimaumbau ganz vorn, dpa-Meldung vom 22.11.2023, <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/stahl-thyssenkrupp-chef-sieht-konzern-bei-klimaumbau-ganz-vorn-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-231122-99-36676> (23.11.2023)

thyssenkrupp nucera (2022), Präsentation Capital Market Update 2022, 25. November 2022, https://d2zo35mdb530wx.cloudfront.net/_binary/UCPthyssenkruppAG/ceed01ff-d64e-4f4f-80fb-94845cfddade/CMU-2022_nucera_FINAL.pdf (06.06.2023)

thyssenkrupp Steel Europe (2023a), Unsere Standorte – ein Netzwerk für Stahl, <https://www.thyssenkrupp-steel.com/de/karriere/arbeiten-bei-thyssenkrupp-steel-europe/unsere-standorte/> (23.11.2023)

thyssenkrupp Steel Europe (2023b), Equity Story, November 2023, https://d2zo35mdb530wx.cloudfront.net/_binary/UCPthyssenkruppAG/22c617d5-2f47-4600-afc3-fd0fe7ca20a9/Equity-Story_Nov-2023_Steel-Europe.pdf (23.11.2023)



iWCONSULT