

HESSEN



Technische Machbarkeitsstudie zum Aufbau eines regionalen Wasserstoff-Backbones im Rhein-Main-Gebiet

LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH

Zusammenfassung, August 2023

Die inhaltliche Bearbeitung dieser Studie erfolgte im Zeitraum vom Mai 2022 bis Dezember 2022.



© Oliver Rüter / HMWEVW

„Insbesondere für die Energiewende in der Industrie wird Wasserstoff einen wesentlichen Beitrag liefern. Daher unterstützt Hessen die Entwicklung und den Aufbau einer Infrastruktur, um Wasserstoff zukünftig über die Verteilnetze zur Verfügung zu stellen. Wir begrüßen das Engagement aller Akteurinnen und Akteure für eine hessische Wasserstoffwirtschaft und danken den Energieversorgungsunternehmen für die Mitwirkung an der Machbarkeitsstudie „Regionalnetz Rhein-Main“.“

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Tarek Al-Wazir'. The signature is fluid and cursive.

Tarek Al-Wazir

Minister für Wirtschaft, Energie, Verkehr, Wohnen

Vorwort

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

Wasserstoff stellt als erneuerbarer Energieträger eine Schlüsselkomponente für eine nachhaltige und klimaneutrale Energieversorgung und für eine Dekarbonisierung der Industrie dar. Er kann in allen Sektoren eingesetzt werden, lässt sich als Ersatzprodukt in Produktionsprozessen verwenden und ermöglicht die Verwendung erneuerbarer Energien, insbesondere dort, wo die direkte Stromnutzung wirtschaftlich oder technisch nicht möglich bzw. sinnvoll ist, lässt sich flexibel speichern und transportieren und ermöglicht es Spitzenlasten abzufangen.

Für Hessen wird laut einer im Jahr 2022 durchgeführten Potenzialanalyse ein sektorübergreifender, kumulierter Wasserstoffbedarf für das Jahr 2030 von ca. 8,3 TWh (Spannbreite zwischen 2,2 TWh und 15,5 TWh) und für das Jahr 2045 von ca. 30,2 TWh (Spannbreite 14,1 TWh bis 54,1 TWh) prognostiziert.¹ Viele Unternehmen bestätigen die benötigten Mengen an Wasserstoff zur Dekarbonisierung ihrer Produktionsprozesse und für ihre Energieversorgung. Der Aufbau entsprechender Wasserstoffinfrastrukturen nimmt daher einen hohen Stellenwert ein, um die Versorgung der zukünftigen Wasserstoffbedarfe zu gewährleisten. Insbesondere im Rhein-Main-Gebiet, einer der wichtigsten Wirtschaftsregionen Deutschlands, wird ein großes Potential für den Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur gesehen.

Im Auftrag des hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen (HMWEVW) hat die Landesstelle Wasserstoff bei der LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH eine technische Machbarkeitsstudie zur Entwicklung eines regionalen Wasserstoffnetzes in der Region Rhein-Main initiiert. Die vorliegende Machbarkeitsstudie stellt in diesem Zusammenhang einen weiteren wichtigen Schritt auf dem Weg zur Umsetzung einer fortgeschrittenen Wasserstoffinfrastruktur in der Rhein-Main-Region dar. Sie dient als Orientierungshilfe und Basis der zukünftigen gemeinschaftlichen Weiterentwicklungen in der Rhein-Main-Region und setzt im Rahmen des Wasserstoffhochlaufs ein zentrales Zeichen für Energieversorgungsunternehmen insbesondere Verteilnetzbetreiber, Fernleitungsnetzbetreiber und Unternehmen.



Dr. Karsten McGovern

Geschäftsführer LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH

¹ Potenzialanalyse Wasserstoff in Hessen, März 2023

Auftraggeber



LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH

Wettinerstraße 3,
65189 Wiesbaden

Studienkoordination



Ernst & Young Real Estate GmbH

Mergenthalerallee 3
65760 Eschborn

Am Projekt beteiligte Energieversorgungsunternehmen (EVU)²



² Die am Projekt beteiligten Parteien, insbesondere die Gasverteilnetzbetreiber, werden gemäß § 3 Nr. 18 EnWG unter dem Begriff der Energieversorgungsunternehmen zusammengefasst. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird die Infraserv GmbH & Co. Höchst KG als Standortbetreiber des Industrieparks Frankfurt-Höchst in den weiteren Ausführungen unter diesem Begriff vereinfachend miteingeschlossen.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	3
Inhaltsverzeichnis.....	5
Präambel.....	6
1. Hintergrund	7
2. Vorgehensweise und Datenbasis	10
3. Ergebnisse	12
4. Fazit der Machbarkeitsstudie	17
5. Handlungsempfehlungen aus Sicht der am Projekt beteiligten Energieversorgungsunternehmen	19
Impressum	21

Präambel

Die Ernst & Young Real Estate GmbH (nachfolgend Studienkoordinator) wurde seitens der LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH (nachfolgend Projektauftraggeber) damit beauftragt, in Abstimmung mit insgesamt 12 Parteien (hauptsächlich Verteilnetzbetreiber im Rhein-Main-Gebiet), die technische Machbarkeit bzgl. des Aufbaus eines regionalen Wasserstoff-Backbones in der Region zu untersuchen.

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie hat diesbezüglich zwischen Juni bis Dezember 2022 ein intensiver, konstruktiver multi- und bilateraler Austausch mit den nachfolgend aufgelisteten Parteien (nachfolgend auch am Projekt beteiligte EVU)³ stattgefunden:

- Aschaffener Versorgungs-GmbH
- e-netz Südhessen AG
- Energienetze Offenbach GmbH
- ESWE Versorgungs AG
- Main-Kinzig Netzdienste GmbH
- Hanau Netz GmbH
- Infraserb GmbH & Co. Höchst KG (Standortbetreiber Industriepark Frankfurt-Höchst)
- Maingau Energie GmbH
- Mainova AG (Asset Owner der Gasnetze NRM Netzdienste Rhein-Main GmbH)
- Mainzer Netze GmbH
- NRM Netzdienste Rhein-Main GmbH (Tochtergesellschaft und Netzbetreiber der Gasnetze der Mainova AG)
- Überlandwerk Groß-Gerau GmbH (Stromnetzbetreiber)

Der Austausch der Projektgruppe (Studienkoordinator, Projektauftraggeber, am Projekt beteiligte EVU) führte im Ergebnis zu einer ersten Skizzierung in Bezug auf die technische Machbarkeit eines regionalen Wasserstoff-Backbones für das Rhein-Main-Gebiet über die verschiedenen Verteilnetzgebiete hinweg.

Die Zusammenarbeit der am Projekt beteiligten EVU und der gegenseitige Austausch von Informationen erfolgte höchst vertraulich. Die am Projekt beteiligten EVU der Machbarkeitsstudie haben zuvor anerkannt, in einem Markt mit ähnlichen Interessen zu agieren. Die am Projekt beteiligten EVU bestätigen, dass im Rahmen der Studiererstellung keine wettbewerbsbeschränkenden Abreden oder Verhaltensabstimmungen besprochen wurden. Außerdem, dass über die hier dokumentierten Inhalte, keine weiteren Themen, vor allem keine, die zum Nachteil von Konkurrenten, Kunden oder Investoren dienen können, besprochen wurden. Vor allem, aber nicht ausschließlich, wurden die folgenden Themen nicht besprochen bzw. waren nicht Inhalt der erstellten Machbarkeitsstudie:

- Absprachen und der Austausch über Prämienhöhen, Prämienbestandteile, Kostenfaktoren, Gebühren, Rabatte und Zuschläge
- Gemeinsames Vorgehen gegen oder gar Boykott gegenüber Dritten

³ Energieversorgungsunternehmen (EVU)

1. Hintergrund

Mit dem deutschen Klimaschutzgesetz wird seit August 2021 gesetzlich vorgeschrieben, dass Deutschland bis zum Jahr 2045 klimaneutral werden muss. Dieses ambitionierte Ziel ist nur durch eine erfolgreiche flächendeckende Energiewende möglich. Die Erfolgchancen sind daran gekoppelt, ob es in Deutschland gelingt, den auch nach notwendigen Energieeffizienz- und einsparmaßnahmen verbleibenden hohen Energiebedarf durch die Erzeugung und den Import von erneuerbaren Energien zu decken, um eine vollumfängliche Dekarbonisierung in allen Sektoren (Gebäude, Verkehr, Industrie, Energiewirtschaft) zu realisieren. Dabei sind insbesondere auch die Herausforderungen in Bezug auf die Volatilität von erneuerbaren Energien zu berücksichtigen.

Wasserstoff wird nach Ansicht der Projektgruppe diesbezüglich für die Erreichung der Klimaziele und die Energiewende als Energieträger für vielfältige Anwendungsbereiche eine Schlüsselrolle für zukunftsfähige Wirtschaftsräume einnehmen – auch in Bezug auf die Strukturentwicklung im Rhein-Main-Gebiet. Das hohe Interesse der Unternehmen und die potenzielle Wasserstoffnachfrage in der Rhein-Main-Region sind Wettbewerbsvorteile, da sie den Markthochlauf von Wasserstoff beschleunigen können. Zudem wurde von den am Projekt beteiligten EVU langfristig auch der dezentrale Wärmemarkt mittels eines korrespondierenden Wasserstoffhochlaufs über die Netztopologie abgebildet. Aber erst die Verfügbarkeit einer entsprechenden Wasserstoffinfrastruktur wird zukünftig die umfangreichen Einsatzmöglichkeiten von Wasserstoff in der Region Rhein-Main ermöglichen.

Der notwendige Wasserstoffhochlauf ist seitens der Bundesrepublik Deutschland und der Fernleitungsnetzbetreiber bereits erkannt und eingeläutet worden.⁴ Mit den ausgewiesenen Netzentwicklungsplänen der Fernleitungsnetzbetreiber (s. Abbildung 1) sind erste konkrete Zeit- und Entwicklungspläne für ein nationales Wasserstoffnetz skizziert und kommuniziert, so dass von einer ersten Wasserstoffinfrastruktur auf der Fernleitungsnetzebene in Deutschland im Jahr 2028 bzw. 2030 ausgegangen werden kann.⁵ Die Transportwege von einem übergeordneten Fernleitungsnetz hin zu einer regionalen Durchdringung bleiben dabei nach Ansicht der am Projekt beteiligten EVU weiterhin den regionalen Verteilnetzbetreibern überlassen. Im Rahmen von H2vorOrt wird von verschiedenen kommunalen EVU die Umstellung des Gasnetzes auf Wasserstoff geplant. Für das Rhein-Main-Gebiet, der viert größten Metropolregion⁶ Deutschlands und einem Knotenpunkt Europas, ist unter Anleitung der LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH eine Zusammenarbeit der am Projekt beteiligten EVU initiiert worden, mit dem Ziel, eine erste technische Machbarkeit eines regionalen Wasserstoff-Backbones mit Bezug zu einer bestmöglichen Verknüpfung von potenzieller Wasserstofferzeuger-, Lieferanten- und Abnehmerseite (insbesondere Ankerkunden) zu skizzieren.

⁴ Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), 2020 – Die Nationale Wasserstoffstrategie

⁵ Vgl. FNB Gas, 2022 – Netzentwicklungsplan 2022

⁶ Gemessen an der Einwohneranzahl

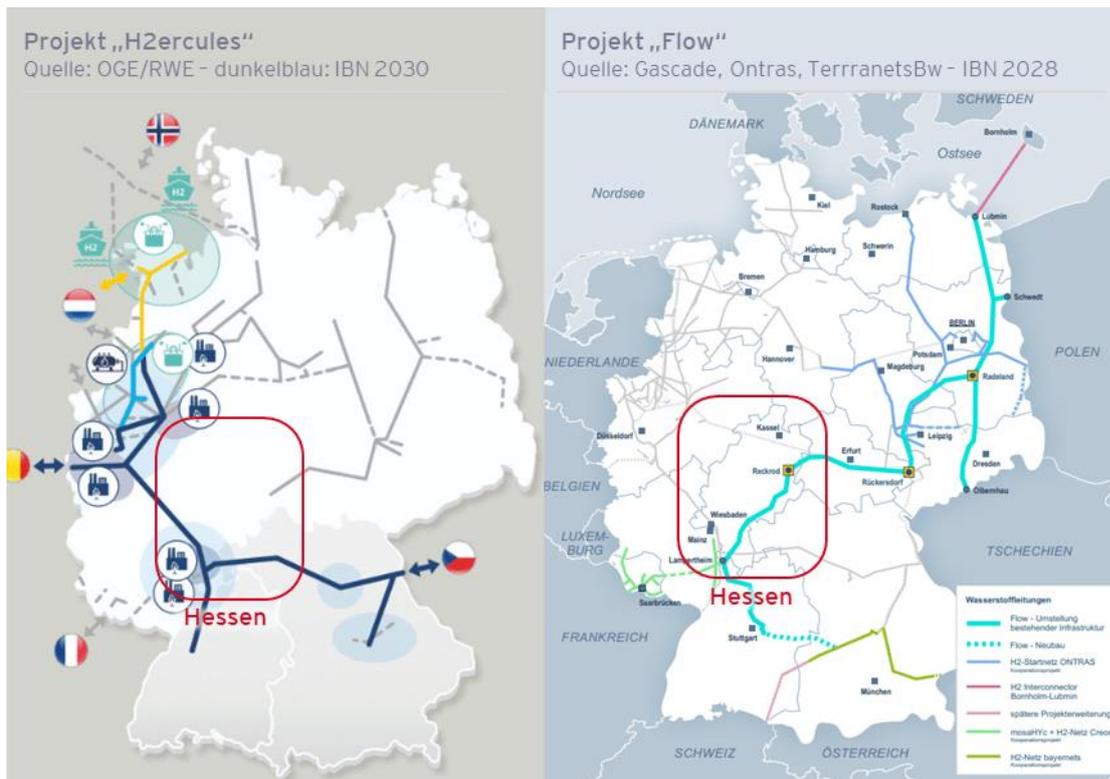


Abbildung 1: Nationales Wasserstoffnetz (Quelle: OGE/RWE, GASCADE, Ontras, terranetsBw)

Zur Konkretisierung dieser Planung wurden seitens des Studienkoordinators in kontinuierlicher und enger Abstimmung mit dem am Projekt beteiligten EVU im Rahmen der Studiererstellung folgende inhaltliche Schwerpunkte untersucht, die sich an der Maßgabe orientieren, dass bis 2028 bzw. 2030 zunächst Ankerkunden und in einem zweiten Schritt die Fläche mit Wasserstoff versorgt werden können:

- Zukünftige Wasserstoffbedarfe in der Region aus Sicht der am Projekt beteiligten EVU⁷
- Zukünftige Wasserstoffquellen in der Region aus Sicht der am Projekt beteiligten EVU
- Mögliche Trassierung eines regionalen Wasserstoff-Backbones und erste überschlägige Netzdimensionierung
- Erste indikative Abschätzung der voraussichtlichen Investitionskosten
- Handlungsempfehlungen der am Projekt beteiligten EVU

Die Realisierung des regionalen Wasserstoff-Backbones ist der Startpunkt für eine umfassende Transformation der regionalen (öffentlichen und nicht-öffentlichen) Gasversorgung von dem fossilen Energieträger Erdgas hin zu einem vielfältig einsetzbaren

⁷ Grundsätzlich wurden Daten der am Projekt beteiligten EVU aus der Teilnahme am Gasnetzgebiets-Transformationsplan (GTP) im Rahmen des Projekts „H2vorOrt“ zusammengeführt. Das Projekt stellt eine Zusammenarbeit von Gasversorgungsunternehmen, dem DVGW und dem VKU dar, mit dem Ziel, einen Transformationspfad die Gasnetze zu entwickeln. Die Daten inkludieren den Bedarf von RLM- auch SLP-Kunden.

Energieträger Wasserstoff. Der erarbeitete regionale Wasserstoff-Backbone ist aus Sicht der am Projekt beteiligten EVU die Basis für eine zukünftige Wasserstoffinfrastruktur in der Rhein-Main-Region. Die koordinierte Infrastrukturplanung ist von essenzieller Bedeutung, da Wasserstoffnetze in einem sehr dynamischen Marktumfeld entwickelt werden müssen und auch in Richtung der Fernleitungsnetzbetreiber und Kunden ein zentrales Zeichen bzgl. Mengen und Kapazitäten gesetzt werden muss.

2. Vorgehensweise und Datenbasis

Der Bearbeitungsprozess wurde in drei Phasen aufgeteilt. Die Phasen gliedern sich wie folgt:

Erste Phase: In der ersten Phase wurden in bilateralen Gesprächen grundlegende Netz- und Endabnehmerinformationen abgefragt und erste Wasserstoffnetzskizzen anhand von potenziellen Ankerkunden⁸ in den jeweiligen Versorgungsgebieten erstellt. Die erhaltenen Ergebnisse auf Versorgungsgebietsebene sind anschließend seitens des Studienkoordinators zu einer ersten groben Skizzierung eines regionalen Wasserstoff-Backbones zusammengeführt und auf regionaler Ebene integriert worden. Diese Skizze wurde anschließend in einem gemeinsamen Vor-Ort-Workshoptermin mit den Beteiligten diskutiert und weiterentwickelt.

Weitere zentrale Erkenntnisse des ersten Workshops

- **Notwendigkeit eines regionalen Wasserstoff-Backbones:** Die Umstellung der aktuell vorhandenen Gasinfrastruktur auf reinen Wasserstoff kann nach Ansicht der am Projekt beteiligten EVU grundsätzlich nur sequenziell erfolgen. Für den Umstellungsprozess auf Wasserstoff und die möglichst frühzeitige Anbindung von Ankerkunden wird die grundsätzliche Notwendigkeit gesehen, zunächst einen regionalen Wasserstoff-Backbone in der Region herzustellen.
- **Hochlauf:** Der Wasserstoffhochlauf in der Region wird seitens der am Projekt beteiligten EVU voraussichtlich ab 2030 erwartet. Der Zeitpunkt des Hochlaufs in der Region begründet sich darin, dass die im Rhein-Main-Gebiet tätigen Fernleitungsnetzbetreiber (GASCADE und terranets BW sowie Open Grid Europe) kommuniziert haben, ab 2028 bzw. 2030 grundsätzlich Wasserstoff in den Fernleitungsnetzen (Projekt Flow⁹ und Projekt H₂ercules¹⁰ (OGE)) bereitstellen zu können. Der Hochlauf bedingt aus Sicht der Beteiligten den Aufbau einer entsprechenden Wasserstoffinfrastruktur in der Rhein-Main-Region.
- **Kommunikation:** Eine frühzeitige Kommunikation eines Wasserstoffinfrastrukturaufbaus in der Region an die Fernleitungsnetzbetreiber, Kunden und politischen Entscheidungsträgerinnen ist anzustreben. In Abstimmung mit den am Projekt beteiligten EVU wurde die erste Skizzierung für einen regionalen Wasserstoff-Backbone auf dem Brennstoffzellenforum Hessen 2022 am 29. September in Frankfurt vorgestellt, um für Dritte sichtbar zu machen, dass das Thema im regionalen Kontext diskutiert wird und um weitere Bedarfsmeldungen auf Nachfragerseite Möglichkeiten zum Austausch zu geben.

⁸ Gewählte Definition im Projekt für industrielle Großverbraucher sowie Kraftwerke

⁹ <https://www.flow-hydrogen.com/>

¹⁰ <https://www.h2ercules.com/>

Zweite Phase: In der zweiten Phase wurde die in der ersten Phase erstellte Grobskizze des regionalen Wasserstoff-Backbones, insbesondere durch die Bereitstellung von georeferenzierten Informationen in ein GIS-System überführt und mit Hilfe von bilateralen Gesprächen mit den am Projekt beteiligten EVU durch den Studienkoordinator konkretisiert. Darüber hinaus wurden relevante Wasserstoffbedarfskennzahlen (prognostizierte Arbeit und Leistung insbesondere für 2030 und 2045)¹¹, die in den nächsten Jahren weiter konkretisiert werden, für die jeweiligen Netzgebiete abgefragt und konsolidiert, um eine erste Abschätzung des Bedarfs und der Dimensionierung des regionalen Wasserstoff-Backbones abzuleiten zu können. Die zusammengetragenen Erkenntnisse wurden anschließend in einem zweiten gemeinsamen Vor-Ort-Workshop mit den am Projekt beteiligten EVU diskutiert. Dabei wurde stellenweise der skizzierte regionale Wasserstoff-Backbone nochmals angepasst.

Weitere zentrale Erkenntnisse des zweiten Workshops:

- **Zeitraumen:** Die Realisierung des regionalen Wasserstoff-Backbones in der Rhein-Main-Region ist aus Sicht der Projektgruppe bis 2030 anzustreben. Dies trägt dazu bei, dass der Anschluss an das geplante Wasserstoffnetz auf Ebene der Fernleitungsnetzbetreiber für die Region unmittelbar sichergestellt werden kann.
- **Dimensionierung:** Der regionale Wasserstoff-Backbone, welcher bis zum Zieljahr 2030 realisiert sein soll, ist nach Ansicht der am Projekt beteiligten EVU so zu dimensionieren, dass auch der anschließend steigende Wasserstoffbedarf (insbesondere bis 2045) grundsätzlich gedeckt werden kann. Dies schließt nach Ansicht der am Projekt beteiligten EVU explizit auch die Nutzung von Wasserstoff für die dezentrale Wärmezeugung in der Industrie und bei den Privathaushaltskunden ein.
- **Rahmenbedingungen:** Die am Projekt beteiligten EVU stellen heraus, dass insbesondere die Schaffung von politischen Rahmenbedingungen zur Realisierung notwendig sind. Hierzu zählen bspw. kein EU Ownership Unbundling, schnellere Genehmigungsverfahren, eine grundsätzliche politische Zustimmung zum Einsatz von Wasserstoff im Wärmemarkt („Technologieoffenheit“), Finanzierung, etc..

Dritte Phase: In der dritten Phase sind die bereits im zweiten Workshop thematisierten Hemmnisse und notwendigen Schritte zur Umsetzung des regionalen Wasserstoff-Backbones aus Sicht der am Projekt beteiligten EVU durch den Studienkoordinator zusammengetragen worden.

Die grundlegende Datenbasis der Studienergebnisse bilden schließlich georeferenzierte Netz- und Netzkopplungspunktdateien, Netzstrukturdaten sowie die erörterten Überlegungen, insbesondere aus den beiden Vor-Ort-Workshopterminen. Die Netzstrukturdaten umfassen dabei die gegenwärtigen Gasverbräuche und eine erste Abschätzung der Entwicklung der prognostizierten Wasserstoffverbräuche bis zum Jahr 2045.

¹¹ Die abgefragten Bedarfe inkludieren die Bedarfe von RLM- und SLP-Kunden. (RLM: Registrierende Leistungsmessung, SLP: Standard-Last-Profil)

3. Ergebnisse

In Abstimmung mit den am Projekt beteiligten EVU wurde unter Berücksichtigung von aktuellen Trassenverläufen der Bestandgasnetze, potenziellen Wasserstoffbedarfen und den aktuell bekannten Planungen der Fernleitungsnetzbetreiber eine erste Skizzierung eines regionalen Wasserstoff-Backbones für das Rhein-Main-Gebiet im Projekt vorgenommen (vgl. Abbildung 2).

Der regionale Wasserstoff-Backbone (in rot dargestellt) setzt sich aus mehreren Teilabschnitten zusammen und weist eine **Leitungslänge von insgesamt ca. 300 km** auf. Dabei sind sich die am Projekt beteiligten EVU darin einig, dass der hier skizzierte Wasserstoff-Backbone nach aktuellen Überlegungen neu zu bauende Wasserstoffleitungen bedingt.

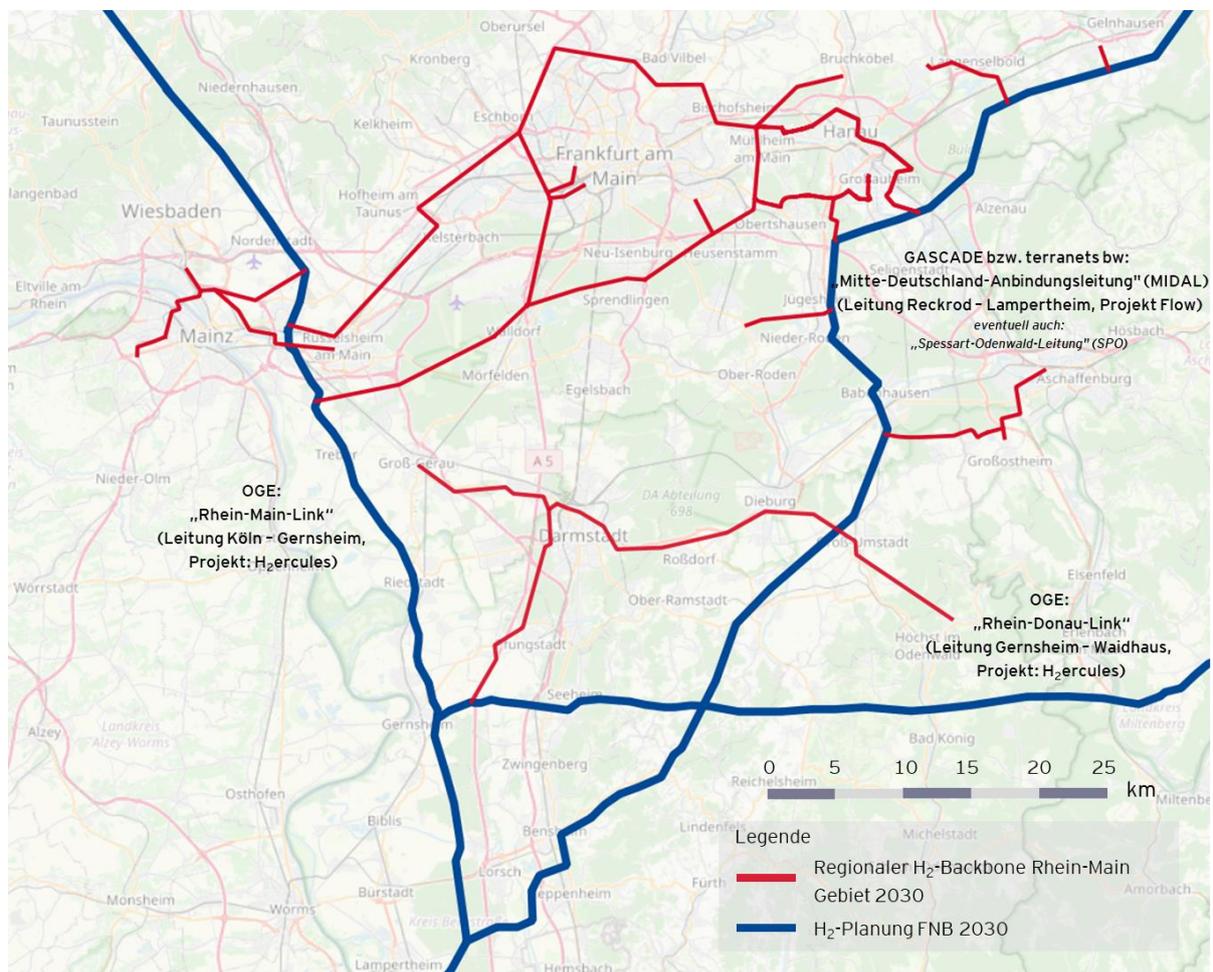


Abbildung 2: Schematische Darstellung des regionalen Wasserstoff-Backbones im Rhein-Main-Gebiet (Quelle Landkarte: openstreetmap.org; Quelle FNB-Leitungen: GASCADE bzw. terranets bw, OGE)

Trassierung eines regionalen Wasserstoff-Backbones

Die Versorgung der Metropolregion mit Wasserstoff über den hier skizzierten regionalen Wasserstoff-Backbone soll dabei überwiegend mittels der geplanten, für Wasserstoff konzipierten Fernleitungen der Open Grid Europe GmbH (OGE) (Projekt H₂ercules) und GASCADE bzw. terranets bw GmbH (Projekt Flow¹²) erfolgen¹³. Darüber hinaus wird nach Ansicht der Projektbeteiligten auch dezentraler Wasserstoff erzeugt und in den regionalen Wasserstoff-Backbone eingespeist werden. Unter den am Projekt beteiligten EVU besteht jedoch Konsens darüber, dass aufgrund einer eingeschränkten Verfügbarkeit dezentral erzeugter erneuerbarer Energien für die Erzeugung von (grünem) Wasserstoff, dieser Anteil nur einen geringen Anteil an der Gesamtbedarfsmenge ausmachen wird.

Wie in der Abbildung 2 zu erkennen, verlaufen die Fernleitungen westlich und östlich des Rhein-Main-Gebietes und treffen voraussichtlich südlich des Rhein-Main-Gebietes im Raum Gernsheim/Lampertheim zusammen. Dies entspricht in etwa der Form eines „V“ – daran zeigt sich, dass die Kernregion des Rhein-Main-Gebietes nicht unmittelbar vom überregionalen Wasserstoff-Backbone erschlossen wird. Daher bietet sich eine erschließende bzw. ergänzende regionale Wasserstoffleitungsstruktur direkt in die Rhein-Main-Region an. Die Fernleitungsnetzbetreiber (GASCADE und terranets bw sowie OGE) haben diesbezüglich kommuniziert, dass die **Fernleitungen bis zum Jahr 2028 bzw. 2030 errichtet und betriebsbereit** für den Transport von Wasserstoff sein werden. Das Fernleitungsnetz macht damit grundsätzlich den Transport von Wasserstoff in die Rhein-Main-Region möglich, erbringt aber keine regionale Durchdringung.

Für die Verteilung bzw. zur Verfügungstellung von Wasserstoff in der Rhein-Main-Region ist aus Sicht der am Projekt beteiligten EVU ein primär neuzubauender regionaler Wasserstoff-Backbone unabdingbar.

Die grundsätzliche Notwendigkeit des Aufbaus eines neuen regionalen Wasserstoff-Backbones wird insbesondere auch damit begründet, dass das aktuelle bestehende Erdgasnetz inklusive der Mess- und Regelstationen sowie der auf Endkundenseite vorhandenen Anlagentechnik nicht gleichzeitig zu einem Stichtag umgestellt werden kann. Aus diesem Grund sind aus Sicht der am Projekt beteiligten EVU über einen Zeitraum von voraussichtlich rund 15 Jahren anfangs Doppel- bzw. Parallelstrukturen für die Verteilung von Wasserstoff und Erdgas erforderlich, die sich dann sukzessive durch die Transformation der Bestandserdgasnetze in Wasserstoffnetze auflösen sollen. Wesentliche Umstellungen könnten ab 2028 bzw. 2030 erfolgen.

Daraus folgt, dass die Umsetzung des regionalen Wasserstoff-Backbones als autarke Parallelstruktur zum bestehenden Erdgasnetz möglichst bis zum Betrieb der Fernleitungsnetze

¹² Nach derzeitigem Informationsstand und vorbehaltlich weiterer Entwicklungen planen GASCADE und terranets bw im Projekt Flow voraussichtlich die Mitte-Deutschland-Anbindungsleitung (MIDAL) für die Wasserstoffversorgung ab 2028 in Betrieb zu nehmen. Die Erdgasversorgung soll diesbezüglich dann zunächst durch die Spessart-Odenwald-Leitung (SPO) erfolgen, welche grundsätzlich auch H₂-ready ist. Die SPO wird weitestgehend entlang der bestehenden MIDAL verlaufen.

¹³ Die erforderlichen Netzkopplungspunkte sind im weiteren Prozess mit den Fernleitungsnetzbetreibern zu iterieren.

im Jahr 2028 bzw. 2030 anzustreben ist. Sollte die Realisierung des regionalen Wasserstoff-Backbones über die verschiedenen Verteilnetzgebiete bis 2028 bzw. 2030 nicht erfolgen, bzw. die Mengendarbietung der Fernleitungsnetzbetreiber nicht einem progressiv ansteigenden Bedarf (Nachfrage) folgen, besteht das Risiko, dass die Region und insbesondere die ansässigen Unternehmen nicht ausreichend bzw. verspätet mit Wasserstoff versorgt werden können. Der über die verschiedenen Verteilnetzgebiete gemeinsam abgestimmte regionale Wasserstoff-Backbone soll daher dazu beitragen, dass sich keine einzelnen ineffizienten Parallelstrukturen (bspw. abnehmerseitiger Leitungsbau) aufbauen, welche einer flächendeckenden Wasserstoffversorgung widersprechen.

Prozessphasen der Umstellung zu einer Wasserstoffversorgung im Rhein-Main-Gebiet

Die Umstellung der heutigen Erdgasversorgung auf eine zukünftige Versorgung mit Wasserstoff in der Rhein-Main-Region wird nach Ansicht der am Projekt beteiligten EVU in zwei übergeordneten Phasen angenommen:

In der ersten Phase wird angestrebt, den in Abbildung 1 skizzierten regionalen Wasserstoff-Backbone bis 2028 bzw. 2030 zu errichten. Dieser ist in Bezug auf die Trassierung grundsätzlich so zu planen, dass er bereits ab 2028 bzw. 2030 die Versorgung von Ankerkunden der Region mit Wasserstoff gewährleistet. Für die Realisierung der Leitungen wird empfohlen, sich möglichst an dem bestehenden Erdgasnetz bzw. den heutigen Trassen zu orientieren, um insbesondere schnellere Genehmigungsverfahren zu ermöglichen und die Realisierungszeit zu verkürzen. Ziel dabei ist, soweit möglich, die notwendigen Leitungen in den heutigen und dann ggf. erweiterten Schutzstreifen des Erdgasnetzes zu verlegen.

In der zweiten Phase, beginnend ab 2028 bzw. 2030, soll die jeweils lokale Weiterverteilung des Wasserstoffs ausgebaut werden. Dies beabsichtigen die Verteilnetzbetreiber mit Hilfe von aufeinander abgestimmten Umstellzonen in den jeweils regionalen nachgelagerten Verteilnetzen (primär Nieder- und Mitteldrucknetze und kleinere lokale Hochdrucknetze) zu bewerkstelligen. In dieser Phase ist von weniger Neubau, sondern eher einer Umwidmung der Infrastruktur vom Erdgas- auf den vollständigen Wasserstoffeinsatz auszugehen.

Die skizzierten Phasen und zugehörigen Überlegungen sollen insbesondere dazu beitragen, frühestmöglich Ankerkunden mit Wasserstoff in der Rhein-Main-Region zu versorgen, den planerischen und genehmigungstechnischen Aufwand, insbesondere mit all den verbunden Querungen von Landschaftsschutzgebieten, Fauna-Flora-Habitaten, Autobahnen, Bahnstrecken, Gewässern und Siedlungsräumen auf ein Minimum zu reduzieren sowie den prozessualen Ablauf der Umstellung zu optimieren. Dabei wird eine Unterstützung durch die Genehmigungsbehörden benötigt.

Wasserstoffbedarf und Leitungsauslegung

Anhand der zur Verfügung gestellten Daten der am Projekt beteiligten EVU¹⁴ wird für das Rhein-Main-Gebiet im Jahr 2030 erste Schätzungen nach ein jährlicher Wasserstoffbedarf von anfangs ca. 4,4 TWh geschätzt, bei einer Leistung von ca. 1,7 GW. Des Weiteren wird aktuell davon ausgegangen, dass der Wasserstoffbedarf bis ins **Jahr 2045 auf einen geschätzten jährlichen Bedarf von ca. 23 TWh steigt, bei einer Leistung von ca. 9 GW.**

Aus diesen Arbeits- und Leistungsdaten wurde mit den am Projekt beteiligten EVU überschlägig abgeleitet, dass der regionale Wasserstoff-Backbone grundsätzlich in Abhängigkeit von der final gewählten Nenndruckstufe eine Nennweite von ca. DN 400 bzw. DN 500¹⁵ benötigt. Dies gilt insbesondere für die Hauptleitungen zwischen den beiden Fernleitungen der Fernnetzbetreiber (Hercules bzw. Flow). In den Randbereichen kann dieser Leitungsquerschnitt ggf. auf kleinere Nennweiten bis ca. DN 200 reduziert werden. Eine genaue Betrachtung der einzelnen Rohrleitungen bzw. Rohrabschnitte erfordert jedoch eine dynamische Netzsimulation und ist nicht mehr Teil dieser technischen Machbarkeitsstudie.

Generell ist der regionale Wasserstoff-Backbone so aufzubauen, dass eine hohe Versorgungssicherheit gewährleistet wird. Dazu besteht grundsätzlich das Ziel der Verteilnetzbetreiber den Wasserstoff-Backbone als ein redundantes System (n-1-System) auszulegen, analog zum bestehenden Gasverteilnetz, sodass die Versorgungssicherheit der Region selbst bei einem partiellen Ausfall einer der beiden Fernleitungsleitungen grundsätzlich gewährleistet bleibt.

Für den regionalen Wasserstoff-Backbone wird zum gegenwärtigen Zeitpunkt ein Betriebsdruck von rund 30-70 bar angenommen, da insbesondere in Kombination mit dem Leitungsquerschnitt so eine ausreichende Versorgungssicherheit der benötigten Wasserstoffkapazität und der darin enthaltenen Arbeit gewährleistet werden kann.

Investitionskosten

Die notwendigen Investitionen für die Realisierung des in Abbildung 1 dargestellten regionalen Wasserstoff-Backbones wurden anhand der skizzierten Leitungslänge und dem Leitungsquerschnitt und nach Einschätzungen der am Projekt beteiligten EVU zu Kosten von rund EUR 1.800 pro Leitungsmeter überschlägig abgeschätzt. Dies führt in einer ersten groben Schätzung zu Gesamtinvestitionskosten in Höhe von rund EUR 540 Mio.¹⁶ für die Planung und Umsetzung des skizzierten Wasserstoff-Backbones.

¹⁴ Grundsätzlich wurden Daten der am Projekt beteiligten EVU aus der Teilnahme am Gasnetzgebieten-Transformationsplan (GTP) im Rahmen des Projekts „H2vorOrt“ zusammengeführt. Das Projekt stellt eine Zusammenarbeit von Gasversorgungsunternehmen, dem DVGW und dem VKU dar, mit dem Ziel, einen Transformationspfad die Gasnetze zu entwickeln. Die Daten inkludieren den Bedarf von RLM- auch SLP-Kunden.

¹⁵ Die Nennweite (frz. diamètre nominal, DN) beschreibt den inneren Durchmesser eines Rohres nach EN ISO 6708. Die Angabe des Innendurchmessers erfolgt nach der Norm in Millimetern.

¹⁶ Es handelt sich um eine erste überschlägige Schätzung. Da die Realisierung einige Jahre in der Zukunft liegt, gibt es große Unsicherheiten, wie sich Weltmarktpreise für Engineering, Materialien sowie Tief- und Rohrbaukapazitäten entwickeln.

Im Rahmen der weiteren Detaillierung der Überlegungen zum Wasserstoffnetz in der Rhein-Main-Region ist seitens der Verteilnetzbetreiber zu prüfen, ob ggf. doch eine Umwidmung einzelner Trassenabschnitte möglich ist. Dies würde ggf. ein Kostenreduktionspotential darstellen. Erst noch folgende detaillierte Umstellungsuntersuchungen der Hochdrucksysteme aber auch der nachgeschalteten Netzebenen werden den Rahmen enger stecken lassen, wie die jüngsten Branchenerfahrungen bei Umstellungen von „L-„ auf „H-Gas“ aufzeigen.

4. Fazit der Machbarkeitsstudie

Die Machbarkeitsstudie zeigt, dass die am Projekt beteiligten EVU klimaneutralen Wasserstoff für die Transformation der Energie- und Stoffanwendungen als erforderlich ansehen.

Wasserstoff ist zentraler Bestandteil einer klimaneutralen und sicheren Energie- und Rohstoffversorgung, insbesondere für Bereiche der öffentlichen Energieversorgung und Industrie, die nicht oder nur sehr schwierig zu elektrifizieren sind.

Notwendig ist dafür eine leistungsfähige Wasserstoffinfrastruktur, welche aus Sicht der am Projekt beteiligten EVU grundsätzlich den Aufbau eines regionalen Wasserstoff-Backbones bis zum Jahr 2030 erfordert. Der Mehrwert des Aufbaus eines regionalen Wasserstoff-Backbones liegt insbesondere in der möglichst frühzeitigen Versorgung von Ankerkunden mit Wasserstoff in der Rhein-Main-Region sowie einer darauf aufbauenden stufenweisen Umstellung in der Fläche in den darauf anschließenden Jahren.

Das vorliegende Projekt skizziert diesbezüglich aus technischer Sicht eine erste in gemeinsamen Workshops iterierte Vision eines möglichen regionalen Wasserstoff-Backbones für das Rhein-Main-Gebiet mit dem Zieljahr 2030 unter Berücksichtigung von aktuellen Bedarfen, Erzeugungspotentialen, Importmengen und Informationen zur bestehenden Gasinfrastruktur (bis zum Jahr 2045).

Der skizzierte neuzubauende regionale Wasserstoff-Backbone weist eine Gesamtlänge von ca. 300 km auf. Der Aufbau einer Doppel- bzw. Parallelstruktur begründet sich darin, dass die Ankerkunden in das bestehende Erdgasverteilnetz eingebunden sind. Eine Versorgung der Ankerkunden mit H₂ kann über das bestehende Netz nicht erfolgen, da dieses weiter für die restlichen Kunden zur Versorgung mit Erdgas genutzt werden muss¹⁷, bis diese auch mit H₂ versorgt werden können oder auf andere Energieträger umgestiegen sind. Daher muss eine Parallelstruktur aufgebaut werden, um die Ankerkunden vorgezogen mit H₂ versorgen zu können. Daher ist über eine gewisse Projektdauer eine Versorgung mit beiden Energieträgern im Rhein-Main-Gebiet erforderlich, wobei insbesondere der Energieträger Wasserstoff im Jahr 2030 voraussichtlich zunächst für Ankerkunden zur Verfügung gestellt wird.

Anhand der zur Verfügung gestellten Daten der am Projekt beteiligten EVU wird zum Zeitpunkt der Studiererstellung für das Rhein-Main-Gebiet im Jahr 2030 ein jährlicher Wasserstoffbedarf von ca. 4,4 TWh geschätzt, bei einer Leistung von ca. 1,7 GW. Des Weiteren wird zum Zeitpunkt der Studiererstellung davon ausgegangen, dass der Wasserstoffbedarf bis ins Jahr 2045 auf einen geschätzten jährlichen Bedarf von ca. 23 TWh steigt, bei einer Leistung von ca. 9 GW.

Aus diesen Arbeits- und Leistungsdaten wurde überschlägig abgeleitet, dass der regionale Wasserstoff-Backbone grundsätzlich eine Nennweite von ca. DN 400 bzw. DN 500 benötigt.

¹⁷ Die im GTP definierten Umstellzonen beinhalten RLM- und SLP-Kunden. Sofern der Gesetzgeber die Versorgung mit Wasserstoff zur Wärmeerzeugung auch für Gewerbe- und Haushaltskunden zulässt und ausreichend Wasserstoff zur Verfügung steht, kann die jeweilige Umstellzone zum Zeitpunkt X umgestellt werden. Dies wäre die wirtschaftlichste Variante.

Dies gilt insbesondere für die Hauptleitungen zwischen den beiden Fernleitungsnetzen der Fernnetzbetreiber. In den Randbereichen kann dieser Leitungsquerschnitt ggf. auf eine Nennweite von ca. DN 200 reduziert werden. Zum aktuellen Zeitpunkt wird ein Betriebsdruck von rund 30-70 bar angenommen.

Die notwendigen Investitionen für die Realisierung des regionalen Wasserstoff-Backbones wurden anhand der verbauten Leitungslänge von ca. 300 km überschlägig mit ca. EUR 540 Mio. abgeschätzt. Die ermittelten Kosten können ggf. durch Umstellungen bestehender Erdgasleitungen und Trassenbündelungen minimiert werden, wobei bei den am Projekt beteiligten EVU Einigkeit darüber bestand, dass der Großteil des skizzierten Wasserstoff-Backbones neu gebaut werden muss.

Der erarbeitete Wasserstoff-Backbone soll aus Sicht der am Projekt beteiligten EVU die Basis für eine zukünftige Weiterentwicklung der Wasserstoffinfrastruktur im Rhein-Main-Gebiet sein. Die koordinierte Infrastrukturplanung ist von essenzieller Bedeutung, da Wasserstoffnetze in einem sehr dynamischen Marktumfeld entwickelt werden müssen.

5. Handlungsempfehlungen aus Sicht der am Projekt beteiligten Energieversorgungsunternehmen

Die vorliegenden Handlungsempfehlungen sind das Ergebnis intensiver Diskussionen zwischen den am Projekt beteiligten EVU und sollen als konstruktive Beiträge zur Debatte verstanden werden.

- **Auflösung von Entflechtungsvorschriften, die die Umwidmung der Gasinfrastruktur erschweren:** Durch den Entwurf der neuen Gasbinnenmarkttrichtlinie der Europäischen Kommission (Stand: 15.12.2021) droht ein kaum überwindbares Hindernis auf dem Weg zu einer deutschlandweiten Wasserstoffversorgung geschaffen zu werden.¹⁸ Es handelt sich hierbei um zusätzliche Entflechtungsvorschriften („Ownershipbundling“), die funktionierenden und etablierten Regeln unnötig verschärfen. Der jetzt gebotene Ambitionierungsgrad, gerade auf der zeitlichen Achse, d.h. in „schon weniger als 1-2“ Jahren konkrete Planungen, Fachpersonalaufbau, Genehmigungsprozesse, Leistungsbeschaffungen und vor allem die nicht unerhebliche Bauphase in einem Ballungsraum einzuleiten und fristgerecht umzusetzen, würde bei den Unbundlingvorschlägen von Kommission und Rat gegen Null gehen. Ideal für Deutschland wäre es, die bestehenden Entflechtungsvorgaben für Erdgas gemäß den Vorschlägen des europäischen Parlaments entsprechend auf Wasserstoff zu erweitern.¹⁹
- **Vermeidung von langen Genehmigungsverfahren:** Die Genehmigungsverfahren zur Planung und Realisierung einer Wasserstoffinfrastruktur müssen, mit Blick auf die Zeitachse der Klimaschutzziele, beschleunigt werden. Die zeitliche Verkürzung sollte in Anlehnung an den beschleunigten Genehmigungsprozess für LNG-Terminals nach dem LNG-Beschleunigungsgesetz (LNGG) erfolgen. Des Weiteren sollten verstärkt die Anforderungen der Rohrfernleitungsverordnung in Bezug auf die Ausbaumaßnahmen reduziert und keine weiteren Genehmigungsverfahren für Wasserstoffleitungen in bestehenden Schutzstreifen für Erdgasleitungen benötigt werden. Ergänzend dazu ist hervorzuheben, dass die Anforderungen an beschleunigte Genehmigungsverfahren von der hessischen Politik für den Ballungsraum Rhein-Main möglichst auch landesübergreifend, d.h. möglichst zusammen mit Bayern und Rheinland-Pfalz, für das gemeinsame Ziel einer zusammenhängenden regionalen Wasserstoffinfrastruktur inhaltlich und zeitlich koordiniert werden muss.

¹⁸ Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates über gemeinsame Vorschriften für die Binnenmärkte für erneuerbare Gase und Erdgas sowie Wasserstoff (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021PC0803&from=EN>)

¹⁹ H2vorOrt: Die Auswirkungen des EU-Gaspakets auf die deutsche Energiewende (<https://www.dvgw.de/medien/dvgw/verein/energiewende/h2vorort-auswirkungen-eu-gaspaket-wasserstoff.pdf>)

- **Dekarbonisierung des Wärmemarktes:** Die Fraunhofer Bottom-Up Studie zur Dekarbonisierung des Wärmemarktes²⁰ hebt hervor, dass es regionale und strukturelle Unterschiede gibt. Die Vielfalt der Gebäude und der gewerblichen und industriellen Struktur und die lokalen Energieinfrastrukturen entscheiden, welche Technologien den kostenoptimalen Versorgungsmix bereitstellen können. Die Untersuchungen der Bottom-Up Studie führen zu dem zentralen Schluss, dass alle potenziell klimaneutralen Energieträger Strom (Photovoltaik, Windkraft), Fernwärme, Erneuerbare Energien (Solarthermie, Geothermie und Biomasse) und Wasserstoff in der Wärmeversorgung benötigt werden und eine One-Size-Fits-All-Lösung für den Wärmemarkt nicht existiert. Es sollte die Umsetzung kommunaler Wärmeplanungen, aus denen auch der Bedarf für eine regionale H₂-Nutzung hervorgeht, angestrebt werden.
- **Verifizierung der Wasserstoffbedarfe zur Auslegung des regionalen Backbones:** Für die Auslegung des Netzes müssen valide Bedarfszahlen erhoben werden. Diese ergeben sich durch Abstimmungen mit den Ankerkunden und einer Betrachtung aller technisch möglichen Lösungsräume in einer kommunalen Wärmeplanung.
- **Sicherung von Wasserstoffkapazitäten auf überregionaler Ebene:** Die erwarteten Mengen- und Leistungsbedarfe in Bezug auf den Einsatz von Wasserstoff in Ballungszentren wie dem Rhein-Main-Gebiet können durch eine dezentrale Energieerzeugung nur im geringen Umfang bereitgestellt werden. Um eine Versorgungssicherheit gewährleisten zu können, muss Wasserstoff daher überregional erzeugt und importiert werden. Für die notwendigen Kapazitäten sind verlässliche Zusagen von Fernleitungsnetzbetreibern erforderlich und die Sicherung von Wasserstoffkapazitäten für die Rhein-Main-Region anzustreben.
- **Notwendige Investitionskosten zur Realisierung:** Die erwarteten Investitionskosten in eine regionale Wasserstoffinfrastruktur sind nicht durch die Verteilnetzbetreiber allein tragbar. Es sind Förder- und Finanzierungsprogramme (Öffentlicher sowie privater Sektoren) notwendig. In Verteilnetzbereichen in denen Fernleitungsnetzbetreiber Leitungseigentümer von potenziell relevanten Teilstrecken sind, ist generell auch der Einbezug der Fernleitungsnetzbetreiber in die Realisierung und Finanzierung zu erörtern.

Die am Projekt beteiligten EVU begrüßen es, wenn das Land Hessen und die Landesstelle Wasserstoff bei der LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH mit den entsprechenden Stellen über die Erstellung der vorliegenden Studie hinaus die Konzeption, Planung und Umsetzung eines regionalen Wasserstoff-Backbone weiterhin begleitet und unterstützt.

20

https://www.wasserstoffrat.de/fileadmin/wasserstoffrat/media/Dokumente/2022/221222_Bottom_Up_Studie_final-1.pdf

Impressum

Ausschluss Wahlwerbung

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlbewerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Missbräuchlich sind insbesondere die Verteilung auf Wahlkampfveranstaltungen oder an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Die genannten Beschränkungen gelten unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl die Druckschrift dem Empfänger zugegangen ist. Den Parteien ist es jedoch gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Herausgeber

LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH
Wettinerstraße 3 | 65189 Wiesbaden

Geschäftsführer: Dr. Karsten McGovern
Aufsichtsratsvorsitzender: Staatssekretär Jens Deutschendorf
Sitz der Gesellschaft: Wiesbaden
Registergericht: Amtsgericht Wiesbaden HRB 31562
USt.-IdNr. DE 328598598

www.lea-hessen.de, wasserstoff@lea-hessen.de

Studienkoordination

Ernst & Young Real Estate GmbH
Graf-Adolf-Platz 15 | 40213 Düsseldorf

Verantwortliche Partnerin: Anna Schuemann, anna.schuemann@de.ey.com
Projektleitung: Dr.-Ing. Eric Spinnräker; eric.spinnraeker@de.ey.com

Der Herausgeber und der Studienkoordinator übernehmen keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und die Vollständigkeit der Angaben oder für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in der Veröffentlichung geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit der Meinung des Herausgebers übereinstimmen.

Druckerei und Auflage

August 2023

Bildnachweise

Alle Unternehmenslogos sind Eigentum der jeweiligen Inhaber und sind in dieser Veröffentlichung nur zu Informationszwecken abgebildet.