



Wasserstoffpotenzialstudie des Rhein-Erft-Kreises

Wege der Energie-, Mobilitäts- und
Industriewende mit Wasserstoff

Abschlussbericht März 2023



IMPRESSUM

Herausgeber

Rhein-Erft-Kreis
Der Landrat
Willy-Brandt-Platz 1
50126 Bergheim
www.rhein-erft-kreis.de

Ansprechpartner

Torsten Heerz
Dezernat für Regionale Entwicklung
Willy-Brandt-Platz 1
50126 Bergheim

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	1
2	Projektrahmen – Ausgangssituation und Zielsetzung	3
2.1	Der Rhein-Erft-Kreis	3
2.2	Aufgabenstellung und Herangehensweise	5
3	Übergeordnete Strategien und weitere Aktivitäten in Deutschland und NRW	11
4	Basiswissen – Kurzüberblick zu Wasserstoff	14
4.1	Erzeugung und Farbenlehre	15
4.2	Transport und Speicherung	17
4.3	Nutzung	21
5	Untersuchung der regionalen Potenziale	23
5.1	Theoretische Bedarfe und Erzeugungspotenziale	23
5.2	Akteursdialog & laufende Aktivitäten im Rhein-Erft-Kreis	32
5.3	Abgleich theoretisch ermittelter Potenziale mit regionalen Aktivitäten	37
6	Ableitung von Handlungsempfehlungen	40
6.1	Handlungsfeld – Exzellenz ausbauen	41
6.1.1	Strategisches Ziel – Orientierung sicherstellen	42
6.1.2	Strategisches Ziel – Kompetenzen stärken	43
6.2	Handlungsfeld - Transformation vorantreiben	44
6.2.1	Strategisches Ziel – Erzeugungspotenziale nutzen	45
6.2.2	Strategisches Ziel – Infrastrukturen bereitstellen	46
6.2.3	Strategisches Ziel – Wasserstoff als Energieträger in der Mobilität fördern	47
6.2.4	Strategisches Ziel – Wasserstoff als Energieträger und Ressource in Industrie-Prozessen integrieren	48
6.2.5	Strategisches Ziel – Versorgung von Haushalten ermöglichen	49
7	Zusammenfassung	50
8	Verstetigung des Prozesses in der Zukunft	52
9	Literaturverzeichnis	57

Wasserstoffpotenzialstudie - angepasste Auflage

Rhein-Erft-Kreis
März 2023

Hinweis zur angepassten Auflage:

Die initiale Auswertung der installierten Erzeugungsleistungen insb. Wind auf Basis des Marktstammdatenregisters wies erhebliche Abweichungen zu den im Energieatlas NRW angegebenen installierten Leistungen und Aussagen regionaler Akteure auf.

In Abstimmung mit dem Rhein-Erft-Kreis wurde daher eine Überarbeitung der Potenzialanalyse (insb. Kapitel 5.1) erstellt. Diese berücksichtigt vorrangig Daten aus dem Energieatlas NRW sowie vom Rhein-Erft-Kreis zur Verfügung gestellte Informationen hinsichtlich installierter Erzeugungsleistungen erneuerbarer Energien.

Sofern vorhanden, werden Informationen aus dem Marktstammdatenregister lediglich als indikative Größenordnung dargestellt.

1 Vorwort

Liebe Bürgerinnen und Bürger des Rhein-Erft-Kreises, liebe interessierte Leserinnen und Leser,

es ist mir ein persönliches und besonderes Anliegen, dass im noch stark von der Braunkohleförderung geprägten Rhein-Erft-Kreis ein Energiesystem der Zukunft entsteht. Energie muss bezahlbar bleiben, ausreichend zur Verfügung stehen und aus sauberen Quellen stammen. Dieses Credo ist Ihnen sicher genauso wichtig wie mir. Wasserstoff sehe ich dabei als einen zentralen Baustein für unsere Region.

Die Ihnen vorliegende Potenzialstudie fußt auf dem politischen Beschluss, Wasserstoff auch als einen wesentlichen Treiber des Strukturwandels mitzudenken.

Erstmalig sollten die Potenziale, Notwendigkeiten aber auch Herausforderungen von Wasserstoff im Rhein-Erft-Kreis mit seinen zehn Kommunen untersucht werden. In einem fast neunmonatigem Erarbeitungsprozess entstand nun dieser Abschlussbericht, welcher sich den Fragen der Herstellung, des Transports, der Speicherung und der Nutzung des neuen Energieträgers widmet. An dieser Stelle geht ein besonderer Dank an alle Beteiligten der Studie, die während der Bearbeitungszeit eng miteingebunden wurden und an den vorliegenden Ergebnissen mitwirkten.

Im nächsten Schritt heißt es nun gemeinsam mit Kommunen, Energieversorgern, Unternehmen, Forschungs- und Kompetenzzentren sowie Ihnen den Wasserstoffhochlauf im Rheinischen Revier zu beschleunigen. Mit diesem Bericht wurde die Grundlage geschaffen, den Rhein-Erft-Kreis hin zu einer Modellregion für Wasserstoff zu entwickeln.

Ich wünsche Ihnen viele neue Anregungen bei der Lektüre der vorliegenden Studie.

Ihr



Frank Rock

Landrat des Rhein-Erft-Kreises



VISION

„Rhein-Erft-Kreis – die innovative Vorzeigeregion für Wasserstoff.

Der Rhein-Erft-Kreis treibt die Wasserstoffwirtschaft voran – **gemeinsam** mit allen Akteuren.

Für ein zukunftssicheres **Energiesystem**. Für eine qualifizierte **Aus- und Weiterbildung**. Für eine lebenswerte **Heimat**.“

Die hier dargestellte Vision wurde im Rahmen der Wasserstoffpotenzialstudie für den Rhein-Erft-Kreis erarbeitet. Sie stellt das übergeordnete Zukunftsbild dar, welches durch die ebenfalls erarbeiteten Handlungsempfehlungen langfristig erreicht werden soll.

2 Projektrahmen – Ausgangssituation und Zielsetzung

2.1 Der Rhein-Erft-Kreis

Der Rhein-Erft-Kreis zählt mit 471.921 Einwohnern (Stand 03/2023) zu den zehn bevölkerungsreichsten Landkreisen in Deutschland und umfasst die Kommunen Kerpen, Bergheim, Hürth, Pulheim, Frechen, Erftstadt, Brühl, Wesseling, Bedburg und Elsdorf. Die drei größten Kommunen Kerpen, Bergheim und Hürth zählen jeweils über 60.000 Einwohner und repräsentieren damit knapp 40 % der Gesamtbevölkerung und 37 % der Fläche des Kreises. Durchschnittlich leben etwa 670 Einwohner auf einem Quadratkilometer, wobei die Bevölkerungsdichte unter den Kommunen stark schwankt. Im Westen liegende Kommunen sind in der Regel dünner besiedelt und weisen eine größere Fläche auf [1]. Die genauen Zahlen des letzten Zensus [2] und Flächenangaben sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

Rhein-Erft-Kreis: Bevölkerung und Flächen nach Kommunen

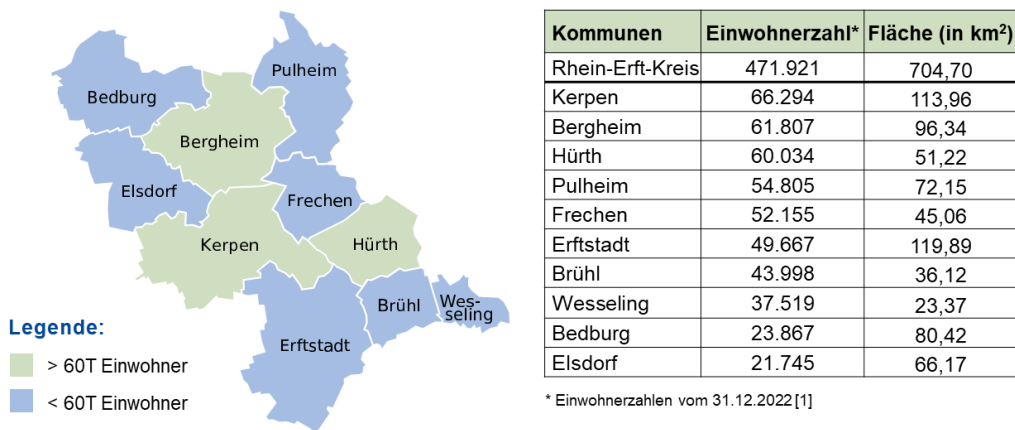


Abbildung 1: Bevölkerungsdichte nach Kommunen des Rhein-Erft-Kreis [1] [2]

Nach Angaben des Statistischen Landesamtes gab es im Jahr 2021 im Rhein-Erft-Kreis 158.057 sozialversicherungspflichtig und geringfügig Beschäftigte [3]. Die mittlere Arbeitslosenquote lag im Dezember 2022 bei 6,0 % mit einem Maximum von 8,3 % in Bergheim und einem Minimum von 4,3 % in Erftstadt [2]. Betrachtet man die Zahl der Arbeitnehmer nach Branche in den Statistiken des Amtes [4], so gibt es drei wesentliche Elemente zur weiteren Aufschlüsselung: Wirtschaftsabschnitte (17), Wirtschaftsabteilungen (81) und Wirtschaftsgruppen (252). Die größten Wirtschaftsabschnitte nach Anzahl der Beschäftigten im Jahr 2021 waren „Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen“ (31.158), „Verarbeitendes Gewerbe“ (24.088) und „Gesundheits- und Sozialwesen“ (21.649) – dies entspricht rund 50 % aller Beschäftigten im Rhein-Erft-Kreis.

Die folgende Abbildung veranschaulicht die wichtigsten Wirtschaftsabteilungen innerhalb der Zweige. So schafft zum Beispiel die Herstellung von chemischen Erzeugnissen 46 % aller Arbeitsplätze innerhalb des verarbeitenden Gewerbes (5829 Beschäftigte). Die mit Abstand größte Wirtschaftsabteilung über alle Zweige (16.820 Beschäftigte und damit 11 % aller Arbeitnehmer im Rhein-Erft-Kreis) ist der Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen). Die zweit- und drittgrößten Abteilungen bilden das Gesundheitswesen und der Großhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen) mit respektiv 10.260 und 9.978 Beschäftigten.

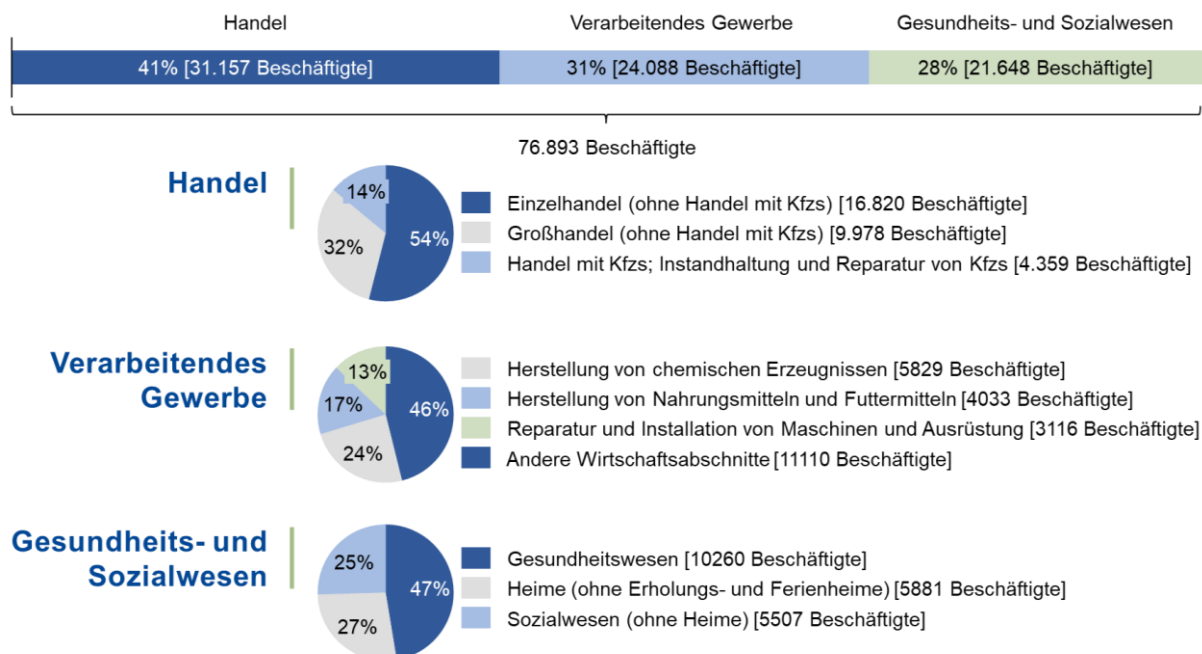


Abbildung 2: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Wirtschaftszweig und -abteilung [4]

2.2 Aufgabenstellung und Herangehensweise

Seit dem 19. Jahrhundert haben die Landwirtschaft und der Braunkohleabbau erhebliche Teile der Region geprägt. Im Zuge des vorgezogenen Braunkohleausstiegs wurden bereits die ersten Kraftwerksblöcke abgeschaltet und Betriebsstätten der (ehemaligen) Energiewirtschaft aufgegeben. Der **Strukturwandel** in der Region erfordert einen regionalen Aufbruch hin zu einem neuen, nachhaltigen sowie diversifizierten Energiesystem geprägt von erneuerbaren Energieträgern. Im Zuge des vorgezogenen Braunkohleausstiegs bis 2030 muss sich der Rhein-Erft-Kreis bereits frühzeitig mit der Transformation der regionalen Energieversorgung hin zu einer **nachhaltigen Energiewirtschaft** auseinandersetzen. Der Aufbau von neuen wirtschaftlich-nachhaltigen Aktivitäten fängt den Wegfall bisheriger, industrieller Sektoren durch die Entwicklung von neuen Wertschöpfungsketten und der Schaffung von neuen Arbeitsplätzen auf. Gleichzeitig wird die Dekarbonisierung der regionalen Industrie und Mobilität unterstützt.

Die nationalen Klimaziele, zuletzt mit der Anpassung des Klimaschutzgesetzes 2021, verschärfen den Druck, ein neues Energiesystem aufzubauen. Gerade unter Berücksichtigung der im Rhein-Erft-Kreis ansässigen Industrie soll die regionale Energieversorgung **bezahlbar, sicher und sauber** sein. Wasserstoff, klimafreundlich produziert, kann einen Beitrag zu einer solchen Energieversorgung leisten. Mit dem perspektivischen Aufbau einer sektorübergreifenden Wasserstoffwirtschaft können neue Akteure, Anwendungen und Arbeitsplätze entstehen aber auch die bestehenden (Erdgas-)Anwendungen für den Einsatz von Wasserstoff ertüchtigt werden. Der Hochlauf einer regionalen Wasserstoffwirtschaft kann also in Summe Lösungen für viele Herausforderungen des Strukturwandels bieten.



Abbildung 3: Zielsetzung der Potenzialstudie Wasserstoff

Um den Hochlauf eines neues Energiesystems **mit einem signifikanten Anteil an Wasserstoff im Rhein-Erft-Kreis** zu unterstützen, wurde die Wasserstoffpotenzialstudie ausgeschrieben. Ziel der Studie ist es, die Chancen und Herausforderungen der verschiedenen Aspekte zum Aufbau einer regionalen Wasserstoffwirtschaft innerhalb der Region zu untersuchen. Dabei sollen Potenziale der Wasserstoffherstellung, -Speicherung, -Nutzung und -Transport für die Sektoren Energie, Industrie und Verkehr im Rhein-Erft-Kreis identifiziert sowie konkrete Handlungsempfehlungen abgeleitet werden. Diese Struktur ist in Abbildung 3 noch einmal kompakt dargestellt.

Bei der Erarbeitung der Studie ist ein besonderes Augenmerk auf den Einfluss des **Ausstiegs aus fossilen Energieträgern (insbesondere der Braunkohleausstieg)** und die **hohe Dichte an Industrieunternehmen** (vor allem chemische Industrie) zu legen. Die Ergebnisse dieser Analyse sind als Grundlage für eine weitere Strategie für die Region zum Aufbau erforderlicher Erzeugungs-, Transport-, Speicher- und Anwendungsinfrastrukturen zu verstehen. Damit sind die zu formulierenden Handlungsempfehlungen als eine Säule der laufenden und kontinuierlich weiterzuentwickelnden Gestaltung des Strukturwandels in der Region zu verordnen.

Strukturell ist das zu Grunde liegende Projekt in **zwei Phasen** und **vier Bausteine** unterteilt. Hier dient Phase I vor allem der Sammlung und Analyse relevanter Informationen und Phase II der Ableitung entsprechender Implikationen für den Rhein-Erft-Kreis:

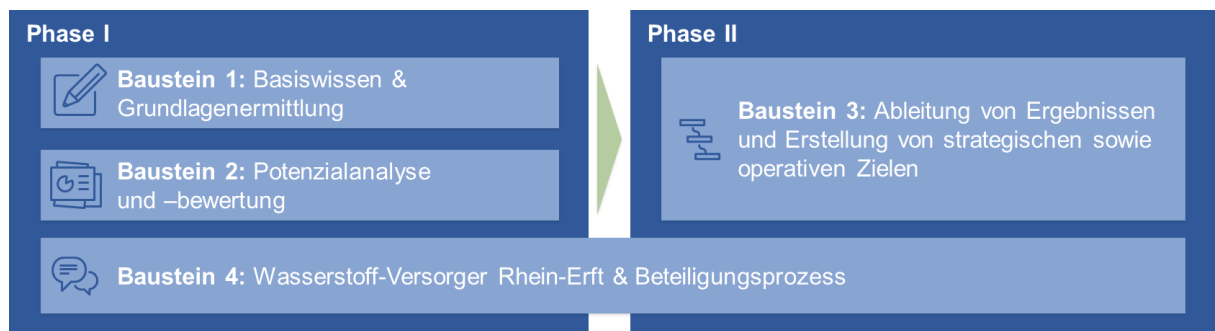


Abbildung 4: Struktur des der Studie zu Grunde liegenden Projekts

Phase I

Innerhalb der ersten Phase ging es vor allem darum, die Ausgangssituation des Rhein-Erft-Kreis zu analysieren. Anhand der Ergebnisse aus Phase I wurden Maßnahmen zur **Entwicklung eines Wasserstoff-Ökosystems** - also einer sektorübergreifenden Wertschöpfungskette von der Erzeugung, über den Transport, der Speicherung sowie den Anwendungen - abgeleitet. Dazu wurden die regionalen Gegebenheiten aus einer übergeordneten Perspektive untersucht und die tatsächlichen Vorhaben, Potenziale und Herausforderungen der regionalen Akteure erfasst.

Anhand der Ergebnisse der Phase I wurden Handlungsfelder, strategische und operative Ziele als Handlungsempfehlungen abgeleitet, um schrittweise ein regionales Wasserstoff-Ökosystem zu entwickeln. Im Gesamten plant der Rhein-Erft-Kreis durch die Potenzialstudie, eine kurzfristige (2025), mittelfristige (2030) und langfristige (2050) Entwicklungsstrategie zu erarbeiten.

Baustein 1: Basiswissen & Grundlagenermittlung

Im ersten Baustein wurden relevante Studien, Roadmaps, Strategien aus verschiedenen Ebenen, wie z. B. der Europäischen Union (EU), des Bundes oder aus den Nachbarkreisen der Region, zum Thema Wasserstoff gesichtet und im Hinblick auf relevante Aussagen, bezogen auf den Rhein-Erft-Kreis, ausgewertet. Zusätzlich wurden relevante Grundlagen zu Wasserstoff entlang der Wertschöpfungskette dargestellt. Diese umfassen unter anderem die Farbenlehre von Wasserstoff, verschiedene Technologien der Erzeugung, erforderliche Infrastrukturen und verschiedene Anwendungen. Zur überregionalen Einordnung wurden weiterhin existierende und geplante Infrastrukturen wie auch Initiativen über den Rhein-Erft-Kreis hinaus erfasst.

Baustein 2: Potenzialanalyse und -bewertung

Die Grundlage für die Potenzialanalyse bilden regionale, nationale und internationale Studien, Untersuchungen und Strategien. Die regionalen Potenziale an Erneuerbaren Energien und das zukünftige Potenzial zur Wasserstoffproduktion wurden aus einer Analyse aus Literaturstudien und ergänzenden statistischen Auswertungen für den Rhein-Erft-Kreis ermittelt. Die Ergebnisse dieser Analyse dienen der Ergänzung der im Rahmen dieser Studie identifizierten, tatsächlichen Aktivitäten im Rhein-Erft-Kreis.

Eine zentrale Quelle für diese Analysen sind Auswertungen des Rhein-Erft-Kreises basierend auf dem Energieatlas NRW [5]. Der Energieatlas NRW ist eine vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW veröffentlichte Datenbank, welche umfangreiche Informationen zur Energiewende in NRW zur Verfügung stellt. Diese Informationen werden unter anderem in Form von Themenkarten dargestellt. Die Auswertungen des Rhein-Erft-Kreises stellen installierte Leistungen hinsichtlich Windenergieanlagen (WEA) und Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) im Kreisgebiet auf Kommunenebene als Ergebnis dar. Aus diesen wurden über Kommunen-spezifische Volllaststunden Erzeugungsmengen berechnet, welche anschließend mit den theoretischen Wind- und Solar-Potenzialen des Energieatlas NRW verglichen wurden.

Anschließend wurden drei Szenarien für die Abschätzung des zukünftigen Wasserstoffbedarfs, Strombedarfs und der -produktion entwickelt. Diese Szenarien bilden die Randwerte (angenommenes Minimum und Maximum) eines möglichen zukünftigen Lösungsraums und einen Hybrid aus diesen Randwerten ab. Sie dienen dazu, eine Orientierung für die zukünftige Entwicklung des Wasserstoffmarkts in der Region zu erhalten. Weiterhin sind die Ergebnisse der Szenarien Bezugsgrößen für die bereits konkret in Planung und Umsetzung befindlichen Vorhaben.

Diese Szenarien basieren auf Veröffentlichungen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWi) und der Agora. Alle Szenarien gehen von einer zukünftig höheren Personenkraftwagen (PKW)-Auslastung und einer Reduktion der gesamten Personenverkehrsleistung aus. Die beiden Szenarien Elektrifizierung und Wasserstoffdominanz gehen des Weiteren von einem Tempolimit auf Autobahnen, einem Rückgang von Energiedienstleistungen und einer geringen Verschiebung des Personenverkehrs von PKW zum öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) aus. Das Technologiemix-Szenario hingegen geht von einer starken Verschiebung des Personenverkehrs von PKW zum ÖPNV aus.

Das Szenario Elektrifizierung basiert auf dem Szenario TN Strom des BMWi. In diesem ist der Wasserstoffhochlauf bis 2030 sehr moderat und steigt anschließend stark an. Des Weiteren wird der Wasserstoff vor allem in der Industrie eingesetzt. Das Technologiemix-Szenario wurde hingegen aus dem Szenario KN2045 der Agora abgeleitet. In diesem steigt der Wasserstoff -Bedarf bis 2040 kontinuierlich an. Nach 2040 fällt das Wachstum des Wasserstoff -Bedarfs allerdings stark ab. Der Wasserstoff wird auch in diesem Szenario zunächst eher in der Industrie eingesetzt; ab 2040 allerdings auch zunehmend im Energiesektor.

Das letzte Szenario, Wasserstoffdominanz, wurde aus dem Szenario TN Wasserstoff des BMWi abgeleitet. In diesem ist der Wasserstoff-Hochlauf bis 2030 eher moderat und der Wasserstoff wird fast ausschließlich in der Industrie eingesetzt. Ab 2030 wird der Wasserstoff allerdings sektorübergreifend eingesetzt und der Bedarf steigt stark an.

Um diese drei Szenarien auf den Rhein-Erft-Kreis anwenden zu können, wurden Umrechnungsschlüssel für die Sektoren Industrie, Verkehr und Energie ermittelt. Diese ermöglichen die Berechnung von sektorspezifischen Wasserstoffbedarfen und

Stromverbräuchen für den Rhein-Erft-Kreis als relative Anteile verfügbarer Informationen für die Bundesrepublik Deutschland. Diese basieren auf Daten der Beschäftigten in der Metall-, der chemischen Industrie und dem restlichen verarbeitenden Gewerbe, dem Anteil des Kreises am nationalen Kraftstoffverbrauch, sowie der statistischen Bruttowertschöpfung in Bergbau, Energie- und Wasserversorgung. Die ermittelten Umrechnungsfaktoren sind 0 %, 1,16 % und 0,23 % für die Metallindustrie, die chemische Industrie und das restliche verarbeitende Gewerbe, 0,78 % für den Verkehrssektor und 0,53 % für den Energiesektor.

Anschließend wurde die zukünftige Stromerzeugung durch WEA und PV-Anlagen unter Berücksichtigung der theoretischen Szenarien (also eines konservativen und optimistischen Ausbaus dieser Stromerzeugungspotenziale) prognostiziert und mit dem ermittelten Stromverbrauch für den Rhein-Erft-Kreis verglichen. Über die Ergebnisse dieser Berechnung konnte ein mögliches zukünftiges Wasserstoff-Erzeugungspotential abgeleitet werden.

Innerhalb des zweiten Bausteins wurden die Aktivitäten im Kreis identifiziert und analysiert. So entstand ein detailliertes Bild der Vorhaben vor Ort. Durch Recherche und dem Austausch mit bereits bekannten Wasserstoff-Anwendern wurden weitere Akteure auf kommunaler und privatwirtschaftlicher Ebene identifiziert. Diese wurden im Rahmen einer großflächigen Online-Umfrage kontaktiert. Dabei wurden quantitative Parameter, wie geplante oder existierende Wasserstoffanwendungen als auch qualitative Faktoren, wie dem aktuellen Wissensstand und das Interesse rund um das Thema Wasserstoff abgefragt. Dadurch wurde das aktuelle Stimmungsbild der Teilnehmenden innerhalb des Rhein-Erft-Kreises festgehalten. Die identifizierten Wasserstoffprojekte wurden nach unterschiedlichen Reifegraden, wie „in Planung“ oder „bereits in Umsetzung“ unterteilt, um die Konkretisierung der Wasserstoffmengen bei der Auswertung zu ermöglichen. Anschließend fanden zusätzliche Experteninterviews zu Wasserstoffprojekten im fortgeschrittenen Stadium statt. Ziel war es, den Status der Wasserstoffprojekte und jeweiligen -Mengen zu erfassen.

Phase II

In Phase II galt es, aus den in Phase I erarbeiteten Analyseergebnissen Handlungsempfehlungen für den Rhein-Erft-Kreis abzuleiten. Außerdem wurde hier der bereits für die Phase I begleitende Beteiligungsprozess und die perspektivische Entwicklung eines Wasserstoffversorgers im Kreis verortet.

Baustein 3: Ableitung von Ergebnissen und Erstellung von strategischen sowie operativen Zielen

Im dritten Baustein wurden Handlungsfelder und Ziele für den Rhein-Erft-Kreis abgeleitet. Die hier zur Strukturierung der Handlungsempfehlungen verwendeten Elemente entsprechen der nachfolgenden Abbildung.

1. Die **Vision** beschreibt ein langfristiges Zielbild, das für den Rhein-Erft-Kreis erreicht werden kann. Sie wird als motivierendes Leitmotiv und Perspektive verstanden.
2. Die zugeordneten **Handlungsfelder** geben eine übergeordnete Orientierung. Sie liefern den Rahmen für die strategischen und operativen Ziele.
3. **Strategische Ziele** legen die übergeordneten Bestrebungen möglicher Aktivitäten fest. Im Gegensatz zu den Handlungsfeldern weisen sie bereits einen höheren Konkretisierungsgrad auf, beschreiben jedoch langfristige Veränderungsbestrebungen.
4. **Operative Ziele** stellen konkreten Maßnahmen. Sie sind erforderlich, um die strategischen Ziele zu erreichen. Ihre Ergebnisse sind eindeutig überprüf- und messbar.



Abbildung 5: Strukturelemente innerhalb des Baustein 3

Je strategischem Ziel werden dabei die folgenden Informationen jeweils kompakt in einer Zusammenfassung dargestellt.

Innerhalb der strategischen Ziele werden wiederum folgende **Reifegrade** unterschieden:

- **Vorbereitung:** Die zugeordneten operativen Ziele sind noch in einem sehr frühen Stadium. Es ist eine grundlegende Orientierung hinsichtlich konkret zu realisierender Aktivitäten sicherzustellen.
- **Realisierung:** Konkrete Aktivitäten und operative Ziele sind klar definiert und werden innerhalb des Zieles umgesetzt.
- **Skalierung:** Erste Aktivitäten wurden bereits vielversprechend realisiert und werden nun erweitert.

Reifegrad			Laufende Aktivitäten (Auszug)	Messgrößen & Zielwerte	
Vorbereitung	Realisierung	Skalierung		Messgrößen beschreiben die Bezugswerte, anhand derer die operativen Ziele bewertet werden können.	Zielwerte beschreiben die konkrete Ausprägung, also den jeweiligen absoluten Zahlenwert, den die jeweilige Messgröße zur Zielerreichung einnehmen muss.
			<p>→ Darstellung aktuell laufender Vorhaben in der Region.</p> <p>→ Basierend auf öffentlich verfügbaren Informationen sowie Rückmeldungen angesprochener Akteure.</p>		

Abbildung 6: Beschreibung der Kennzahldarstellung je strategischem Ziel

Die beschriebenen **laufenden Aktivitäten** geben einen Überblick über die schon aktuell in Planung oder Umsetzung befindlichen Initiativen in der Region, die eine direkte Wechselwirkung zu dem strategischen Ziel haben.

Mit Hilfe der **Messgrößen & Zielwerte** wurde ein Vorschlag formuliert, wie das strategische Ziel über die operativen Ziele messbar gemacht werden kann. Die Zielwerte beschreiben dabei wiederum eine konkrete Ausprägung der Messgröße zur Erreichung des jeweils vorgeschlagenen Ziels. Diese Vorschläge sind als erste Orientierung (ambitioniert und mit Augenmaß) zur Ausgestaltung einer perspektivischen Strategie und Roadmap für die Region zu verstehen und nach Bedarf anzupassen.

Baustein 4: Wasserstoff-Versorger Rhein-Erft & Beteiligungsprozess

Baustein 4 beinhaltet den Beteiligungsprozess im Rahmen der Potenzialstudie. Zusätzlich zu der übergeordneten Kommunikation mit den regionalen Akteuren ist die Berücksichtigung der regionalen Energieversorger und ihre perspektivische Entwicklung hin zu einem lokalen Wasserstoffversorger verortet.

3 Übergeordnete Strategien und weitere Aktivitäten in Deutschland und NRW

International und national wird Wasserstoff sowohl durch die Nationale Wasserstoffstrategie (NWS) wie auch in verschiedenen Strategien und Roadmaps auf Ebene der Bundesländer detailliert behandelt.

In Deutschland wurde die **Nationale Wasserstoffstrategie** [6] auf Bundesebene im Jahr 2020 veröffentlicht. Hier wurde eine Reihe ehrgeiziger Ziele für die Entwicklung grüner Wasserstofftechnologien festgelegt. Dazu gehören die Erhöhung der Produktionskapazität für grünen Wasserstoff auf 5 Gigawatt (GW) bis 2030 (+5 GW bis 2040) sowie die Aktivierung des Wasserstoffmarkts hin zu einem Bedarf von 90-110 Terrawattstunden (TWh) pro Jahr (/a) im Jahr 2030. Darüber hinaus zielt die Strategie darauf ab, eine innovationsgetriebene Wasserstoffwirtschaft zu schaffen und die Kosten der Wasserstofferzeugung und -nutzung in verschiedenen Sektoren deutlich zu senken. Hierzu sollen insgesamt 7 Milliarden Euro (EUR) an Fördermitteln für den nationalen Markthochlauf und weitere 2 Milliarden EUR für internationale Partnerschaften bereitgestellt werden.

Mit der **Wasserstoff Roadmap Nordrhein-Westfalen (NRW)** [7] hat das Land Nordrhein-Westfalen eine umfassende Analyse für das Bundesland erarbeitet und konkrete Ziele zur Entwicklung einer regionalen Wasserstoffwirtschaft formuliert.

Hier wurden für die Zeithorizonte 2025 und 2030 verschiedene Zielwerte für die Sektoren Industrie, Mobilität und Energie & Infrastruktur definiert [7]:

	2025	2030
Industrie	<ul style="list-style-type: none"> • Stahlerzeugung mit Wasserstoff • Demonstrationsanlage für SynFuels und nachhaltige Rohstoffe 	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung Wasserstoff-basierter Anlagen in weiteren Industrien • Pilotierung von Wasserstoff-Verfahren in Zementindustrie • Ausbau Wasserstoff-basierter Stahlproduktion
Mobilität	<ul style="list-style-type: none"> • 400 Wasserstoff-Lastkraftwagen (LKW) • 20 Wasserstoff-LKW-Tankstellen • 60 Wasserstoff-PKW-Tankstellen 	<ul style="list-style-type: none"> • 11.000 Wasserstoff-LKW • 200 Wasserstoff-Tankstellen • 1.000 Wasserstoff-Wertstoffsammler • 3.800 Wasserstoff-Busse im ÖPNV
Energie	<ul style="list-style-type: none"> • 120 km neue Wasserstoff-Leitungen • 100 Megawatt (MW) Elektrolyseleistung • Weiterentwicklung Wasserstoff-Energie- und -Wärmebereitstellung 	<ul style="list-style-type: none"> • 240 Kilometer (km) neue Wasserstoff-Leitungen • 1-3 Gigawatt (GW) Elektrolyseleistung • Investitionen in Wasserstoff-Energie- und -Wärmebereitstellung

Der unter anderem hierzu erforderliche Ausbau erneuerbarer Energien soll in der Region auch durch den Gigawattpakt im Rheinischen Revier, mit dem Ziel die Erzeugungskapazitäten in der Region auf 5 GW bis 2028 auszubauen, beschleunigt werden. Hierzu sollen bis zu 60 Mio. EUR Fördermittel für die Region bereitgestellt werden. [8]

In der zu Grunde liegenden Begleitstudie [9] wurden dabei Wasserstoffbedarfe für NRW, der Kreise und der kreisfreien Städte in NRW für die Jahre 2030 und 2050 ermittelt.

Wasserstoffbedarfe - Prognosen

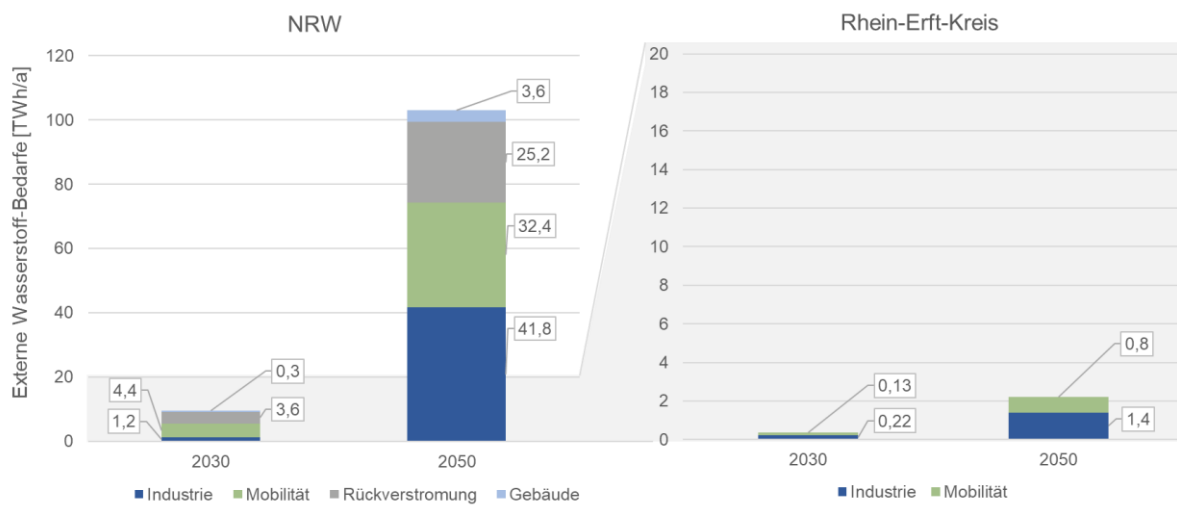


Abbildung 7: Eigene Darstellung nach wissenschaftlicher Begleitstudie zur Wasserstoff Roadmap NRW [9]

Hier ist zu berücksichtigen, dass in der Studie im Industriesektor lediglich „externe Wasserstoffbedarfe“ berücksichtigt wurden. Diese Bedarfe sind nicht durch interne Prozesse abgedeckt. Hierzu zählen u. a. etwa 17 TWh/a Wasserstoffbedarf in der Industrie, welcher direkt am jeweiligen Nachfragestandort erzeugt werden.

In dieser Studie [9] ist für 2030 im Rhein-Erft-Kreis ein externer Wasserstoffbedarf von insgesamt 0,22 TWh/a für die Industrie, sowie 0,13 TWh/a für Mobilitätsanwendungen und für das Jahr 2050 ein Bedarf von 1,4 TWh/a für die Industrie und 0,8 TWh/a für Mobilitätswendungen ermittelt worden. Vor allem die (chemische) Industrie wird als der Sektor mit den perspektivisch größten Wasserstoffbedarfen für den Rhein-Erft-Kreis benannt. [9] Damit macht der Rhein-Erft-Kreis etwa 3,7 % der externen Wasserstoffbedarfe NRWs für das Jahr 2030 und 2,1 % der Bedarfe für das Jahr 2050 aus.

Ausblick: Einordnung Wasserstoff Roadmap NRW [9] (im Vergleich zu dieser Analyse)

Die in dieser Potenzialanalyse ermittelten Bedarfe liegen sehr nah bei den im Rahmen der Wasserstoff-Roadmap NRW veröffentlichten Werte für den Rhein-Erft-Kreis. Im Vergleich weisen beide Untersuchungsmethoden ähnliche Größenordnungen auf. Für 2030 ist die Spannweite der hier ermittelten Werte leicht geringer, für 2045/2050 genau im Bereich der Ergebnisse der Wasserstoff-Roadmap NRW. Der Szenario-basierte Ansatz dieser Arbeit zeigt einen breiter gefächerten Lösungsraum als die Begleitstudie zur Wasserstoff Roadmap NRW auf, welche lediglich ein Szenario und einen Prognosewert ermittelt

	Wasserstoff -Bedarfe im Rhein-Erft-Kreis (TWh/a)	
	Begleitstudie Wasserstoff Roadmap NRW	Diese Studie (Szenarien Elektrifizierung – Wasserstoff-dominant)
2030	0,35	0,13-0,28
2045/2050	2,2	1,11-2,73

Neben diesen studienbasierten Prognosen lassen sich bereits heute eine Vielzahl von unterschiedlichen Wasserstoffaktivitäten in der Region identifizieren. Das Ruhrgebiet und das Rheinland sind hier von einer vergleichsweise hohen Dichte an Aktivitäten geprägt.

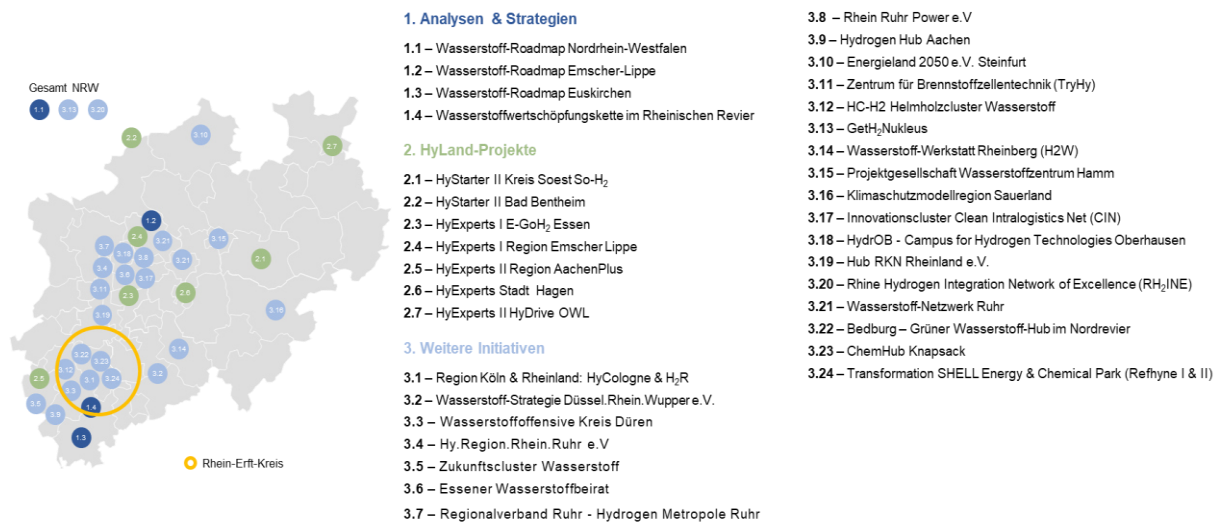


Abbildung 8: Auszug regionaler Wasserstoffaktivitäten in NRW, eigene Recherche

Besonders hervorzuheben ist, dass in NRW insgesamt **sieben HyLand-Projekte** realisiert wurden bzw. aktuell werden, mit denen jeweils detaillierte Regionalkonzepte mit dem Fokus erneuerbarer Wasserstoffversorgung und Anwendung in der Mobilität erarbeitet werden.

Darüber hinaus konnten über **20 regionale Initiativen** identifiziert werden. Diese weisen ein breites Spektrum von Zielsetzungen, von dem Aufbau regionaler Ökosysteme, der Entwicklung von Forschungs- & Entwicklungs-Einrichtungen (F&E) sowie der Sicherstellung überregionaler Infrastrukturen auf.

Exkurs: Wasserstoffwertschöpfungskette im Rheinischen Revier [10] (wesentliche Ergebnisse der Studie)

1. Nahezu die gesamte Wasserstoffwertschöpfungskette wird von Akteuren im Rheinischen Revier abgedeckt. Lediglich Hersteller von Infrastrukturkomponenten sind nicht anzutreffen.
2. Die Fertigung von Komponenten zur Wasserstoff-Produktion (Elektrolyseure, Brennstoffzellen, Kompressoren, Stack-Komponenten) wird als wesentlich für die Region angesehen.
3. Förderprogramme können einen wesentlichen Beitrag zur regionalen Wasserstoffwirtschaft leisten. Bedarfe sind insbesondere im Bereich der Wasserstoff-Produktion und der Komponentenfertigung zu erkennen.
4. Vernetzung ist ein zentraler Erfolgsfaktor für die Region neben der Vielzahl bereits laufender regionaler Aktivitäten.
5. Der Aufbau einer zentralen Governance-Struktur kann die Zusammenarbeit in der Region stärken und Synergien schaffen.

4 Basiswissen – Kurzüberblick zu Wasserstoff

Wasserstoff ist das leichteste und am häufigsten vorkommende Element im Universum. Es ist unter Normalbedingungen ein geruchloses, farbloses und geschmackloses Gas, das Einfachste aller Elemente und kommt in zwei Formen vor: molekular und atomar. Wasserstoff ist leicht entflammbar und hat den höchsten gravimetrischen Energiegehalt aller gängigen Brennstoffe. So ist der Energiegehalt von Wasserstoff bezogen auf seine Masse etwa das Zehnfache der Energie von Erdgas. Bezogen auf sein Volumen hingegen ist es etwa ein Viertel.

Er wird schon heute in einer Vielzahl von Industrien verwendet, z. B. in Brennstoffzellen, als Raketentreibstoff und als Rohstoff in der chemischen Industrie. Es gibt ein breites Spektrum von Anwendungen, vom Antrieb von Autos und Raumfahrzeugen bis zur Energieversorgung von Gebäuden und produzierenden Unternehmen. Vor dem Hintergrund nationaler Klimaschutzziele ist Wasserstoff als Energieträger für eine Vielzahl der oben genannten Anwendungen in der Diskussion. Die Technologien hierfür werden stetig weiterentwickelt.

In den folgenden Abschnitten werden relevante Klassifizierungen, Technologien und Verfahren zur Erzeugung, Verteilung und Speicherung sowie verschiedene Anwendungsfelder kurz dargestellt.

Wasserstoff...

ist das häufigste Element des Universums.

ist farb- und geruchslos.

ist ungiftig.

ist das 1. Element des Periodensystems.

hat eine etwa 3x so hohe Energiedichte wie Benzin.

ist nicht wassergefährdend.

4.1 Erzeugung und Farbenlehre

Um Wasserstoff in größeren Mengen und ausreichender Reinheit zu erhalten, kann dieser in der Regel nicht direkt aus natürlichen Vorkommen gewonnen werden. Er ist aus Wasser oder Kohlenwasserstoffen herzustellen. Hierzu existiert eine Vielzahl biologischer, thermo- und elektrochemischer Verfahren. Je nach verwendetem Ausgangsstoff und angewendetem Verfahren unterscheiden sich die spezifischen Treibhausgasemissionen zur Wasserstoffproduktion. [11]

Grundsätzlich sind dabei verschiedene Primärenergieträger – Sonne/Wind/Wasser, biogene Biomasse, fossile Biomasse – und Umwandlungsverfahren – Elektrolyse, bio-chemische sowie thermische Konversionsverfahren zu unterscheiden.

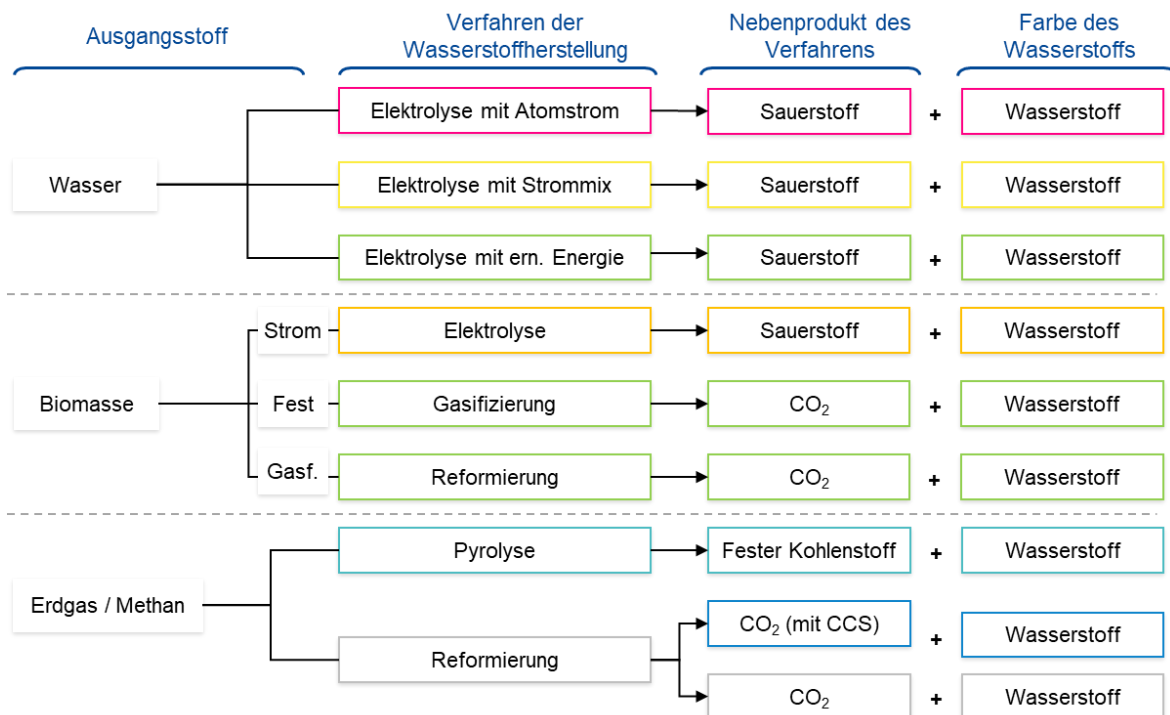


Abbildung 9: Übersicht verschiedener Prozesspfade zur Wasserstoffherstellung, eigene Darstellung

Bei der Wasserstoffherzeugung **aus fossilen Energieträgern** dominieren vor allem die **Dampfreformierung** und die **Pyrolyse** bzw. Vergasung die Prozesslandschaft.

Bei der **Dampfreformierung** wird zumeist aufgereinigtes Erdgas mit Wasserdampf zu Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid (CO₂) umgesetzt. Dieses ist aktuell das auch industriell vorrangig eingesetzte Verfahren zur großtechnischen Wasserstoffproduktion. Auf Grund des Primärenergieträgers Erdgas entstehen in diesem Prozess auch fossile CO₂-Treibhausgasemissionen. Der so produzierte Wasserstoff wird i. d. R. als „**fossil**“ oder **grau** eingestuft.

Wird der **Dampfreformierung** eine CO₂-Abscheidung nachgeschaltet, welche die Freisetzung des entstehenden CO₂ vermeidet, spricht man von **blauem** Wasserstoff. Hierbei werden im Schnitt etwa 95 % der anfallenden CO₂-Emissionen vermieden. Daher ist auch bei blauem Wasserstoff nicht von gänzlich CO₂-freiem Wasserstoff zu sprechen.

Für beide Herstellungsverfahren sind weiterhin die Vorkettenemissionen aus der Erdgasförderung (Methan-Schlupf) zu berücksichtigen.

Auf Grund seiner signifikant höheren Klimaaktivität (Faktor 25) ist Methan deutlich klimaschädlicher als CO₂, weshalb beide Verfahren unter Gesichtspunkten des Klimaschutzes nicht als klimafreundlich einzustufen sind.

Neben der Dampfreformierung werden auch verschiedene **Pyrolyse-Verfahren** zur Wasserstoffproduktion aus Biomassen verwendet. Bei der pyrolytischen Synthese von Wasserstoff aus Biomasse wird neben Wasserstoff auch fester Kohlenstoff erzeugt. So werden CO₂-Emissionen verringert und eine weitere Ressource (Kohlenstoff) steht zur Verfügung. Der so produzierte Wasserstoff wird als **türkis** eingestuft.

Neben den beschriebenen Verfahren kann Wasserstoff ebenfalls mittels **Elektrolyse** hergestellt werden. Hierbei wird Wasser mit Hilfe elektrischen Stroms in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt. Je nach Aufbau und Betriebstemperatur werden verschiedene Elektrolyse-Verfahren unterschieden.

Je nach verwendetem Strom-Mix zum Betrieb der Elektrolyse werden weitere Wasserstoff-Klassifizierungen unterschieden. Wird lediglich Strom aus erneuerbaren Energien verwendet, spricht man von **grünem** Wasserstoff. Unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit und des Klimaschutzes als zentrale Treiber vieler aktueller Transformationsprozesse ist diese Form des Wasserstoffs als die mit den geringsten Treibhausgasemissionen verbundene Variante anzusehen. Um einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten, ist daher die Produktion und Anwendung von grünem Wasserstoff sinnvoll.

Wird die Elektrolyse jedoch mit Strom aus Nuklearenergie betrieben, spricht man von **pinkem/rotem** Wasserstoff. Auch dieser ist zunächst frei von Treibhausgasemissionen. Jedoch ist das zur Stromerzeugung verwendete Uran –sein Abbau und seine Lagerung – in die Gesamtbilanz miteinzubeziehen.

Wird der Strom für die Elektrolyse aus der Nutzung nachwachsender Biomasse erzeugt oder nachwachsende Biomasse direkt in chemischen oder thermischen Konversionsverfahren eingesetzt, ist von **orangefem** Wasserstoff die Rede.

Bei den Niedertemperaturelektrolysen (NTE) dominieren alkalische Elektrolysen (AE) sowie die Anion-Exchange (AEM) und Proton-Exchange Membran (PEM) Elektrolysen. Bei den Hochtemperaturelektrolysen (HTE) ist die Solid Oxide Elektrolyse (SOE) zu nennen. Im industriellen Kontext dominiert aktuell die alkalische Elektrolyse.

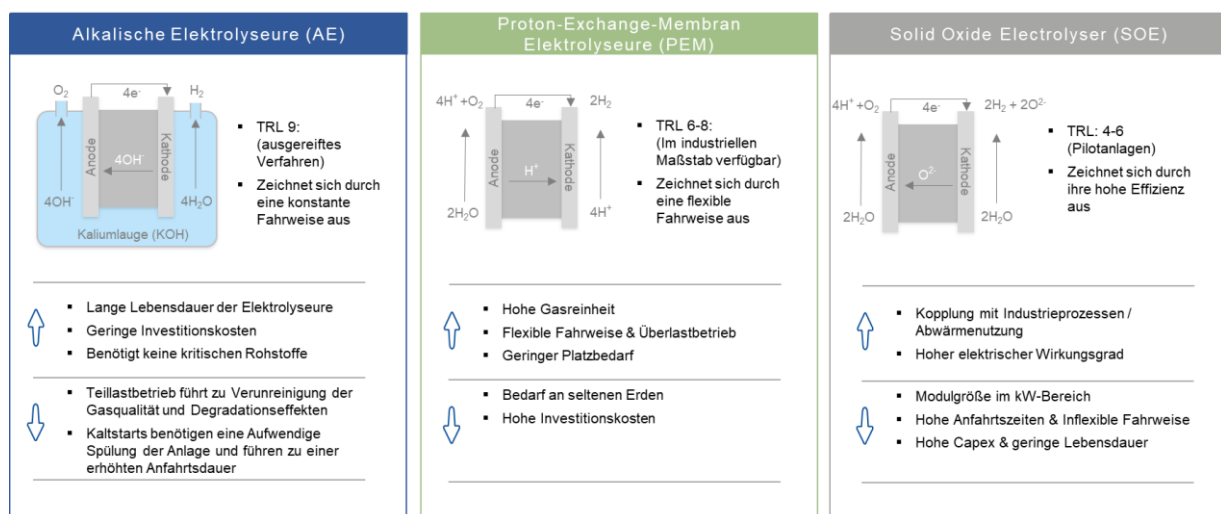


Abbildung 10: Vereinfachte Übersicht verschiedener Elektrolyseverfahren, eigene Darstellung

4.2 Transport und Speicherung

Je nach zu transportierender Menge, zu überbrückender Strecke bzw. angestrebter Endanwendung stehen eine Vielzahl verschiedener Transport- und Speichertechnologien zur Verfügung.

Hier kann grundlegend zwischen Verdichtung, Verflüssigung, Bindung an ein Trägermaterial (hier exemplarisch flüssige organische Wasserstoffträger (LOHC)) oder Synthese von Derivaten (also die Produktion von Produkten aus Wasserstoff, hier exemplarisch Ammoniak und Methanol) unterschieden werden.

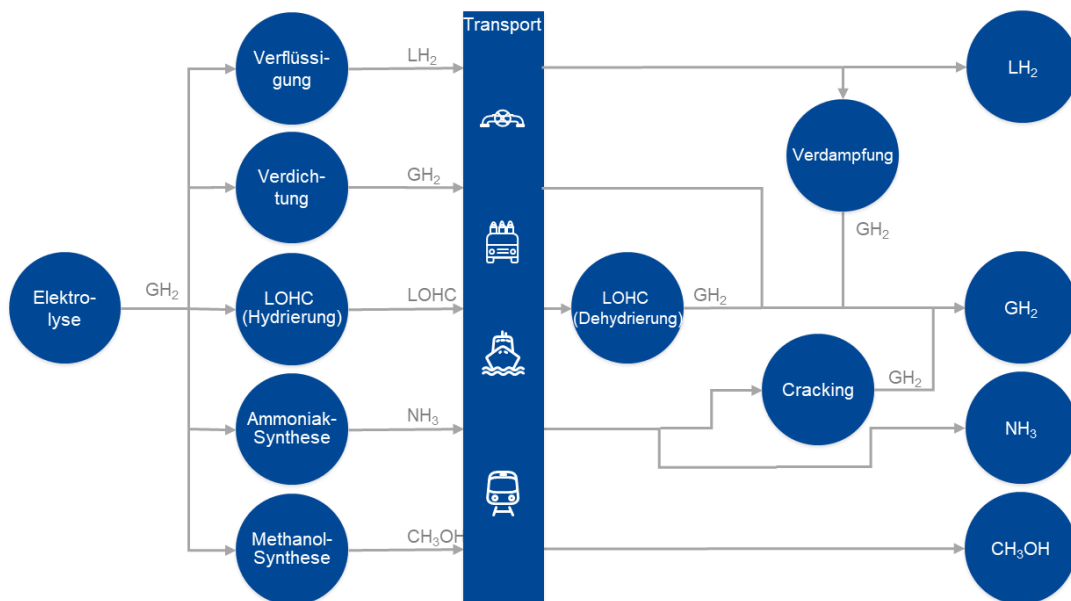


Abbildung 11: Schematische Darstellung einiger Umwandlungs- und Transportoptionen für Wasserstoff

Die volumetrische Energiedichte flüssiger Energieträger (Methanol, Ammoniak und verflüssigter Wasserstoff) ist deutlich höher als die von gasförmig verdichtetem Wasserstoff. Dem gegenüber stehen wiederum die mit jeder Umwandlung bzw. Verflüssigung und Verdichtung einhergehenden Energiebedarfe.

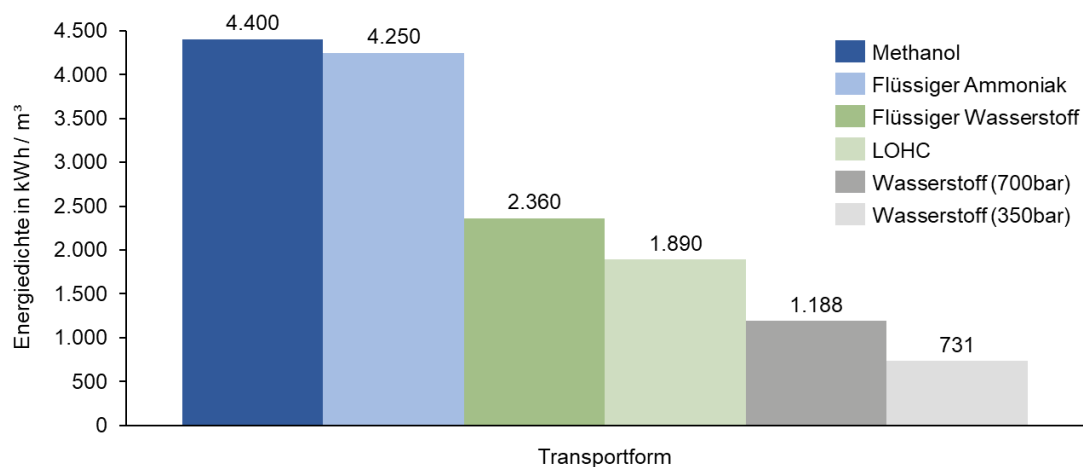


Abbildung 12: Volumetrische Energiedichten von verschiedenen Wasserstoff-Transportformen und -Derivaten (Auszug)

Vereinfacht ist zu erkennen, je größer die insgesamt zu transportierende Menge und je länger die zu überwindende Strecke ist, desto eher lohnen sich Methanol, Ammoniak und andere Wasserstoff-Derivate für den Transport aufgrund ihrer hohen volumetrischen Energiedichte. Für Methanol, Ammoniak und LOHC sind die vergleichsweise niedrigen Anforderungen an Isolation und Stabilität der erforderlichen Tanks im Vergleich zu verflüssigtem oder verdichtetem Wasserstoff zu berücksichtigen. Dem gegenüber steht wiederum die Toxizität dieser Medien und die, sofern erforderlich, mit der Rückumwandlung einhergehenden Energieverluste.

Vor allem für die Nutzung von Trägermedien wie LOHC für Transport und Speicherung von Wasserstoff ist festzuhalten, dass die Regeneration des Trägermediums sowie sein Transport zu weiteren Energiebedarfen bei Transport und Speicherung führen.

Für den interkontinentalen Wasserstoffmarkt werden aktuell vor allem Methanol und Ammoniak als Transport- und Speicherungsformen diskutiert. Sie weisen hohe volumetrische Energiedichten auf. Besonders eignen sie sich für die chemische Industrie und dabei vor allem für Mobilitätsanwendungen, da sie direkt und ohne weitere Rückumwandlung als Energieträger eingesetzt werden können.

Auf europäischer und nationaler Ebene wird eine Umstellung existierender Erdgastransportleitungen und eine Beimischung in die Verteilnetzinfrastrukturen untersucht.

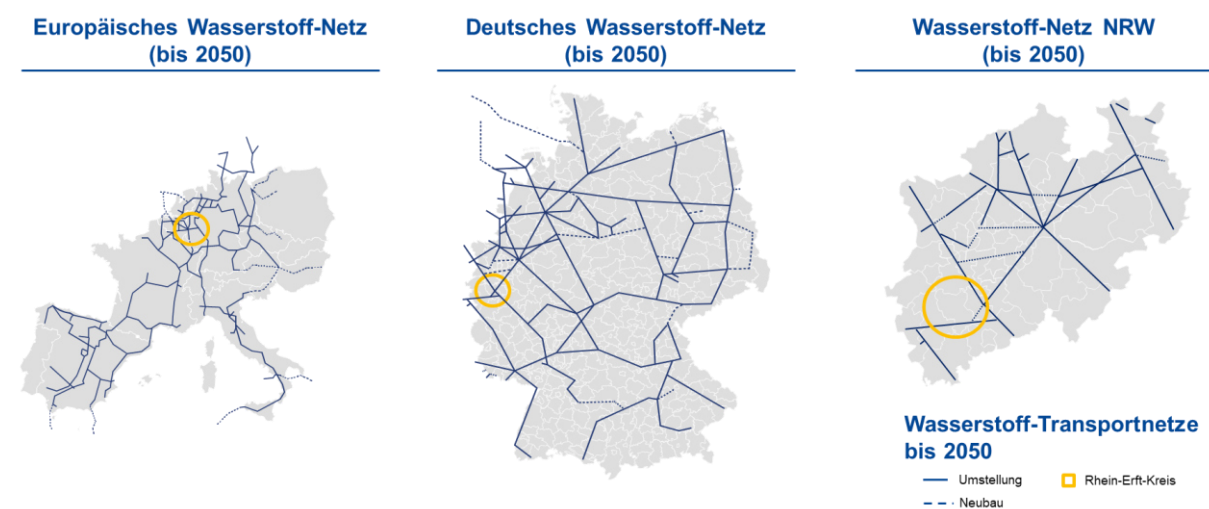


Abbildung 13: Wasserstoff-Transportnetze - Europa, Deutschland, NRW, vereinfachte Darstellung [12], [13]

Hierzu ist auf europäischer Ebene der European Hydrogen Backbone (EHB) in Zusammenarbeit mehrerer europäischer Erdgas-Transportnetzbetreiber in Erarbeitung. Auf nationaler Ebene wird aktuell im Rahmen der „Grüingasvarianten“ des Netzentwicklungsplans (NEP) Szenarien für eine Umstellung existierender Erdgastransportleitungen auf Wasserstoff sowie Neubau erforderlicher weiterer Wasserstoffnetzabschnitte erarbeitet.

Laut FNB-Gas [12] wird die erste Keimzelle, das sog. „Wasserstoffstartnetz“ als Nukleus für das nationale Wasserstofftransportnetz in NRW und Niedersachsen liegen und perspektivisch ab den frühen 2030iger Jahren den Startpunkt für eine flächendeckende Wasserstoffversorgung in Deutschland ermöglichen.

Mit der jüngsten Veröffentlichung zur integrierten Netzplanung des MWIKE NRW wurde die Wichtigkeit flächendeckender Energieinfrastrukturen nochmals betont. [14]

Hier ist auch die Initiative H₂ercules der RWE und OGE hervorzuheben, welche wesentliche Teile des perspektivischen nationalen Wasserstoffnetzes in Westdeutschland abdecken soll und auch eine Versorgung des Rhein-Erft-Kreis ermöglichen kann. [15]

Auf der Verteilnetzebene erfolgen schon heute sowohl in Europa [16] als auch in Deutschland [17] umfassende Untersuchungen zur Beurteilung der Wasserstofftauglichkeit existierender Infrastrukturen.

Wasserstoff-Verteilnetze in Deutschland (auf Landkreis-Ebene)

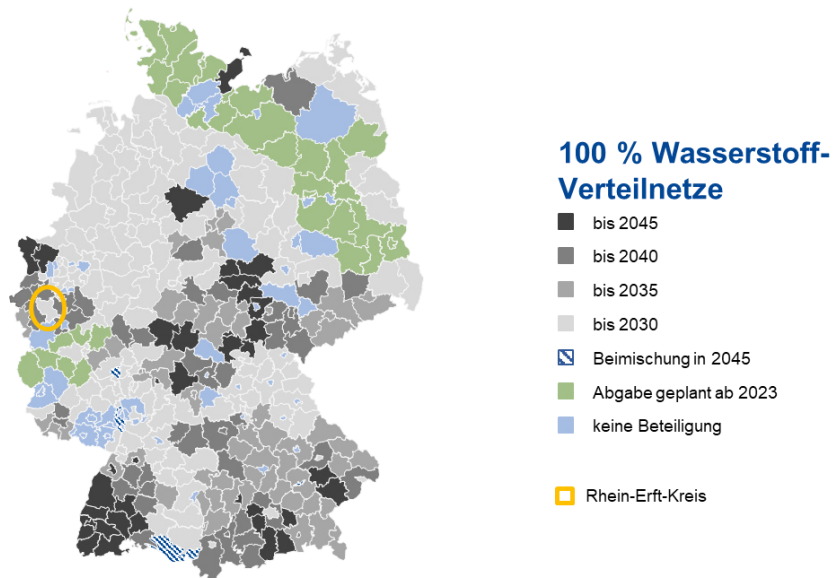


Abbildung 14: Meldungen zu 100 % Wasserstoff-Verteilnetzen gemäß [17]

Für den Nord-Westen Deutschlands, weite Teile des Ruhrgebiets und Rheinlands ist hier zu erkennen, dass ein Großteil der meldenden Verteilnetzbetreiber schon ab 2030 die technische Möglichkeit einer Umstellung auf 100 % Wasserstoff im jeweiligen Versorgungsgebiet sieht.

Wasserstoff-Transport- und Verteilnetze in NRW

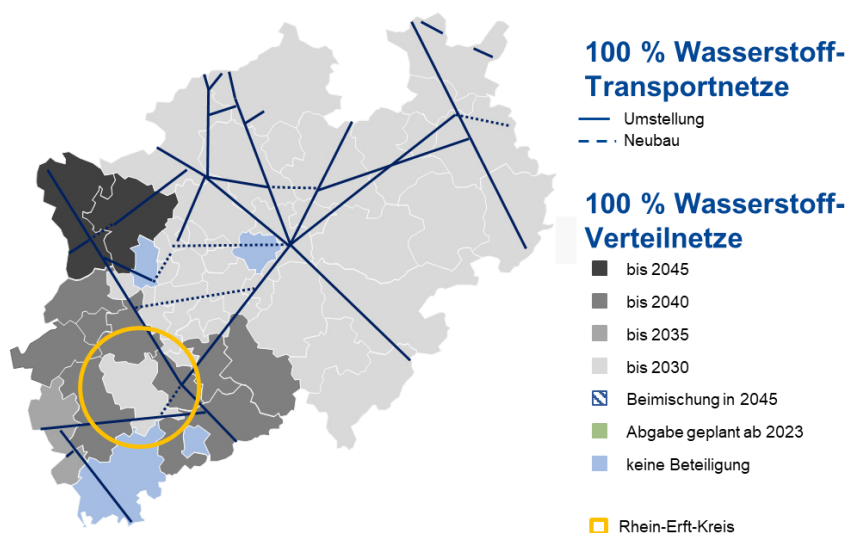


Abbildung 15: Schematische Darstellung perspektivischer Wasserstoff-Transportnetze sowie Umstellbarkeit von Verteilnetzen auf Kreis-Ebene [12] [17]

Durch seine Lage an der Rhein-Schiene und die zur zukünftigen Umstellung existierenden Transportnetze verfügt der Rhein-Erft-Kreis über ideale Voraussetzungen bereits ab den 2030iger Jahren pipelinegebunden mit Wasserstoff versorgt zu werden. Hinsichtlich der Umstellung der Verteilnetzinfrastrukturen ist festzuhalten, dass der Rhein-Erft-Kreis auch auf dieser Infrastrukturebene bereits ab den 2030iger Jahren über erste Infrastrukturen verfügt, die auf 100 % Wasserstoff umgestellt werden können. [17]

Alle benachbarten Regionen haben erst ab den 2040iger Jahren die Umstellbarkeit auf 100 % Wasserstoff (Rhein-Kreis Neuss, Stadt Köln, Rhein-Sieg-Kreis, Kreis Düren), bzw. keine Daten (Euskirchen) gemeldet.

Klimaneutralität bis 2045 können wir nur erreichen, wenn wir langfristig fossile Energieträger durch klimafreundliche Alternativen ersetzen. CO₂-neutrale Gase - wie beispielsweise Wasserstoff - liefern einen bedeutsamen Beitrag. [...]

Michael Thys
GVG-Projektleiter H₂-MiX

4.3 Nutzung

Als Energiespeicher und -träger findet Wasserstoff in verschiedenen Bereichen der Energie- und Ressourcenversorgung Anwendung. Stark vereinfacht lassen sich drei zentrale Anwendungsbereiche formulieren:

1. **Industrie** – Stoffliche und energetische Nutzung
2. **Mobilität** – Energieträger (direkt oder über Derivate)
3. **Haushalte** – Energie- und Wärmeversorgung

In der **Industrie** wird Wasserstoff schon heute in vergleichsweise großen Mengen **stofflich genutzt**. Typischerweise in der Methanol- und Ammoniak-Synthese oder der Veredelung von Kraftstoffen in Raffinerien. Vorrangig in der organischen Chemie (Lösungsmittel, Kunststoffe, Drogerieartikel, synthetische Kraftstoffe) bildet Wasserstoff und seine Derivate (synthetisches Methan, Methanol und Ammoniak) die Basis für eine Vielzahl nachhaltiger Produkte. Gerade hier gilt es neben erneuerbarem Wasserstoff auch nachhaltige Stickstoff- sowie Kohlenstoffquellen für die Synthese von Basis- und Zwischenprodukten zu etablieren.

Neben der chemischen Industrie wird Wasserstoff auch eine wichtige Rolle bei der **Erzeugung von nachhaltigem Stahl** mittels Direktreduktion spielen. Momentan werden über zwei Drittel aller produzierten Stähle mittels Koks (größtenteils aus fossiler Kohle) aus den eingesetzten Erzen produziert. Der Einsatz grünen Wasserstoffs kann als Substitut für das eingesetzte Reduktionsmittel Koks zu einer erheblichen Minderung prozessbedingter CO₂-Emissionen in der Stahlindustrie führen.

Neben der stofflichen Nutzung bietet sich auch der **energetische Einsatz** zur Bereitstellung von **Prozesswärme** – insbesondere im Hochtemperaturbereich – an. Gerade für hohe Temperaturniveaus ist Wasserstoff eine wichtige Option zur nachhaltigen Bereitstellung der erforderlichen Wärme. Bei niedrigen bis mittleren Temperaturniveaus liegt der aktuelle Fokus eher auf Power-to-Heat-Verfahren, welche die erforderliche Wärme deutlich effizienter bereitstellen können als die thermische Nutzung von Wasserstoff.

Wasserstoff und seine Derivate werden als Ergänzung zur Batterie einen Beitrag zur Defossilisierung des **Mobilitätssektors** leisten können. Zudem wird Wasserstoff neben dem Individualverkehr im ÖPNV, Schienenverkehr und in der Schiff- und Luftfahrt eine wichtige Rolle einnehmen. Hier kann er als Energieträger, durch seine höhere Energiedichte, kurze Betankungszeit sowie höhere realisierbare Nutzlasten seine Vorteile gegenüber der Batterie ausspielen. Für die meisten Straßen- und Schienenanwendungen werden **Brennstoffzellen** verwendet, welche Wasserstoff mit Sauerstoff aus der Luft unter Freisetzung elektrischer Energie wieder in Wasser umwandeln, eingesetzt. Der so erzeugte elektrische Strom wird, wie beim batterie-elektrischen Fahrzeug schließlich in einem Elektromotor zur Fortbewegung verwendet.

Gerade für spezielle Anwendungen im Offroad- oder Bau- und Landmaschinenbereich sind **Wasserstoffverbrenner** in der Entwicklung. Diese funktionieren prinzipiell wie heutige Erdgasmotoren und sind gegenüber äußeren Umwelteinflüssen deutlich robuster als Brennstoffzellen.

Für die Schifffahrt aber auch Flugverkehr und Raumfahrt, welche alle nochmals deutlich höhere Energiedichten benötigen, werden schon heute **synthetische Kraftstoffe** entwickelt und z. T. – in der Raumfahrt – auch erfolgreich eingesetzt.

Im Bereich der **Wärme- und Energieversorgung** für Haushalte wird Wasserstoff kontrovers betrachtet. Aufgrund der niedrigeren Effizienzen von Wasserstoff-Brennwertheizungen, Brennstoffzellen und Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungs-Anlagen (KWKK) als z. B. Wärmepumpen, ist die direkte Nutzung elektrischer Energie für Haushalte oftmals favorisiert. Aktuelle Studien weisen hier Effizienzunterschiede von bis zu 600 % aus. [18] Nichtsdestotrotz kann Wasserstoff im „nicht sanierten Altbau“ und dem Bestand ohne Wärme- aber Erdgasnetzanschluss eine Option zur Defossilisierung der Energie- und Wärmeversorgung sein.

In diesem Zusammenhang ist weiterhin zu berücksichtigen, dass Wasserstoffsysteme als zentrale „**Quartierslösungen**“ zur Energie- und Wärmeversorgung ganzer Wohn- oder Gewerbegebiete eine interessante Option darstellen.

Gerade für **kritische Infrastrukturen** können Brennstoffzellensysteme jedoch zur unterbrechungsfreien Strom- und Wärmeversorgung eine ideale Ergänzung zum Netzanschluss darstellen.

Wasserstoff-Anwendungsfälle

Bei der Anwendung von Wasserstoff werden oft die Wirkungsgradverluste bei der Wasserstoffproduktion als relevanter Beurteilungsparameter angewendet. In Kombination mit den Kriterien der Substituierbarkeit Versorgungssicherheit sowie Bezahlbarkeit kann ein vereinfachtes Ranking, wie das unten aufgeführte vorgenommen werden.

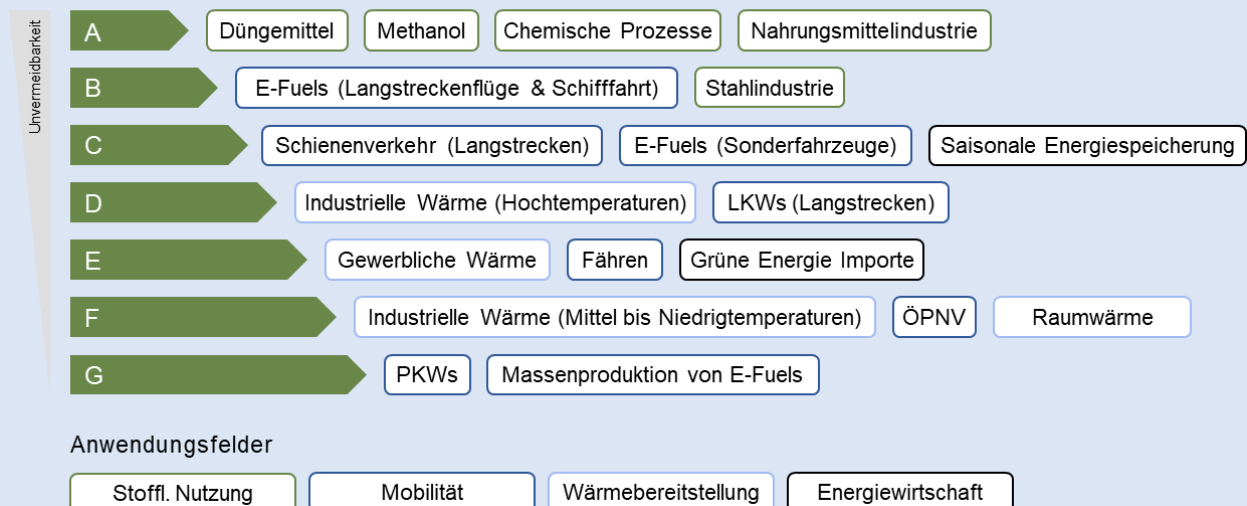


Abbildung 16: Vereinfachtes Ranking verschiedener Wasserstoffanwendungsfälle in Anlehnung an [19]

In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass diese Darstellung lediglich eine grobe Übersicht darstellt, um die Anwendungsbereiche von Wasserstoff zu zeigen. Eine Beurteilung von Wasserstoff als Energieträger und Ressource muss für den jeweiligen Einzelfall detailliert erfolgen.

5 Untersuchung der regionalen Potenziale

Im Folgenden werden die Ergebnisse der identifizierten Potenziale, die sich aus dem Baustein 2 Potenzialanalyse und -bewertung ergeben, detailliert erläutert. Dabei werden „theoretische Bedarfe und Potenziale“ und Initiativen in der Region unterschieden. „Theoretische“ Ergebnisse wurden, wie bereits zuvor beschrieben aus Studien und statistischen Daten ermittelt, welche auf den Untersuchungsraum Rhein-Erft-Kreis angewendet wurden. Konkrete Initiativen wurden auf Basis öffentlich verfügbarer Daten sowie im Zuge der Akteursbefragung identifiziert.

5.1 Theoretische Bedarfe und Erzeugungspotenziale

Der **zukünftige Bedarf an Wasserstoff** wird stark ansteigen. Um diesen Anstieg im Rhein-Erft-Kreis zu prognostizieren, wurden insgesamt drei Literaturszenarien [20] [21] berücksichtigt. Diese drei Szenarien betrachten die Technologie-Schwerpunkte 1) Elektrifizierung, 2) Technologiemic und 3) Wasserstoffdominant. Damit bilden sie, wie in der Literatur üblich, einerseits die Randwerte des zukünftigen Lösungsraums (also sehr niedrige bis sehr hohe Anteile von Wasserstoff am Energiemix – Szenarien Elektrifizierung und Wasserstoffdominant) und andererseits einen Hybrid aus diesen (Szenario Technologiemic) ab. Diese Szenarien prognostizieren den Wasserstoffbedarf der unterschiedlichen Sektoren für ganz Deutschland. Über im Rahmen dieser Studie entwickelte Umrechnungsfaktoren wurde der anteilige Bedarf für den Rhein-Erft-Kreis berechnet. Aus diesem Bedarf wurde wiederum die theoretisch erforderliche Elektrolyseleistung berechnet. Die Ergebnisse dieser Berechnung werden im Folgenden kurz erläutert.

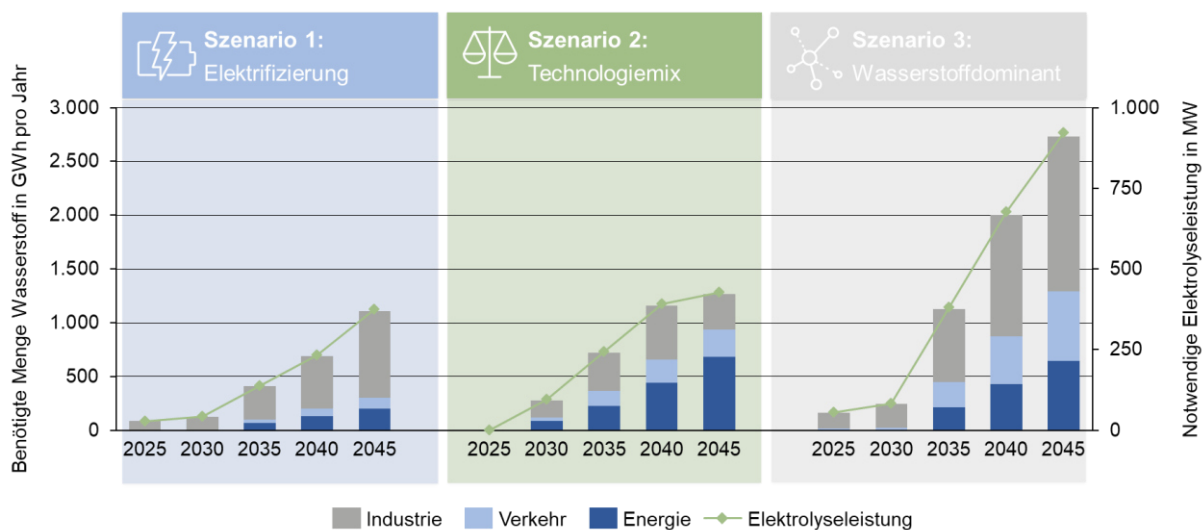


Abbildung 17: Wasserstoffbedarf in den drei entwickelten Szenarien Elektrifizierung, Technologiemic und Wasserstoffdominant, eigene Recherche basierend auf [20] [21]

Im Szenario **Elektrifizierung** ist der Anstieg des Wasserstoffbedarfs bis 2030 mit 127 GWh/a moderat. Ab 2030 nimmt der Bedarf dann jedoch auf fast das Zehnfache, und zwar auf 1.108 GWh/a im Jahr 2045 zu. Im Jahr 2045 wird der Wasserstoff hauptsächlich in der Industrie eingesetzt. Im Szenario **Technologiemic** steigt der Wasserstoffbedarf kontinuierlich bis 2040 auf 1.156 GWh/a an. Nach 2040 flacht die Wachstumskurve ab und führt zu 1.266 GWh/a im Jahr 2045. Anfangs wird der Wasserstoff hauptsächlich in der Industrie

eingesetzt, verschiebt sich aber ab 2050 zunehmend in den Energiesektor. Im Szenario **Wasserstoffdominanz** steigt der Wasserstoffbedarf moderat bis 2030 auf 246 GWh/a an. Der Wasserstoff wird 2030 fast ausschließlich in der Industrie eingesetzt. Ab 2030 nimmt der Bedarf dann jedoch drastisch bis 2.729 GWh/a im Jahr 2045 zu. 2045 wird der Wasserstoff schließlich sektorübergreifend eingesetzt.

In allen drei Szenarien spielt der Einsatz von Wasserstoff in der **Industrie**, insbesondere zu Beginn des Hochlaufs, eine bedeutende Rolle. Des Weiteren liegt der Schwerpunkt der Industrie in den berücksichtigten Szenarien vor allem auf der Chemiebranche. Im Szenario Elektrifizierung wird der Wasserstoff ausschließlich als Rohstoff in der Chemiebranche verwendet. Im Szenario Technologiemix wird Wasserstoff hingegen in der Chemieindustrie ausschließlich zur Wärmeerzeugung, und nicht als Rohstoff eingesetzt. Dies führt dazu, dass der Bedarf in diesem Sektor von 2035 bis 2045 um etwa 27,5 GWh/a sinkt.

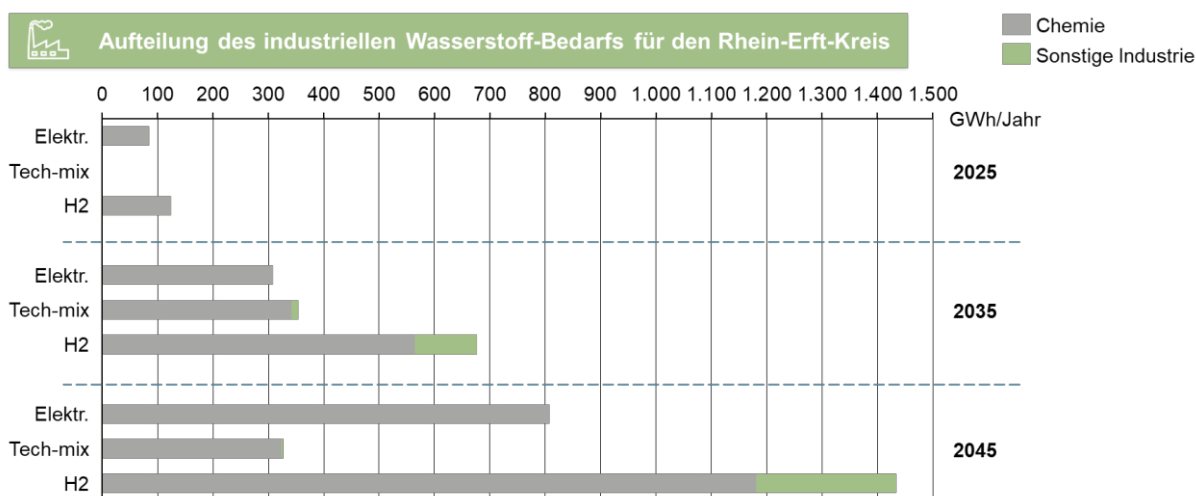


Abbildung 18: Industrieller Wasserstoffbedarf der Szenarien unterteilt in Branchen, eigene Recherche basierend auf [20] [21]

Zur Einordnung: Der **aktuelle Bedarf** des **Shell Energy and Chemicals Park Rheinland in Wesseling** beträgt circa 150 Tsd. t/a Wasserstoff. Dies entspricht **4,5 GWh/a**.

Um die zukünftigen Wasserstoffbedarfe durch grünen Wasserstoff zu decken, werden lokale **Erneuerbare Energien** benötigt. Deshalb wurde eine Analyse basierend auf Auswertungen¹ des Rhein-Erft-Kreises vom Energieatlas NRW [5] für den **Rhein-Erft-Kreis** durchgeführt. Im Rahmen der Auswertungen wurde die Anzahl der installierten Anlagen in den zehn Kommunen des Kreises ermittelt. Stand Oktober 2022 sind im Energieatlas **89 Windenergieanlagen** und **8.718 Photovoltaikanlagen** mit dem Status "in Betrieb"² verzeichnet. Insgesamt stehen durch

¹ In den Auswertungen des Rhein-Erft-Kreises wurden die Daten des Energieatlas wie folgt gefiltert:
WEA: Bestandskarte Strom→Windenergie→in Betrieb: 1.Filter: *Installierte Leistung*, 2. Filter: *Anzahl der Anlagen*→Auswahl Verwaltungseinheit: 1.Filter *Kreis*, 2.Filter *Städte und Gemeinden*
PV-Anlagen: Bestandskarte Strom→Photovoltaik→Gesamt: 1.Filter: *Installierte Leistung*, 2. Filter: *Anzahl der Anlagen*→Auswahl Verwaltungseinheit: 1.Filter *Kreis*, 2.Filter *Städte und Gemeinden*

² Im Energieatlas NRW sind in der Kommune Bedburg fünf WEA mit einer Leistung von 28,5 MW mit dem Status „in Planung“ verzeichnet. Diese wurden vom Rhein-Erft-Kreis in Rücksprache mit der Kommune Bedburg den Anlagen „in Betrieb“ zugerechnet.

diese Anlagen Leistungskapazitäten von 215,1 MW (Wind) und 130,9 MW (Solar) zur Verfügung.

Die installierten Leistungen geben jedoch keine Auskunft über die **tatsächlich erzeugte Energiemenge**. Um diese zu bestimmen, müssen die installierten Leistungen mit den Volllaststunden der Anlagen kombiniert werden. Allerdings variiert die Anzahl der **Volllaststunden für Wind- und Solarenergie** je nach Region und Jahreszeit. Im Durchschnitt weisen die zehn Kommunen des Rhein-Erft-Kreises pro Jahr zwischen 2.214 und 3.190 Volllaststunden (durchschnittlich 2.939) für Windenergie und 869 bis 896 Volllaststunden (durchschnittlich 887) für Solarenergie auf [22] [5]. Das entspricht 185 bis 266 Volllaststunden pro Monat für Windenergie und 72 bis 75 Volllaststunden pro Monat für Solarenergie.

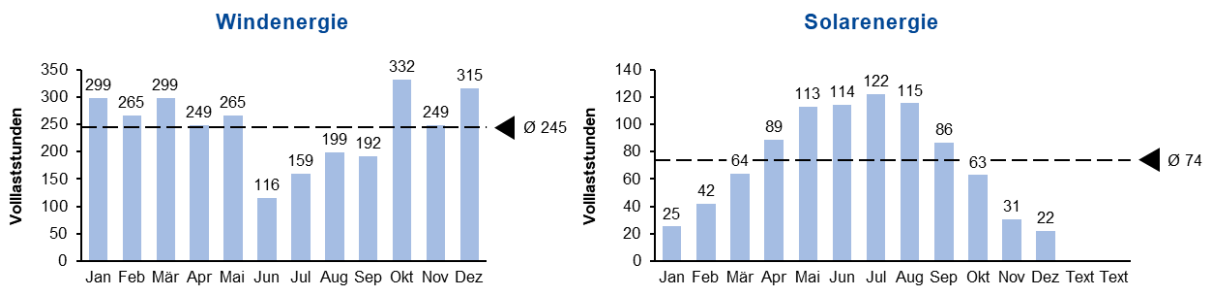


Abbildung 19: Volllaststunden von WEA (links) und PV-Anlagen (rechts) im Rhein-Erft-Kreis, eigene Recherche basierend auf [22] [5]

Die 215,1 MW Leistung der **89 Windenergieanlagen** im Rhein-Erft-Kreis verteilt sich auf das gesamte Kreisgebiet. Die höchsten installierten Kapazitäten befinden sich im Norden des Kreises. Die Kommunen Bedburg und Bergheim verfügen mit 121 und 36 MW über die größten installierten Kapazitäten.

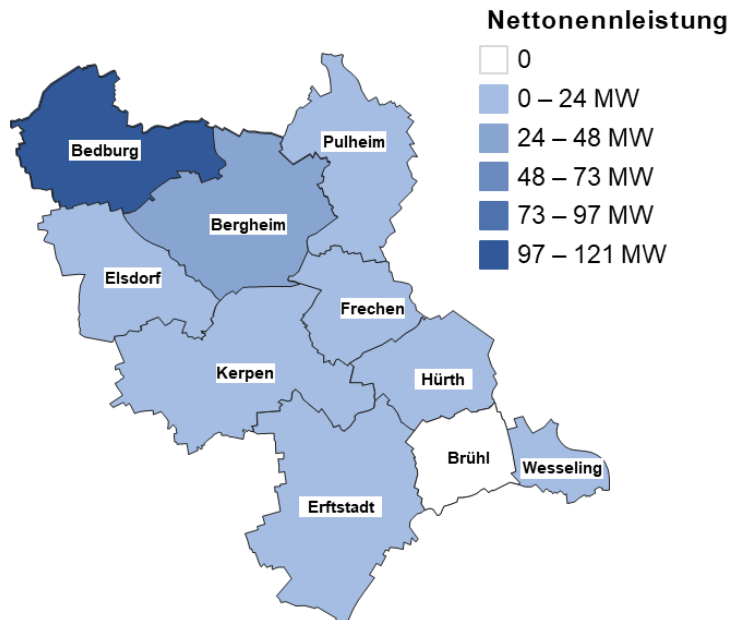


Abbildung 20: Installierte WEA im Rhein-Erft-Kreis aggregiert auf Kommunenebene, eigene Recherche basierend auf Auswertungen des Rhein-Erft-Kreises und dem Energieatlas NRW [5]

Zusätzlich zu den bereits bestehenden Anlagen sind weitere 40 **Windenergieanlagen** mit insgesamt **155,9 MW** Leistung **geplant** und im Marktstammdatenregister [23] registriert. Von diesen ist der größte Anteil mit 98 MW Leistung in Erfstadt geplant. Weiterhin sind Kapazitäten von 14, 34, 6 und 5 MW in Frechen, Kerpen, Bergheim und Hürth geplant. ³

Die **8.718 Photovoltaikanlagen** im Rhein-Erft-Kreis haben, wie bereits eingangs beschrieben, insgesamt eine installierte Leistung von **130,9 MW**. Die Kommunen mit den höchsten installierten Leistungen sind Kerpen (24,7 MW), Erfstadt (18,8 MW) und Bergheim (16,5 MW).

Neben den bestehenden PV-Anlagen sind zusätzlich **2,4 MW PV-Leistung geplant** und bereits registriert. Diese verteilen sich auf alle Kommunen. Basierend auf dem Marktstammdatenregister sind in der Kommune Erfstadt mit 0,8 MW die größte geplanten PV-Anlagen-Kapazitäten gemeldet. ⁴

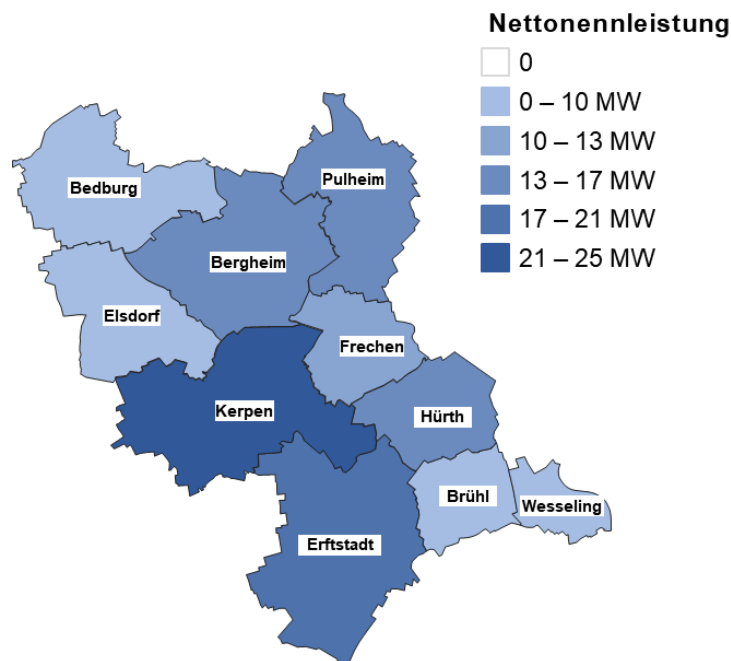


Abbildung 21: Installierte PV-Anlagen im Rhein-Erft-Kreis aggregiert auf Kommunenebene, eigene Recherche basierend auf [5]

Über die installierten Leistungen können mit Hilfe von kommunenspezifischen Volllaststunden aus den Potenzialstudien [22] [5] Stromerträge ausgerechnet werden. An dieser Stelle wurden nicht die Erträge für Bestandsanlagen nach dem Energieatlas [5] verwendet, da diese im Fall der WEA von sehr niedrigen VLH von 833-2.014 ausgehen. Die Volllaststunden einer WEA hängen unter anderem von der WEA-Leistungskurve, der die WEA umgebenden Fläche und dem zeitlichen Verlauf der Windgeschwindigkeit ab und können deshalb stark variieren. Das

³ Die Daten aus dem **Marktstammdatenregister** werden im Rahmen dieser Analyse ausschließlich als **grobe Indikation** ausgewiesen. Zur Ermittlung der WEA in Planung wurden im Marktstammdatenregister [23] folgende Filter angewendet: Landkreis *Rhein-Erft-Kreis*, Energieträger *Wind*, Ort *Ortsname*

⁴ Analog zu den WEA werden die geplanten PV-Kapazitäten basierend auf dem Marktstammdatenregister in dieser Studie ausschließlich als **grobe Schätzung** ausgewiesen. Zur Ermittlung der PV-Anlagen in Planung wurden im Marktstammdatenregister [23] folgende Filter angewendet: Landkreis *Rhein-Erft-Kreis*, Energieträger *Solare Strahlungsenergie*, Ort *Ortsname*

Umweltbundesamt [24] gibt für NRW aber beispielsweise VLH von 2.540 an, welche deutlich über den Werten des Energieatlas NRW liegen, aber unter den Werten der Potenzialstudie [22]. Die VLH der PV-Bestands-Anlagen im Energieatlas [5] ähneln hingegen mit 888-903 jenen der Potenzialstudien [22] [5] (869-896 h).

Insgesamt ergeben die installierten Leistungen jährliche Produktionsmengen von **614 GWh/a** und **116 GWh/a** durch **WEA** und **PV-Anlagen**. Diese stehen den **theoretischen Produktionspotenzialen** von **2.472 GWh/a** (Maximalszenario 2030) [22] und **4.948 GWh/a** (Insg. Maximales Potenzial) [5] durch WEA und PV-Anlagen gegenüber. Es wird somit nur ein Bruchteil des Potenzials genutzt: 25 % des Wind- und 2 % des PV-Potenzials. Die regionale Ausnutzung des theoretischen Windenergie-Potenzials variiert stark. Während Hürth, Bedburg und Bergheim bereits 100, 42 und 27 % des Potenzials nutzen, werden in Frechen und Kerpen nur 0 bzw. 4 % des Potenzials genutzt. Auch die Kommune Ertstadt hat mit 524 GWh/a ein hohes theoretisches Potenzial aus Windkraft, nutzt aber nur 10 %. Im Gegensatz zur Ausnutzung bei den WEA ist die Nutzung des theoretischen Potenzials bei PV-Anlagen relativ gleichmäßig verteilt. Die höchsten theoretischen Potenziale liegen bei Solarenergie in Bergheim, Ertstadt und Kerpen mit 747 GWh/a, 667 GWh/a und 655 GWh/a.

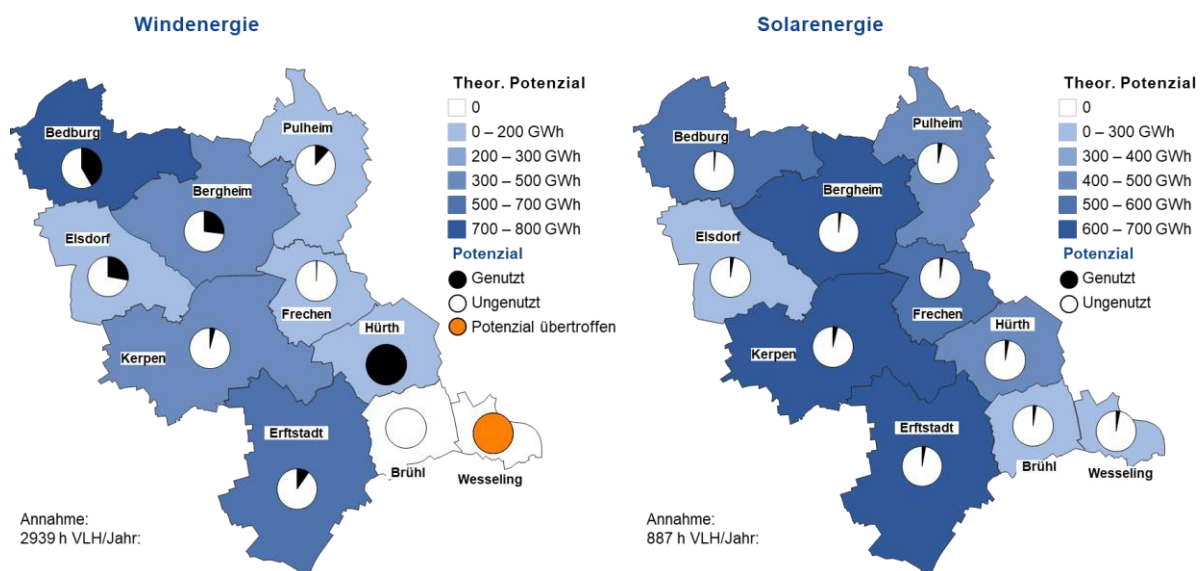


Abbildung 22: Theoretisches Wind- und Solarpotenzial des Rhein-Erft-Kreis auf Kommunenebene sowie die aktuelle Nutzung dieses Potenzials⁵, eigene Recherche basierend auf Auswertungen des Rhein-Erft-Kreises und [22] [5]

Die **Erneuerbare Energien (EE)-Erzeugungspotenziale** durch WEA und PV-Anlagen können, unter Berücksichtigung des Strombedarfs, zukünftig zur **Deckung des lokalen Wasserstoffbedarfs** genutzt werden. Im Folgenden wird analysiert, wie hoch die EE-Potenziale sind und wieviel Wasserstoff über diese theoretisch produziert werden kann.

Die **Entwicklung** des zukünftig von **WEA und PV-Anlagen** produzierten elektrischen Stroms im Rhein-Erft-Kreis wurde im Rahmen dieser Studie basierend auf Daten und Szenarien des LANUV NRW prognostiziert. Für die durch WEA erzeugte Strommenge wurden das Minimal-

⁵ **Potenzial übertroffen:** In Wesseling sind in der Potenzialstudie des LANUV [22] keine Potenziale ermittelt worden, nach den Auswertungen des Energieatlas NRW [5] durch den Rhein-Erft-Kreis stehen in Wesseling allerdings zwei WEA mit einer installierten Leistung von insgesamt 3 MW und einem Ertrag von 8,8 GWh/a unter Annahme von 2939 VLH.

und Maximalszenario der Potenzialstudie Windenergie [22] verwendet. Für die PV-Anlagen wurde hingegen angenommen, dass im Minimalszenario 10 % und im Maximalszenario 50 % des theoretischen Potenzials nach dem Energieatlas NRW [5] genutzt werden. Die Ergebnisse dieser Berechnungen liegen auf Kommunenebene vor.

Auf **Kommunenebene** wird die höchste Stromerzeugung durch **WEA** im Jahr **2030** mit 339-846 GWh/a in Bedburg prognostiziert. Es folgen Bergheim, Erfstadt und Kerpen mit 342-524 GWh/a. In Brühl und Wesseling wird weder im Minimal- noch im Maximalszenario elektrische Energie durch WEA produziert. Bei der **PV-Stromerzeugung** ist die Verteilung in den beiden betrachteten Szenarien im Vergleich wesentlich homogener.

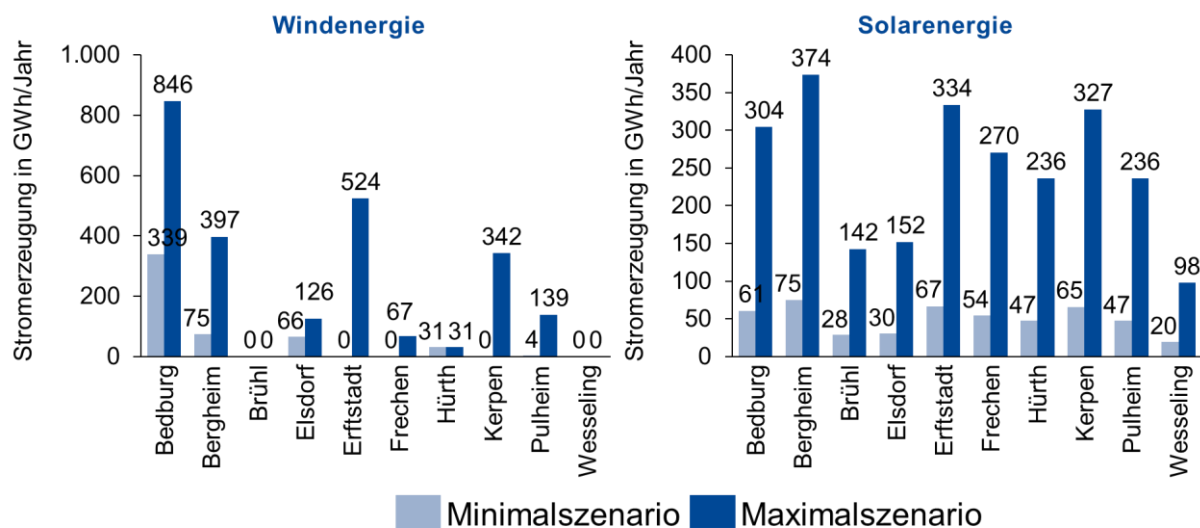


Abbildung 23: Prognostizierte Stromerzeugung durch Erneuerbare Energien in den einzelnen Kommunen des Rhein-Erft-Kreises im Jahr 2030, basierend auf [22], [5]

Das Maximalszenario prognostiziert für einen Großteil der Kommunen im Rhein-Erft-Kreis eine PV-Stromerzeugung im Intervall 236-374 GWh/a für das Jahr 2030. Die erzeugte elektrische Energie durch PV im Maximalszenario 2030 ist in den Kommunen Brühl, Elsdorf und Wesseling mit 98-152 GWh/a hingegen geringer. Durch die getroffenen Annahmen für die PV-Szenarien ist das Verhältnis von Minimal- zu Maximalszenario bei den PV-Anlagen konstant, während dieses bei den WEA stark variiert. Aggregiert auf Kreis-Ebene beträgt die **zukünftige Stromproduktion** durch WEA und PV-Anlagen 796-3.092 GWh/a im Jahr 2025 und 1.010-4.946 GWh/a im Jahr 2030. Aktuell werden, basierend auf dem Energieatlas NRW [5], circa **732 GWh/a** im gesamten Rhein-Erft-Kreis über WEA und PV-Anlagen erzeugt. Zusätzlich können durch bereits geplante Anlagen in Zukunft 479 GWh/a⁶ erzeugt werden [23].

Der **zukünftigen Stromerzeugung** steht der **zukünftige Stromverbrauch** im Rhein-Erft-Kreis gegenüber.

⁶ Wie bereits an früherer Stelle erklärt, werden die basierend auf dem Marktstammdatenregister berechneten Werte ausschließlich als **grobe Indikation** ausgewiesen.

Analog zum Wasserstoffbedarf wurde der zukünftige Stromverbrauch basierend auf dem nationalen Strombedarf der verschiedenen Szenarien Elektrifizierung, Technologiemitx und Wasserstoffdominant mithilfe von Umrechnungsfaktoren auf den Rhein-Erft-Kreis übertragen.

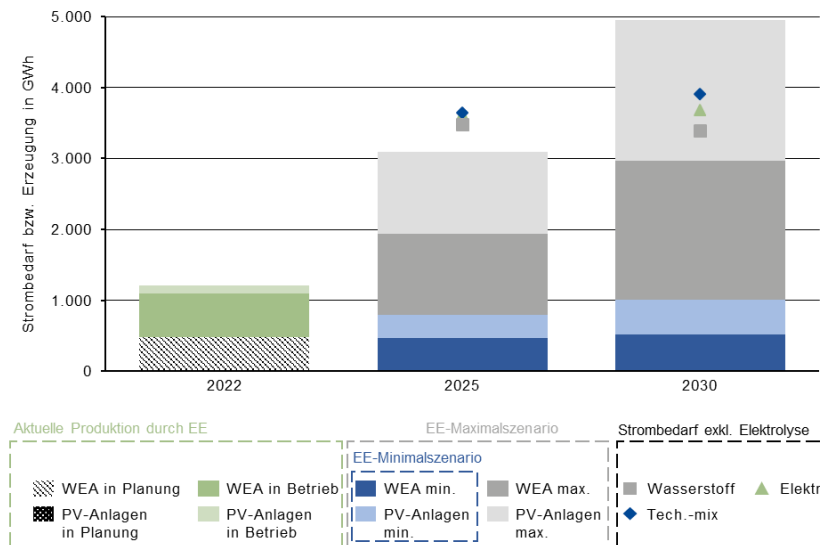


Abbildung 24: Strombedarf und EE-Erzeugung im Rhein-Erft-Kreis, eigene Recherche basierend auf [20] [21] [22] [5]

Insgesamt ist der Strombedarf im **Wasserstoff-Szenario** mit bis zu **3.392 GWh/a** (2045) am geringsten, da in diesem Szenario auch ein großer Teil der Energie in Form von importiertem Wasserstoff bereitgestellt wird. Im Szenario **Technologiemitx** ist der Strombedarf hingegen mit bis zu **3.904 GWh/a** (2045) am höchsten, da viel Wasserstoff inländisch erzeugt wird. Das Szenario **Elektrifizierung** liegt mit maximal **3.674 GWh/a** (2045) dazwischen.

Im **EE-Minimalszenario** müssen im Jahr 2030, bei rein bilanzieller Betrachtung, 3.113 GWh Strom importiert oder von anderen Stromerzeugern im Kreis produziert werden. Auf Kommunenebene ist die Strombilanz in Bedburg leicht positiv und in Elsdorf ungefähr ausgeglichen. Alle anderen Kommunen haben negative Strombilanzen, wobei Kerpen, Hürth und Pulheim die höchsten Strombedarfe mit -519 GWh/a, -445 GWh/a und -424 GWh/a aufweisen. Im **EE-Maximalszenario** gibt es im Jahr 2030 einen Überschuss von 823 GWh/a an erzeugtem Strom. Kerpen hat eine nahezu ausgeglichene Strombilanz, während Frechen und Pulheim eine leicht negative Bilanz aufweisen.

Hürth, Brühl und Wesseling haben mit -256 GWh/a, -244 GWh/a und -221 GWh/a den stärksten Mangel. Durch den starken Ausbau von WEA und PV-Anlagen erzeugen die übrigen Kommunen einen Überschuss. Die größten Überschüsse liegen in Bedburg, Erftstadt und Bergheim mit 943 GWh/a, 420 GWh/a und 231 GWh/a vor.

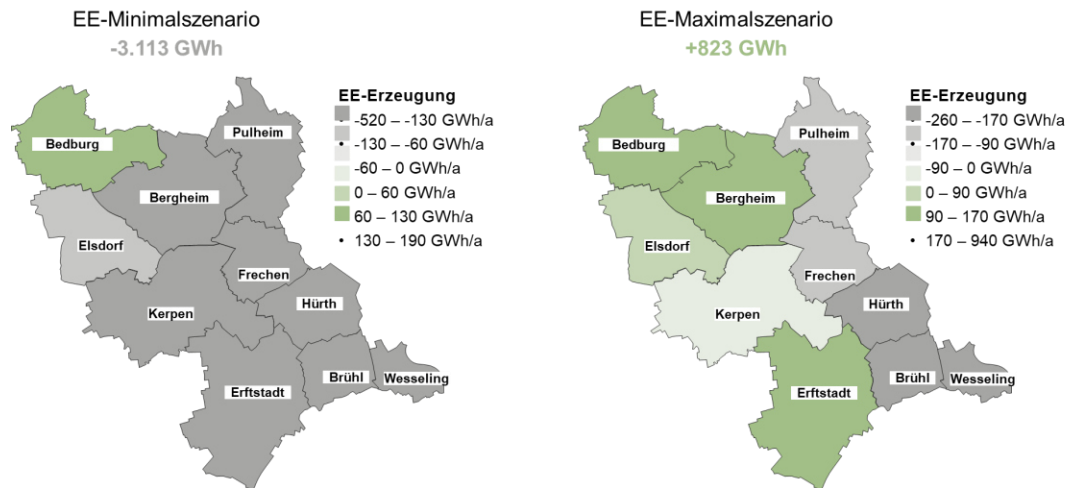


Abbildung 25: Regionaler Stromüberschuss durch Stromerzeugung von Erneuerbaren Energien im Jahr 2030

Das **EE-Maximalszenario** führt bei bilanzieller Nutzung des Stromüberschusses zu einem **maximalen Elektrolysepotenzial** von 165 MW. Dies entspricht **576 GWh Wasserstoff/a** bzw. 17.282 Tonnen (t) Wasserstoff/a.

Maximales Elektrolysepotenzial

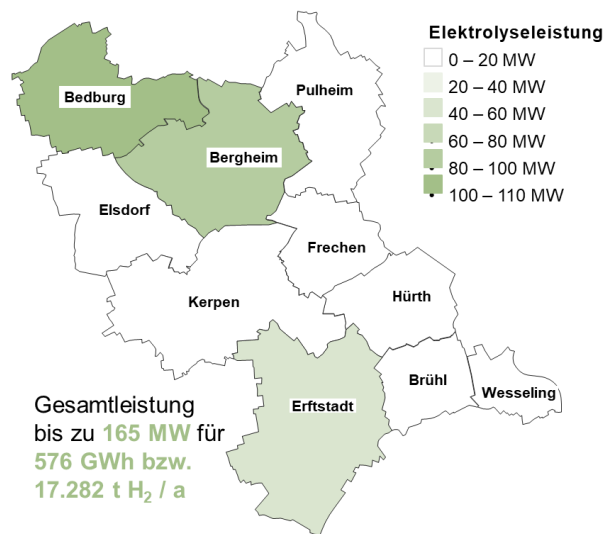


Abbildung 26: Regionaler Stromüberschuss durch Stromerzeugung von Erneuerbaren Energien und das maximale Elektrolysepotenzial im Rhein-Erft-Kreis im Jahr 2030

Hier verfügen die Kommunen Bedburg und Bergheim über ein erhebliches Potenziale zur Wasserstoffherzeugung von bis zu 110 MW Elektrolyseleistung. In Erftstadt liegt ein Potenzial von 51 MW vor. Deutlich geringer fallen die Erzeugungspotenziale in den Kommunen Elsdorf und Kerpen aus. Dort liegen die Potenziale um die 10-11 MW, während die übrigen Kommunen kein Elektrolysepotenzial aufweisen.

Zusammenfassung: theoretische Potenziale und Bedarfe des Rhein-Erft-Kreises
(im Kontext der definierten Systemgrenzen und Annahmen für das Jahr 2030)

- 1.** Der Rhein-Erft-Kreis hat einen Bedarf an **Wasserstoff** von **3,82 Kilotonnen (kt) / 127 GWh/a** bis zu **8,43 kt / 281 GWh/a** im Jahr 2030.
- 2.** Ein Großteil dieser Bedarfe ist in allen Szenarien der **Industrie** sowie **Energiewirtschaft** zuzuordnen.
- 3.** Innerhalb der Industrie macht die **chemische Industrie** nahezu alle regionalen Bedarfe aus.
- 4.** Nur im **EE-Maximalszenario** wird eine bilanzielle Stromüberproduktion im Rhein-Erft-Kreis von **823 GWh/a** erreicht.
- 5.** Das entspricht etwa **47 %** der Stromproduktion des **300 MW-Blocks E** im **Braunkohlekraftwerk Niederaußem**.
- 6.** Damit können bei einem Elektrolyseur-Wirkungsgrad von etwa 70 % knapp **14,62 kt/a / 576 GWh/a grüner Wasserstoff** erzeugt werden.
- 7.** Damit könnte mehr als **ein Drittel aller PKW** im Rhein-Erft-Kreis mit Brennstoffzellenantrieb ausgerüstet werden und täglich von Bergheim nach Köln und zurück fahren.

5.2 Akteursdialog & laufende Aktivitäten im Rhein-Erft-Kreis

Um einen Überblick der Akteurslandschaft des Rhein-Erft-Kreises in Bezug auf Wasserstoff zu erhalten, wurden eine **Online-Umfrage** und **vertiefende Experteninterviews** durchgeführt.

Die in diesem Kapitel dargestellten Informationen stellen einen Überblick öffentlich verfügbarer sowie von den Akteuren im Rahmen des Projekts bereitgestellter Informationen dar. Sie erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

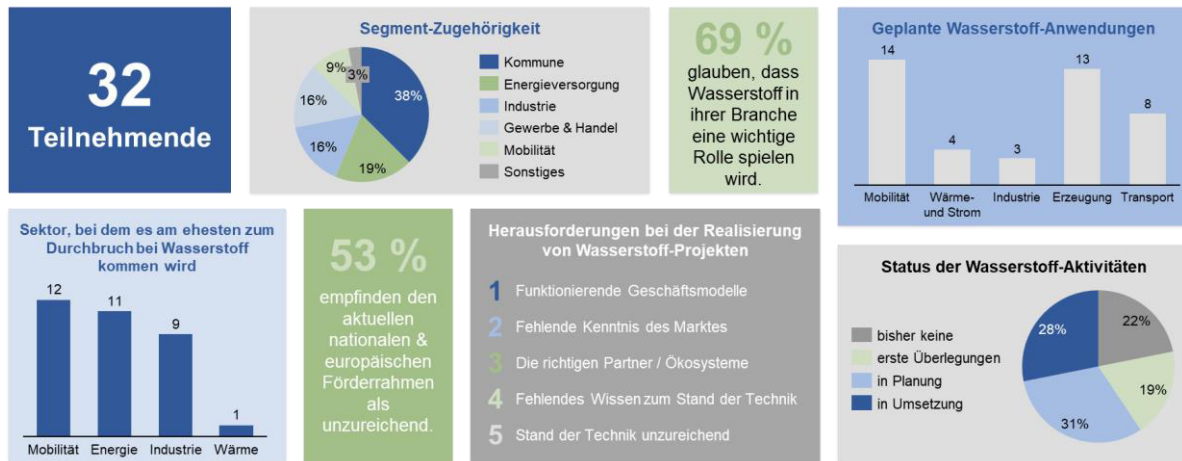


Abbildung 27: Ausgewählte Ergebnisse der Online Umfrage

Im Rahmen der **Online-Umfrage** fand eine erste, grundsätzliche Abfrage rund um das Thema Wasserstoff statt. Hierfür wurden 101 Akteure aus dem Rhein-Erft-Kreis kontaktiert, von denen 32 an der Online-Umfrage teilnahmen. Der **größte Anteil der Teilnehmer** (39 %) war aus dem kommunalen Bereich, gefolgt von 19 % aus der Energiewirtschaft, 16 % aus der Industrie (insb. Chemieindustrie und Maschinenbau), 16 % aus dem Gewerbe & Handel, 9 % aus dem Mobilitätssektor sowie 3 % aus sonstigen Bereichen. Besonders hervorzuheben ist, dass vor allem größere Unternehmen (nach Mitarbeiterzahl und Umsatz) an der Online-Umfrage teilgenommen haben. 41 % der Teilnehmer beschäftigt mehr als 500 Mitarbeiter und 35 % realisierten 2021 einen Umsatz von über 500 Mio. EUR.

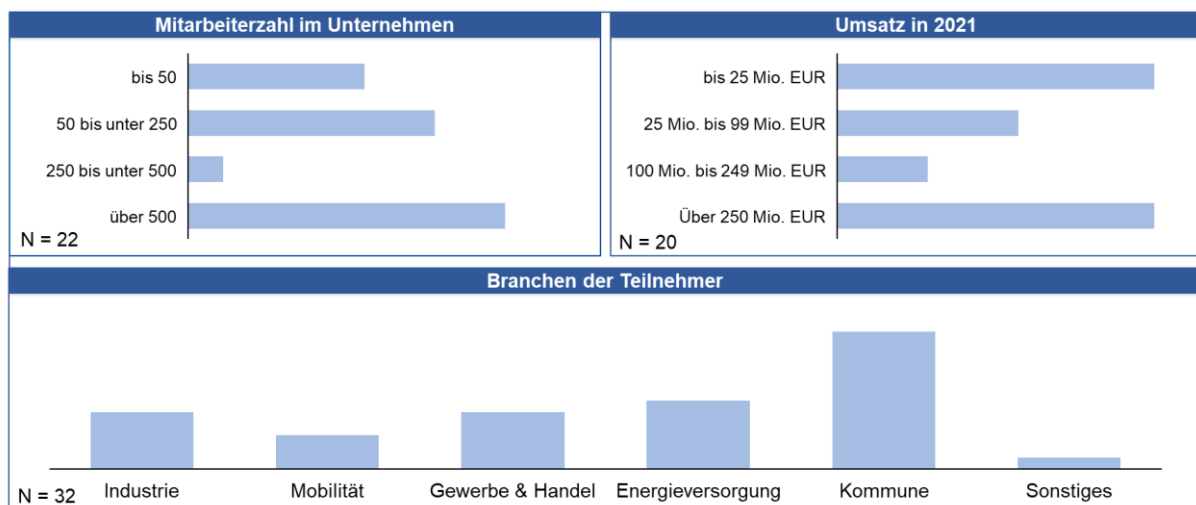


Abbildung 28: Fakten zu den Teilnehmern der Online Umfrage

Alle Teilnehmer gaben an, dass Wasserstoff eine **hohe bis sehr hohe Bedeutung für die zukünftige Wirtschaft** haben wird – für 41 % der Akteure spielt Wasserstoff bereits heute eine wichtige Rolle in ihrer Branche. Generell glauben die Teilnehmer, dass es im Mobilitätssektor und in der Energiewirtschaft am ehesten zu einem Durchbruch beim Thema Wasserstoff kommen wird. Bei dem Thema **Förderprogramme** für Wasserstoff war sich ebenfalls ein Großteil der Teilnehmer (53 %) einig, dass sie den aktuellen Förderrahmen als ungenügend empfinden. Vor allem unflexible, lange und komplexe Beantragung von Fördermitteln wurde häufig als Herausforderung benannt.

Bezüglich der **Anwendung von Wasserstoff im eigenen Unternehmen** ist der Großteil der Akteure aus dem Rhein-Erft-Kreis bereits im fortgeschrittenen Stadium. Nur 22 % der Unternehmen haben sich bisher noch gar nicht mit dem Einsatz von Wasserstoff in ihrem Unternehmen bzw. ihrer Kommune beschäftigt. 28 % hingegen setzen bereits erste Projekte oder Ansätze um und weitere 31 % planen konkrete Projekte. Die meisten Wasserstoff-Anwendungen (33 %) werden in der Mobilität, z. B. in LKW oder Bussen, geplant oder bereits realisiert. Weitere 31 % der Teilnehmer planen, Wasserstoff zu erzeugen. Hierbei ist anzumerken, dass einige Akteure überlegen, mehrere Wasserstoff-Anwendungsfälle umzusetzen. Die **größten Hindernisse** stellen dabei die fehlenden Geschäftsmodelle bzw. noch fehlende Wirtschaftlichkeit dar. Fehlende Kenntnisse des Marktes und passende Partner für Ökosysteme waren zusätzliche Hemmnisse, die Akteure bei der Umsetzung von Wasserstoffprojekten beschäftigen.

Um ein besseres Verständnis der regionalen Situation zu gewinnen, wurden zusätzlich **vertiefende Experteninterviews** geführt. Hierfür wurden 50 Akteure aus dem Rhein-Erft-Kreis angefragt, von denen sich 24 Akteure für ein knapp einstündiges Experteninterview bereit erklärten. Die Ansprache zu den Experteninterviews erfolgte direkt via E-Mail und Telefon sowie durch Hinweise bei themenspezifischen Veranstaltungen des Rhein-Erft-Kreises. Der Großteil der befragten Experten war aus den Kommunen Kerpen und Hürth mit jeweils 17 % und aus Wesseling und Brühl (jeweils 13 %).

Reifegrad & Einordnung regionaler Wasserstoff-Aktivitäten

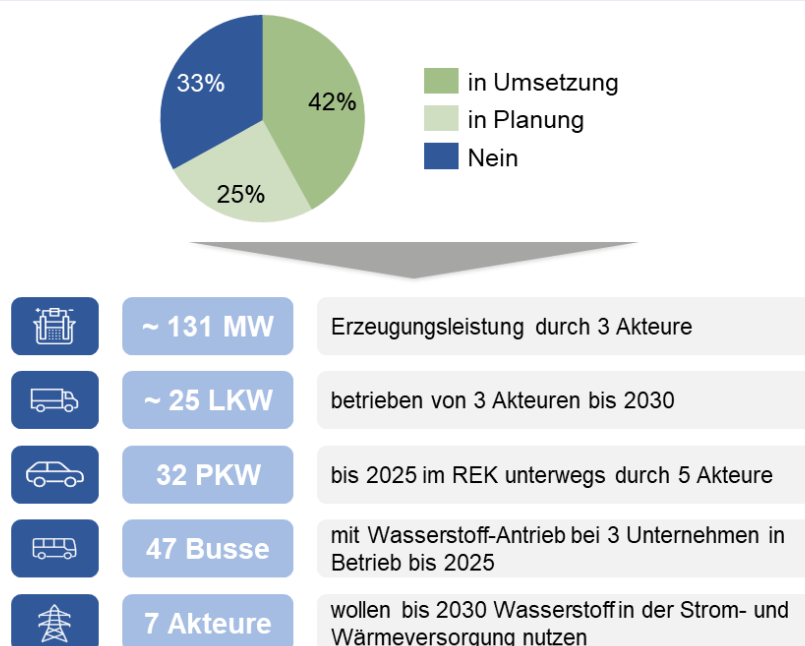


Abbildung 29: Übersicht geplanter und laufender Wasserstoff-Aktivitäten im Rhein-Erft-Kreis

Im Gegensatz zu der Online-Umfrage haben vor allem Akteure aus der Mobilitätsbranche sowie Industrie an den Experteninterviews teilgenommen. Auch hier zeichneten sich die Unternehmen durch eine **hohe Mitarbeiterzahl, hohen Umsatz und Reifegrad ihrer Wasserstoffaktivitäten** aus. 38 % der befragten Unternehmen beschäftigten über 500 Mitarbeiter, 25 % konnten 2021 einen Umsatz von mehr als 250 Mio. EUR verzeichnen und 67 % der Experten planen oder setzen bereits Wasserstoffprojekte um. Vor allem die **Sicherung der zukünftigen Wettbewerbsfähigkeit** (44 %) und der **Beitrag zum Klimaschutz** (35 %) treibt die Unternehmen an, sich mit dem Thema Wasserstoff auseinander zu setzen. Die Erfüllung von gesetzlichen Vorgaben, das Interesse an Technik und der regionale Strukturwandel wurden außerdem als Motivation für das Thema Wasserstoff genannt. Die Sorge um die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen spiegelt sich auch in dem gefühlten Handlungsdruck wider. 67 % der befragten Experten spüren einen hohen oder sehr hohen Druck, sich kurzfristig (bis 2025) tiefergehend mit dem Thema Wasserstoff auseinander zu setzen. Dementsprechend sind auch alle der Unternehmen bereit, **Investitionen in Wasserstofftechnologien zu tätigen**, 61 % können sich eine Investition sogar grundsätzlich ohne eine Förderung vorstellen.

Zukünftig möchten sich die Akteure an verschiedenen Stellen entlang der Wasserstoffwertschöpfungskette positionieren. Dabei zeichnet sich der Rhein-Erft-Kreis durch eine breite Verteilung der potenziellen Anwendungen aus. So gut wie alle Bereiche der Wasserstoffwertschöpfungskette können perspektivisch durch regionale Akteure besetzt werden.

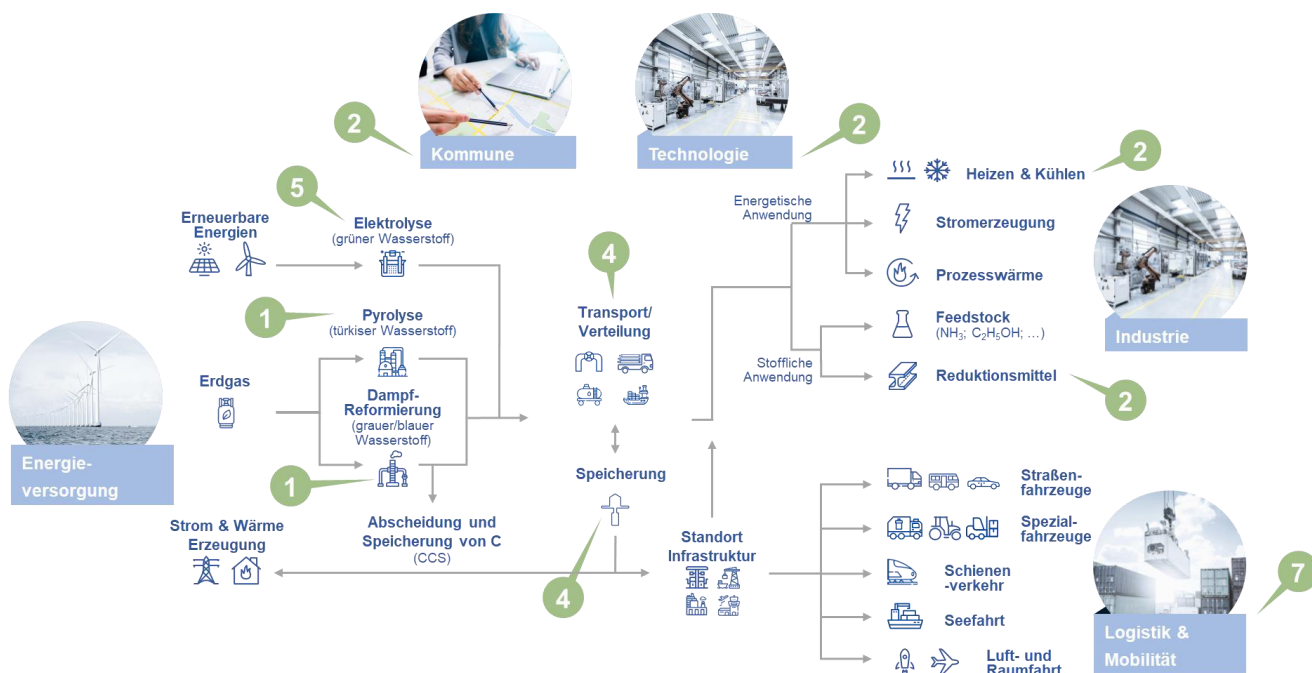


Abbildung 30: Anzahl (geplanter) Vorhaben aus dem Rhein-Erft-Kreis je Wertschöpfungsstufe
(Hinweis: einige Akteure planen mehrere Vorhaben entlang der Wertschöpfungskette)

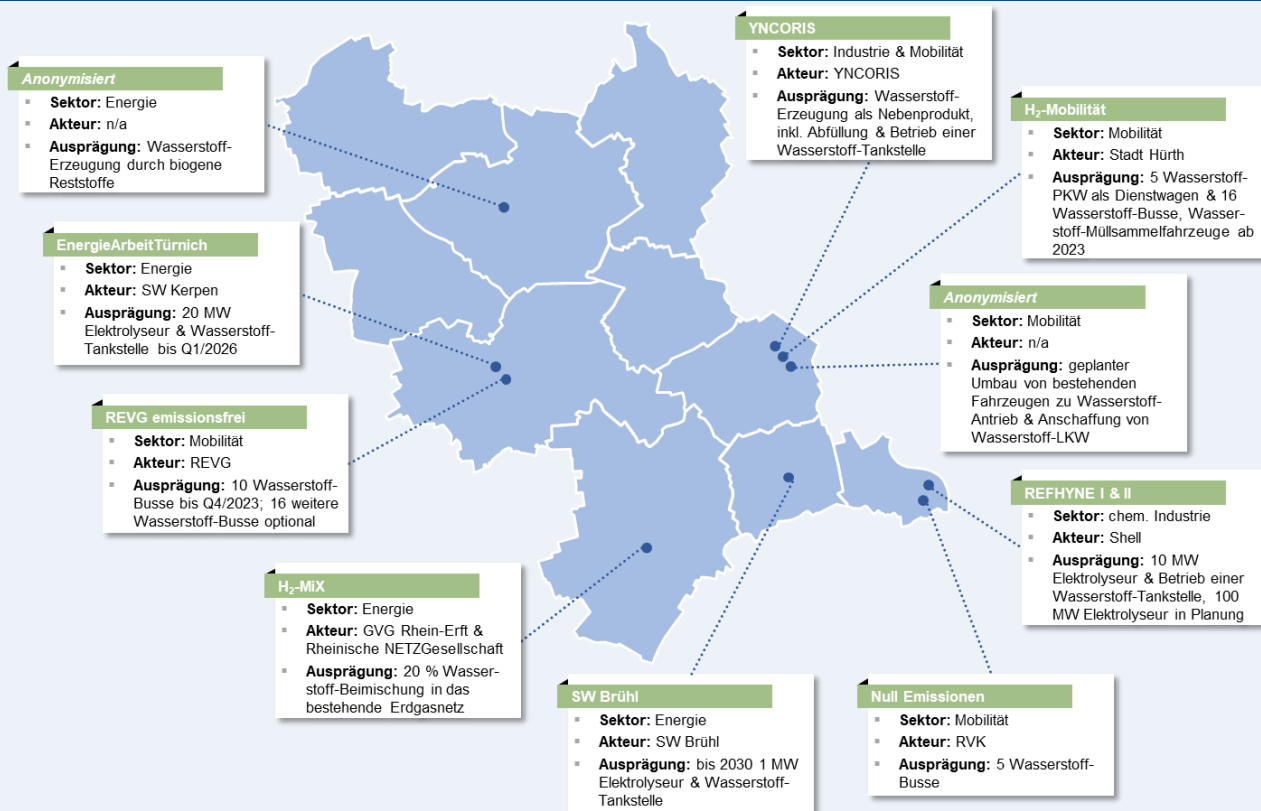
Eine Vielzahl der regionalen Vorhaben finden im **Mobilitätsbereich** statt und weisen einen hohen Grad der Konkretisierung auf. Dies wird vor allem durch die bereits vorhandenen Anwendungen aus diesem Bereich und die breite Verfügbarkeit der Modelle gefördert. So findet neben dem Betrieb von 16 Wasserstoff-Bussen und 17 Wasserstoff-PKW, u. a. im städtischen Betrieb, auch der Testbetrieb von Wasserstoff-Wertstoffsammelfahrzeugen statt. Zwei bereits bestehende Wasserstofftankstellen sichern den Einsatz der

Wasserstofffahrzeuge. Zusätzlich sind drei weitere Tankstellen, 15 Wasserstoff-Busse mit Option auf 16 weitere Busse und ca. zehn Wasserstoff-PKW in Planung. Auch im Logistikbereich ist der Einsatz von ca. 25 Wasserstoff-LKW bis 2030 geplant. Weiterhin gibt es erste Überlegungen, Wasserstoff-Gabelstapler im Betrieb einzusetzen.

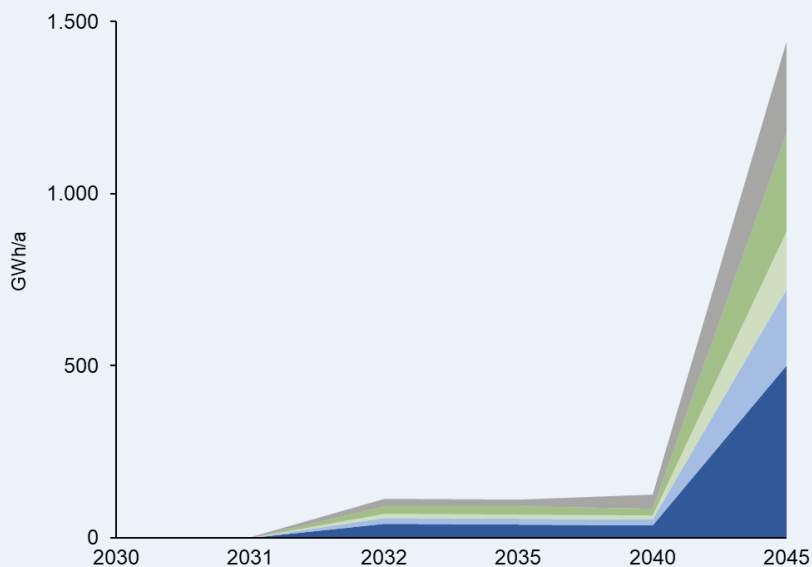
Doch vor allem durch den Einsatz von Wasserstoff in der **Strom- und Wärmeversorgung** hebt sich der Rhein-Erft-Kreis von anderen Regionen ab. So wird bereits im Rahmen eines Pilotprojektes Wasserstoff in einen ausgewählten Abschnitt des bestehenden Erdgasnetzes gespeist. Der Einsatz von Wasserstoff in diesem Bereich wird (in Deutschland) zurzeit noch rege diskutiert. Solche frühzeitigen Pilotprojekte in diesem Sektor unterstreichen die Rolle des Rhein-Erft-Kreises als innovative Vorzeigeregion und auch die beteiligten Energieversorger wie die Netzbetreiber profitieren von dem gewonnenen Know-How.

Auch bezüglich der Wasserstofferzeugung in der Region sind mehrere Akteure aktiv. So sind Projekte zur Wasserstofferzeugung mittels Pyrolyse und Elektrolyse in Planung und Umsetzung. Insgesamt summiert sich die geplante, regionale **Wasserstofferzeugungsleistung** auf ca. 131 MW – wovon 10 MW bereits in Umsetzung sind und 121 MW mittelfristig bis 2027 geplant sind.

Auswahl relevanter, im Rahmen der Potenzialstudie erfassten, Wasserstoff-Projekte im Rhein-Erft-Kreis



Abschätzung H₂-Bedarfe im Rhein-Erft-Kreis nach Kommunen



Hier werden die geschätzten Wasserstoffbedarfe (in GWh/a) für fünf Kommunen des Rhein-Erft-Kreises dargestellt. Die einzelnen Flächen bilden die Wasserstoffbedarfe je Jahr der jeweiligen Kommunen. Die Summe aller Flächen zeigt den geschätzten Gesamtbedarf der betrachteten Kommunen

Es ist deutlich zu sehen, dass die Wasserstoffbedarfe voraussichtlich ab 2040 in allen Kommunen ansteigen werden. Besonders in Pulheim wird ein hoher Anstieg der Wasserstoffbedarfe erwartet.

■ Frechen ■ Ertfstadt
■ Hürth ■ Pulheim
■ Wesseling

Die hier dargestellten Prognosen stellen eine initiale Gesamtabschätzung der Rheinischen Netzgesellschaft mbh (RNG) und GVG Rhein-Erft GmbH für die Städte Frechen, Ertfstadt, Hürth, Pulheim, Wesseling im Rhein-Erft-Kreis dar. Sie sind als grobe Orientierung zu verstehen und sind im kontinuierlichen Dialog mit regionalen Erzeugern und Abnehmern zu validieren und aktualisieren

5.3 Abgleich theoretisch ermittelter Potenziale mit regionalen Aktivitäten

Im Folgenden ist der direkte Vergleich der auf Basis der zuvor beschriebenen Methoden ermittelten theoretischen Potenziale für das Referenzjahr 2030 für die Region mit den bereits realisierten und in Planung befindlichen Wasserstoff-Produktions- und Abnahmemengen dargestellt.

Dabei sind hier interne industrielle Bedarfe – also Wasserstofferzeugungen und direkte Anwendung am gleichen Standort – nicht berücksichtigt worden. Berücksichtigt wurden weiterhin nur öffentlich verfügbare Informationen sowie konkret im Rahmen dieses Projekts kommunizierte Projekte.

Konkretisierungsgrad theoretischer Potenziale in 2030 nach aktuellem Stand (in %) – exkl. interner Bedarfe

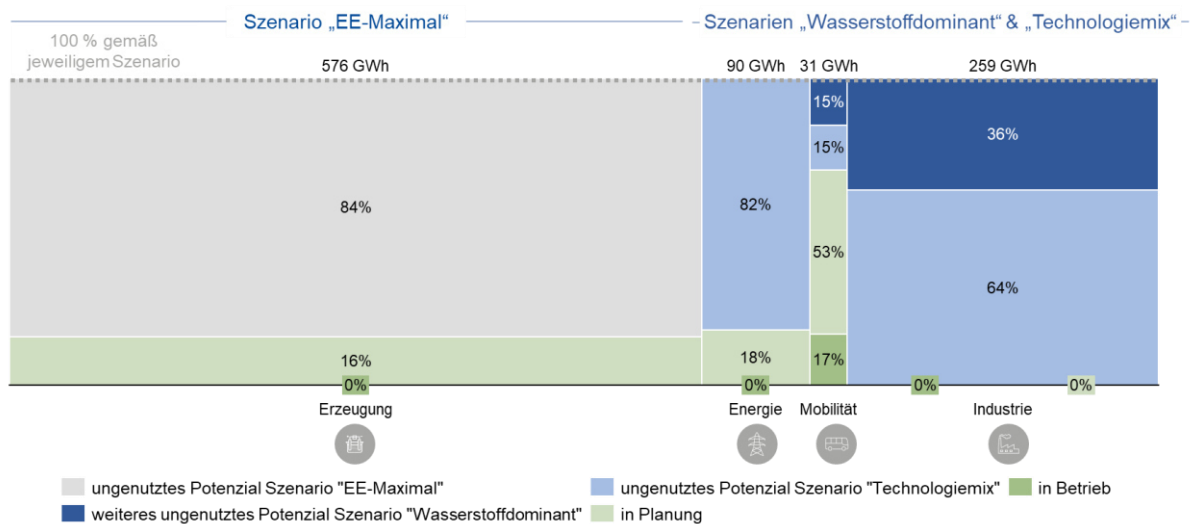


Abbildung 31: Derzeitiger Status Quo (Erhebung in 2022/2023, bezogen auf die Potenziale in 2030) der regionalen Wasserstoff-Erzeugung und -Anwendung nach Sektoren, ohne interne industrielle Bedarfe

Im Bereich der Energiebereitstellung werden knapp 20 % der ermittelten theoretischen Potenziale bereits geplant.

Insbesondere die realisierten und geplanten Anwendungen im Bereich der Mobilität weisen mit insgesamt 65 % bezogen auf das wasserstoffdominante Szenario bzw. 76 % bezogen auf das Technologiemix Szenario einen sehr hohen Grad der Ausschöpfung der theoretischen Potenziale auf.

Im Bereich industrieller Anwendungen sind bisher noch keine geplanten oder realisierten Mengen zu verzeichnen.

Werden interne industrielle Produktionen und Anwendungen (hier insb. REFHYNE 1 und 2 von Shell mit 10 MW bzw. 100 MW Wasserstoffelektrolyse und Nutzung des Wasserstoffs am Standort) mitberücksichtigt, ergibt sich folgende Darstellung.

Konkretisierungsgrad theoretischer Potenziale in 2030 nach aktuellem Stand (in %) – inkl. interner Bedarfe

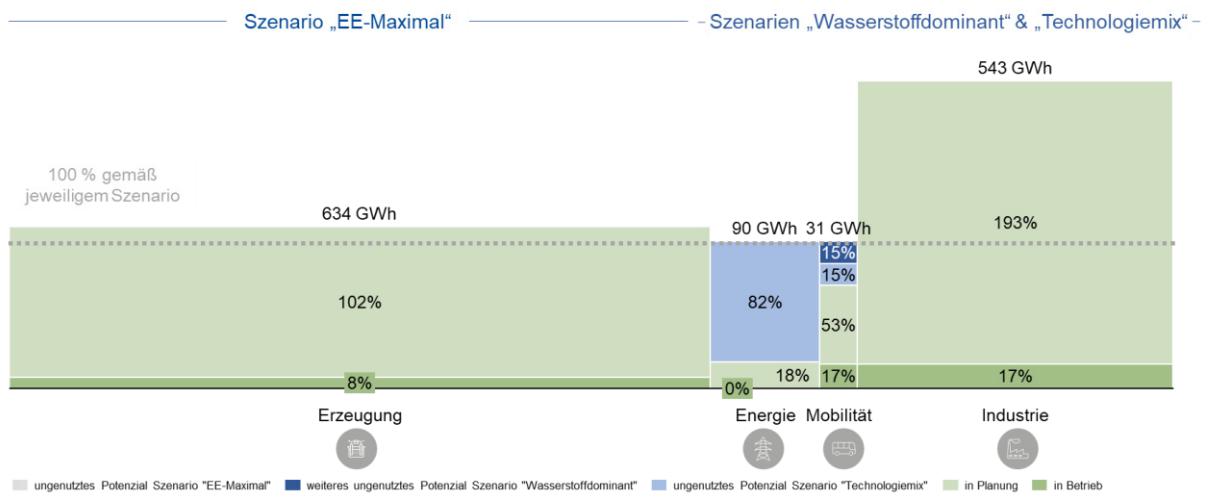


Abbildung 32: Derzeitiger Status Quo (Erhebung in 2022/2023, bezogen auf die Potenziale in 2030) der regionalen Wasserstoff-Erzeugung und -Anwendung nach Sektoren, mit internen industriellen Bedarfen

Zu erkennen ist, dass diese Betrachtung bereits zu einer kompletten Ausschöpfung der theoretischen Erzeugungspotenziale gemäß des EE-Maximalszenarios führt. Dies stellt eine rein bilanzielle Betrachtung für den Untersuchungsraum des Rhein-Erft-Kreis dar.

Beide Darstellungen zeigen, dass die Aktivitäten im Rhein-Erft-Kreis bereits zu einer signifikanten Realisierung bzw. Planung der in dieser Studie und der Begleitstudie zur Wasserstoff Roadmap NRW ermittelten Potenziale geführt haben. Dabei sind jedoch immer die jeweiligen Szenarien, Annahmen und Systemgrenzen (in dieser Studie bilanzielle Betrachtung aller ermittelten Potenziale der Region) zu berücksichtigen.

Weiterhin ist festzuhalten, dass einzelne sehr große Vorhaben, hier REFHYNE 2, schnell die abgeleiteten Potenzialrahmen aus übergeordneten Studien und Szenarien übersteigen. Dabei ist jedoch für den konkreten Fall hier zu berücksichtigen, dass diese Mengen direkt in internen Prozessen zur Folgeprodukten umgesetzt werden und nicht über den Standort hinaus als Wasserstoffmengen für andere direkte Anwendungen zur Verfügung stehen.

Zusammenfassung der Potenzialanalyse

(ohne interne industrielle Wasserstoffherzeugung und -bedarfe)

- 1. Die in der Begleitstudie zur Wasserstoff Roadmap NRW ermittelten Wasserstoffbedarfe für den Rhein-Erft-Kreis konnten in dieser Potenzialstudie bestätigt werden.*
- 2. Damit ist der Rhein-Erft-Kreis eine der Regionen mit den prognostiziert höchsten Wasserstoffbedarfen in NRW.*
- 3. Knapp **16 %** der ermittelten **Erzeugungspotenziale** für grünen Wasserstoff sind bereits **in Planung**.*
- 4. **17 %** der theoretischen Potenziale in der **Mobilität** sind **bereits umgesetzt**.*
- 5. Weitere **53 %** sind im **Mobilitätssektor in Planung**.*
- 6. In der **Industrie (dem Sektor mit den absolut höchsten Potenzialen)** sind **aktuell noch keine Projekte** zu Wasserstoff in der Umsetzung oder Planung.
*(ausgenommen interne Erzeugung und Anwendung)**

6 Ableitung von Handlungsempfehlungen

In den folgenden Abschnitten werden die Handlungsfelder, strategische sowie operative Ziele zur Etablierung von Wasserstoff-Projekten und zum Wissensaufbau zu relevanten Technologien im Rhein-Erft-Kreis genauer beschrieben.

Für den Rhein-Erft-Kreis ist Wasserstoff eines der zentralen Themenfelder, wenn es darum geht, den Strukturwandel hin zu einem weiterhin zukunfts- und wettbewerbsfähigen Wirtschaftsstandort und eine ganzheitlich nachhaltige Energie- und Ressourcenversorgung sicherzustellen.

Hierzu müssen unter enger Einbindung aller regionalen Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik die erforderlichen Grundlagen geschaffen aber auch Weichen gestellt werden.

Neben der Transformation aktueller (oftmals fossiler) Ressourcen- und Energieströme ist es dabei unerlässlich, auch die entsprechenden Kompetenzen im Rhein-Erft-Kreis auf- und auszubauen. Nur so kann perspektivisch eine zukunftssichere Wertschöpfung in der Region ermöglicht werden.

Für den Rhein-Erft-Kreis wurden **zwei zentrale Handlungsfelder** unter enger Einbeziehung der aktuell noch in Erstellung befindlichen Raumperspektive formuliert. Diese decken die beiden wesentlichen Erfolgsfaktoren mit Hinblick auf die Integration neuer Technologien und damit auch auf Wasserstoff ab.

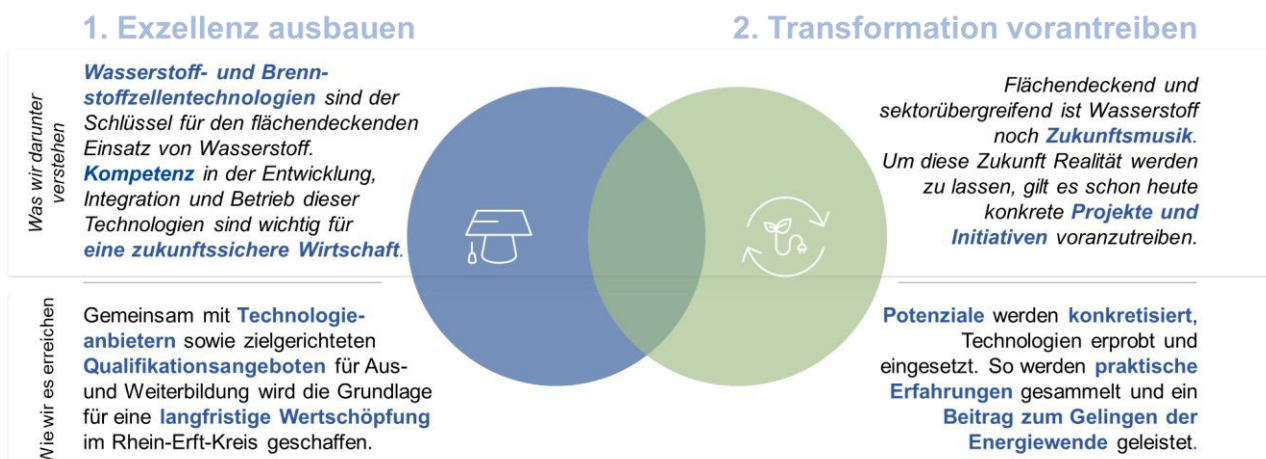


Abbildung 33: Schematische Darstellung und Kurzbeschreibung der übergeordneten Handlungsfelder

6.1 Handlungsfeld – Exzellenz ausbauen

Für eine erfolgreiche Integration von Wasserstoff in die Wirtschaft und Schaffung neuer Wertschöpfung sind stets weiterzuentwickelnde Technologien und Verfahren erforderlich. Um diese auch auf einem international wettbewerbsfähigen Niveau (weiter-) zu entwickeln, ist es unerlässlich, **Orientierung hinsichtlich laufender und geplanter Aktivitäten** sicherzustellen und die erforderlichen **Kompetenzen und Ressourcen aufzubauen**. Nur mit diesen können die schon heute und in Zukunft erforderlichen Technologien und Komponenten auch entwickelt, hergestellt und betrieben werden.

Im Dialog mit den Akteuren in der Region konnte bereits eine Vielzahl von Projekten und Initiativen identifiziert werden. Eine bessere Transparenz über diese Aktivitäten auf Ebene des Kreises kann einen wertvollen Beitrag zur Vernetzung der Akteure untereinander, aber auch zur überregionalen Positionierung des Kreises leisten.

So kann Wasserstoff im Kontext der Energiewende und nachhaltigen Entwicklung des Rhein-Erft-Kreises auch kommunikativ als wichtiges Zukunftsthema für die Region etabliert werden.

Schon heute sollte es daher gelten, Wasserstoff und Wasserstofftechnologien konsequent in Aus-, Fort- und Weiterbildungsangeboten (unter anderem können Berufsschulen, Handwerkskammern, Arbeitsagenturen und weiterführende Schulen ein breites Spektrum anbieten) zu verankern sowie Forschung & Entwicklung im Bereich Wasserstoff weiter auszubauen. Nur so kann langfristig die Basis für qualifizierte Arbeitsplätze und technologische Exzellenz in der Region geschaffen werden. Diese sind eine essenzielle Voraussetzung für das Gelingen der erforderlichen Transformationsprozesse im Rahmen des bereits laufenden Strukturwandels der Region.

Neben der Ressource Wasserstoff können so auch Expertise, Produkte und Services aus der Region für die Region und darüber hinaus zur zukunftssicheren Wertschöpfung bereitgestellt werden.

Mir als Pädagoge ist es ein besonderes Anliegen, auch die Jünger in die wichtigen Themen des Strukturwandels und der alternativen Energieversorgung durch Wasserstoff einzubinden. Daher werden wir neben konkreten Umsetzungsprojekten auch die Aus-, Fort- und Weiterbildung in diesem Bereich konsequent entwickeln müssen.

Frank Rock
Landrat Rhein-Erft-Kreis

6.1.1 Strategisches Ziel – Orientierung sicherstellen

Reifegrad			Laufende Aktivitäten (Auszug)	Messgrößen & Zielwerte	
Vorbereitung	Realisierung	Skalierung			
			<ul style="list-style-type: none"> → Recherche und Ansprache regionaler Akteure und Initiativen im Rahmen der Potenzialanalyse → Vorbereitung H₂-Micro-Site auf Kreis-Ebene → Vorbereitung H₂ Summit 2023 	H ₂ -Micro-Site veröffentlicht	bis Ende 2023
				Regionale Projekte vorgestellt	12 bis Ende 2025
				H ₂ -Beratungsangebote bereitgestellt	3 bis Ende 2024
				H ₂ Summit verstetigt	Jährlich etabliert

Aktuell werden bereits unterschiedlichste Projekte von regionalen Akteuren im Rhein-Erft-Kreis entlang der gesamten Wasserstoffwertschöpfungskette umgesetzt. Von der Erzeugung, über die Beimischung in existierende Erdgasinfrastrukturen bis hin zur Anwendung in industriellen Prozessen und der Mobilität.

Um der regen Aktivität sowie hohen Kompetenz der handelnden Akteure im Rhein-Erft-Kreis eine angemessene Begleitung und Sichtbarkeit zu ermöglichen, gilt es, Transparenz über die Initiativen in der Region zu schaffen und Wasserstoff als eines der Zukunftsthemen für den Kreis auch klar zu kommunizieren. Dies ist als Gestaltungselement des regionalen Strukturwandels zur proaktiven Transformation der unter anderem mit dem Braunkohleausstieg verbundenen Herausforderungen zu verstehen.

Operative Ziele

1.1.1. Wasserstoff als Zukunftsthema öffentlichkeitswirksam platzieren

Wasserstoff ist für den Rhein-Erft-Kreis eine zentrale Säule, um sowohl die gesteckten Klimaziele als auch perspektivisch eine nachhaltige Wirtschaft vor Ort zu etablieren. Wasserstoff sollte als explizites Themenfeld im Kontext der Energiewende auf Ebene des Kreises platziert und transparent über Aktivitäten und Initiativen kommuniziert werden. Eine „Micro-Site“ auf der Homepage des Kreises kann dabei alle relevanten Informationen und auch überregionale Anknüpfungspunkte transparent darstellen. Diese sollte auch die aus der Potenzialanalyse zur Realisierung ausgewählten Handlungsempfehlungen beschreiben und über den Fortschritt der laufenden Aktivitäten informieren.

1.1.2. Austausch- und Vernetzungsformate ausbauen

Mit dem H₂ Summit im Jahr 2022 wurde bereits eine erste erfolgreiche Veranstaltung für Schülerinnen und Schüler und regionale Unternehmen, Interessensvertreter und Kommunalpolitiker durchgeführt. Diese sollte als Auftakt zur Intensivierung und Verstärkung eines regionalen Formats zum Austausch der Akteure, aber auch zur Information der interessierten Öffentlichkeit zu verstehen sein. So kann Verständnis und letztlich auch Akzeptanz für die anstehende Transformation in der Region erreicht werden.

1.1.3. Angebote des Kreises um Themenfeld Wasserstoff und Energieversorgung erweitern

Neben den vorgenannten Aktivitäten können auch für Akteure, die aktuell noch nicht so aktiv mit dem Thema Wasserstoff befasst sind, Angebote unterbreitet werden, die sie bei der Bewertung und perspektivisch Integration des Energieträgers Wasserstoff in ihre Unternehmen aber auch Haushalte unterstützen.

6.1.2 Strategisches Ziel – Kompetenzen stärken

Reifegrad			Laufende Aktivitäten (Auszug)	Messgrößen & Zielwerte	
Vorbereitung	Realisierung	Skalierung			
			<ul style="list-style-type: none"> → Dialog mit dem Helmholtz-Cluster Wasserstoff HC H2 → Ausbau der schulischen Integration in Formate auf Kreis-Ebene (u. A. H2 Summit) 	Bildungsangebote initiiert	2 bis Ende 2024
				F&E Projekte in der Region angebahnt	3 bis Ende 2025
				Lernformate für Schulen etabliert	2 bis Ende 2024

Wasserstoff wird bereits seit langer Zeit in verschiedenen industriellen Prozessen (insbesondere in der chemischen Industrie) eingesetzt. Die hier eingesetzten Technologien und Verfahren sind daher bereits über viele Jahre erprobt und kontinuierlich verbessert worden.

Mit dem flächendeckenden und sektorübergreifenden Einsatz von Wasserstoff sind neben der Weiterentwicklung der bereits etablierten Verfahren auch neue Technologien und Komponenten zu entwickeln. Von der Elektrolyse über den Hochdruckspeicher bis hin zu unterschiedlichsten Brennstoffzellensystemen, ergeben sich breite Felder für Forschung und Entwicklung.

Neben dem Einsatz schon heute marktreifer Technologien sind daher auch regionale Forschungs- & Entwicklungskompetenzen zu fördern. Nur wenn Wasserstoff- und Wasserstofftechnologien auch in Lehre, Aus- und Fortbildung integriert werden, kann der Bedarf an Fachkräften und Expertise in diesem Feld in Zukunft auch abgedeckt werden.

Operative Ziele

1.1.1. F&E im Bereich Wasserstoff in der Region ausbauen

Für den sektorübergreifenden Einsatz von Wasserstoff ergeben sich vielfältige umsetzungsnahe Forschungs- und Entwicklungsfragen. In enger Zusammenarbeit auch mit überregionalen Partnern sollten praxisnahe Forschungsbedarfe identifiziert und in konkrete Projekte übersetzt werden.

1.1.2. Lehr-, Aus- und Fortbildungsangebote für Wasserstoff-Technologien etablieren

Mit der ersten Informations- und Netzwerksveranstaltung, dem H2 Summit im Oktober 2022, konnte gezeigt werden, dass Wasserstoff ein spannendes und vielschichtiges Themenfeld für die Region ist. Gemeinsam mit regionalen Bildungsanbietern sollten greifbare Angebote geschaffen werden, um Wasserstoff und die damit verbundenen Technologien fest in Lehre, Aus- und Fortbildung in der Region zu verankern.

1.1.3. Qualifizierte Arbeitsplätze entwickeln und Technologieanbieter ansiedeln

Qualifizierte Arbeitsplätze sind die Basis einer starken Wirtschaft, wie auch einer lebenswerten Region. Langfristig gilt es daher, in enger Abstimmung mit den regionalen Akteuren die richtigen Rahmenbedingungen zu schaffen, diese Arbeitsplätze in der Region zu sichern und zukunftsorientiert mit der Ressource Wasserstoff weiterzuentwickeln.

6.2 Handlungsfeld - Transformation vorantreiben

Wasserstoff wird international wie auch national als eine tragende Säule für ein nachhaltiges Energiesystem angesehen. Sein **flächen- und sektorübergreifender Einsatz** ist ein gewaltiger Transformationsprozess des gesamten Energiesystems in Europa, Deutschland und insbesondere von Strukturwandel geprägten Regionen wie dem Rhein-Erft-Kreis. Fossile Energieträger sind durch erneuerbare Energieträger zu ersetzen und die mit ihnen betriebenen Verfahren und Prozesse umzustellen. Hierzu sind **Erzeugung, erforderliche Transport- und Speicherinfrastrukturen sowie sektorübergreifende Anwendungen** parallel zueinander zu entwickeln. Um diese Parallelisierung auf Ebene des Kreises zu unterstützen und Wasserstoff für verschiedene Anwendungen bereitzustellen, sind daher **regionale Erzeugungspotenziale zu bewerten und zu realisieren**.

Auch die Einsatzmöglichkeiten von Wasserstoff sind vielseitig – von der Energieversorgung, über die Mobilität, bis hin zum energetischen und stofflichen Einsatz in industriellen Verfahren.

Der Rhein-Erft-Kreis ist wirtschaftlich stark industriell geprägt. Daher gilt es hier, **Wasserstoff als Energieträger und Ressource in Industrie-Prozessen zu integrieren**, um so eine konsequente Defossilisierung zu ermöglichen.

Auch in der Mobilität – ÖPNV, Logistik, Schiff- und Flugverkehr – ist Wasserstoff eine vielversprechende Alternative, wenn die Leistungsgrenze von Batterien erreicht wird. Die Umstellung kommunaler Flotten kann zudem zur Vermeidung regionaler Treibhausgasemissionen führen und eine positive Sichtbarkeit für entsprechende Technologien ermöglichen.

Letztlich gilt es auch im Bereich der **Energie- und Wärmeversorgung von Haushalten** die Potenziale von Wasserstoff detailliert zu bewerten und – wo sinnvoll und bezahlbar – entsprechende Lösungen umzusetzen.

Die Identifikation und Realisierung vielversprechender Potenziale in diesen Bereichen ist die Grundlage für die **Bereitstellung erforderlicher Infrastrukturen** für Transport und Speicherung.

Gerade wegen seiner wirtschaftlichen und industriellen Strukturen und den damit verbundenen Bedarfen in der Region ist es für den Rhein-Erft-Kreis ein zentraler Erfolgsfaktor eine frühzeitige infrastrukturegebundene Versorgung wasserstoffrelevanter Akteure sicherzustellen.

Schon heute sehen wir eine überdurchschnittlich hohe Zahl von Wasserstoffprojekten im Rhein-Erft-Kreis. Dieses Momentum wollen wir weiter ausbauen und Wasserstoff als sektorübergreifende und klimafreundliche Ressource nutzen.

Torsten Heerz
Dezernat für Regionale Entwicklung

6.2.1 Strategisches Ziel – Erzeugungspotenziale nutzen

Reifegrad			Laufende Aktivitäten (Auszug)	Messgrößen & Zielwerte	
Vorbereitung	Realisierung	Skalierung	<ul style="list-style-type: none"> → Initialauswertung im Rahmen der Potenzialanalyse Wasserstoff → Berücksichtigung von EE-Erzeugung in entstehender Raumperspektive REK → Pilotprojekte bei Energieversorgungsunternehmen in der Region 	Potenzialflächen in Kommunen untersucht	Bis Ende 2024
				Potenzialstandorte für H2- identifiziert	Bis Ende 2025
				Industrielle Potenziale identifiziert	Je Kommune bis Ende 2024
				Weitere Pilotprojekte im Kreis initiiert	3 bis Ende 2025

Damit Wasserstoff einen Beitrag zum Klimaschutz leisten kann und wirklich nachhaltig ist, sollte er mittels erneuerbarer Energien produziert werden. Damit ist für klimafreundlichen – insbesondere grünen – Wasserstoff auch ein erheblicher Ausbau dieser erneuerbaren Energien – vor allem Wind und PV – erforderlich.

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde bereits eine erste Auswertung von öffentlich verfügbaren Daten hinsichtlich möglicher Erneuerbarer Energien Potenziale für den Rhein-Erft-Kreis durchgeführt. Die so ermittelten Potenziale gilt es nun, zu konkretisieren und damit erste Pilotprojekte zur Wasserstoffherzeugung zu initiieren.

Ergänzend sollte außerdem die verstärkte Integration von Energieströmen aus der Industrie zur regionalen Energie- und Wärmeversorgung betrachtet werden.

Operative Ziele

1.1.1. Theoretische EE-Potenziale für den Rhein-Erft-Kreis konkretisieren

Die Kommunen im Rhein-Erft-Kreis verfügen noch über ungenutzte theoretische Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien. Diese sollten auch für die regionale Erzeugung grünen Wasserstoffs bewertet und raumplanerisch realisierbare Potenziale abgeleitet sowie Vorranggebiete definiert werden.

1.1.2. Potenzialstandorte zur EE- und Wasserstoff-Erzeugung im Kreis identifizieren und Ausbauziele definieren

Auf Basis der konkretisierten EE-Potenziale im Kreis können vielversprechende Standorte zur EE- und grünen Wasserstoffherzeugung abgeleitet und als Grundlage für festgelegte Ausbauziele für die Region genutzt werden.

1.1.3. Dialog zu „Überschuss-Energien“ aus regionalen Industrien etablieren und Wasserstoff-Produktionspotenziale identifizieren

Ergänzend zum Ausbau erneuerbarer Energien im Kreisgebiet ist ein enger Dialog mit Akteuren aus der Industrie anzustreben, um auch hier Synergien zur Erzeugung von klimafreundlichem Wasserstoff (auch als Nebenprodukt existierender Prozesse) zu identifizieren.

1.1.4. Erste Pilotprojekte initiieren

Die zu ermittelnden Potenziale aus den vorgenannten operativen Zielen sind die Grundlage für weitere Wasserstoffherzeugungsprojekte im Kreis. Diese können unter enger Einbindung regionaler Akteure aber auch der Öffentlichkeit basierend auf den noch durchzuführenden Analysen weiter ausgearbeitet und angestoßen werden.

6.2.2 Strategisches Ziel – Infrastrukturen bereitstellen

Reifegrad			Laufende Aktivitäten (Auszug)	Messgrößen & Zielwerte	
Vorbereitung	Realisierung	Skalierung	<ul style="list-style-type: none"> → Erste Bedarfsabschätzungen bei Energieversorgern in der Region durchgeführt → Teilnahme regionaler Infrastrukturbetreiber an DVGW Initiative H₂vorOrt 	Tauglichkeit vorhandener Infrastrukturen erfasst	90 % bis Ende 2025
				Dialogformat mit regionalen Akteuren etabliert	Bis Ende 2024
				Meldungen in NEP durchgeführt	Je Infrastrukturbetreiber ab 2024

Mit für einen flächendeckenden Einsatz von Wasserstoff muss dieser bezahlbar, planbar und sicher zu den jeweiligen Verbrauchern transportiert werden. Hierbei sind neben der regionalen Verteilung auch Möglichkeiten des Imports zu schaffen.

Neben dem Transport via Trailer auf der Straße oder Schiene, ist der leitungsgebundene Transport eine vielversprechende Option zur internationalen Versorgung sowie regionalen Verteilung größerer Wasserstoffmengen.

In diesem Zusammenhang ist es für den Rhein-Erft-Kreis, als einer der zentralen Verbrauchshubs in NRW essenziell, frühzeitig über entsprechende Transport-/Speicherinfrastrukturen zu verfügen. Hierzu gilt es, bei den regionalen Transport- und Verteilnetzbetreibern Transparenz über die Tauglichkeit vorhandener Infrastrukturen wie auch Bedarfen der Umstellungen und Neubauten unter Ermittlung der prognostizierten Ein- und Ausspeisemengen in der Region sicherzustellen.

Operative Ziele

1.1.1. Tauglichkeit vorhandener Infrastrukturen erfassen

Gemeinsam mit den Energie-Infrastrukturbetreibern in der Region (insb. Erdgasverteil- und -transportnetzbetreiber) sollte eine umfassende Transparenz darüber geschaffen werden, inwieweit die bestehenden Infrastrukturen für den Einsatz von Wasserstoff als Energieträger geeignet sind.

1.1.2. Infrastruktur-Ausbau- und Umstellungsplanung erstellen

Auf Basis der festzustellenden Ein- und Ausspeisemengen für Wasserstoff in der Region können gemeinsam mit den verantwortlichen Infrastrukturbetreibern erste Umstellungsstandorte identifiziert und einen Fahrplan für eine nachhaltige Wasserstoffversorgung im Rhein-Erft-Kreis aufgezeigt werden.

1.1.3. Überregionale Integration in Infrastrukturentwicklung sicherstellen

Neben der regionalen Infrastrukturmstellung sollte auch eine überregionale Einbettung in Infrastrukturplanungen auf nationaler Ebene (insb. Netzentwicklungsplanung) sichergestellt werden. Hierzu können die Ergebnisse aus den zu bestimmenden Ein- und Ausspeisemengen für Wasserstoff aus den übrigen Zielen dieses Handlungsfelds genutzt werden.

6.2.3 Strategisches Ziel – Wasserstoff als Energieträger in der Mobilität fördern

Reifegrad			Laufende Aktivitäten (Auszug)	Messgrößen & Zielwerte						
Vorbereitung	Realisierung	Skalierung	<ul style="list-style-type: none"> → Einsatz von bis zu 108 Wasserstoff-Bussen beim RVK → FCEV in kommunaler Flotte bei der Stadt Hürth → Umstellung der REVG-Flotte auf nachhaltige Antriebstechnologien → 2 Wasserstoff-Tankstellen im Kreisgebiet in Betrieb → Beschaffung Wasserstoff-LKW bei regionalem Akteur 	<table border="0"> <tr> <td>Klimafreundliche Antriebe in kommunalen Flotten etabliert</td> <td>80 % bis Ende 2026</td> </tr> <tr> <td>Potenzialstandorte für H₂- Tankstellen identifiziert</td> <td>2 weitere bis Ende 2025</td> </tr> <tr> <td>Privatwirtschaftliche Akteure mit H₂-Fahrzeugen</td> <td>5 bis Ende 2025</td> </tr> </table>	Klimafreundliche Antriebe in kommunalen Flotten etabliert	80 % bis Ende 2026	Potenzialstandorte für H ₂ - Tankstellen identifiziert	2 weitere bis Ende 2025	Privatwirtschaftliche Akteure mit H ₂ -Fahrzeugen	5 bis Ende 2025
Klimafreundliche Antriebe in kommunalen Flotten etabliert	80 % bis Ende 2026									
Potenzialstandorte für H ₂ - Tankstellen identifiziert	2 weitere bis Ende 2025									
Privatwirtschaftliche Akteure mit H ₂ -Fahrzeugen	5 bis Ende 2025									

Ein Großteil der aktuellen Straßenmobilität – Individualverkehr, ÖPNV, leichter und schwerer Nutzverkehr – basiert auf fossilen Kraftstoffen und ist für erhebliche Anteile lokaler CO₂- und Feinstaubemissionen verantwortlich.

Mit dem Einsatz klimafreundlicher Antriebe – batterie-elektrisch, Brennstoffzelle, oder klimafreundlicher Verbrenner – können lokale Emissionen vermieden werden. Neben der Batterie sind brennstoffzellenelektrische Fahrzeuge insbesondere für den ÖPNV und die Logistik interessant, da sie höhere Nutzlasten bei größeren Reichweiten ermöglichen. Gerade unter Berücksichtigung der schon zuvor beschriebenen Aktivitäten im Rhein-Erft-Kreis kann gerade hier eine bereits gute Basis weiterentwickelt werden.

Neben dem Einsatz in kommunalen Flotten ist der Einsatz von Wasserstoff gerade in der Logistik eine vielversprechende Option. Hierzu gilt nicht nur nachhaltige Flotten auf Ebene des Kreises, der Kommunen und Eigenbetriebe auszubauen, sondern auch Logistiker und Spediteure auf dem Weg zu nachhaltiger Mobilität zu begleiten und die konkreten Potenziale für Wasserstoff zu ermitteln und zu realisieren.

Operative Ziele

1.1.1. Nachhaltige (kommunale) Flotten aufbauen

Erste Brennstoffzellenfahrzeuge sind bereits in der Region im Einsatz. Zur nachhaltigen Umstellung der Flotten sind detaillierte Potenzialbewertungen auf Basis der Topografie und typischer Nutzungsszenarien zu erstellen und Wasserstoffbedarfe abzuleiten. Diese sind die Grundlage für die Ausgestaltung zukünftiger Investitionen in diesem Bereich.


1.1.2. Defossilisierung der Logistik und des Individualverkehrs vorantreiben

Neben der Identifikation geeigneter kommunaler Flottenanteile sind Angebote für regionale Akteure aus Spedition, Logistik sowie Individualverkehr zu etablieren, die helfen, Potenziale für den Einsatz von Wasserstoff in der Mobilität zu beurteilen und so den Anteil dieser Antriebsform auf der Straße zu erhöhen.

1.1.3. Standorte für mögliche Wasserstoff-Tankstellen identifizieren und Infrastruktur weiter ausbauen

Sowohl für den regionalen als auch den Transitverkehr bedarf es einer ausreichenden Tankstellen-Infrastruktur. Hierzu gilt es, unter Berücksichtigung der zuvor ermittelten Potenziale und Hauptverkehrsrouten vielversprechende Tankstellenstandorte zu identifizieren und entsprechende Projekte zu realisieren.

6.2.4 Strategisches Ziel – Wasserstoff als Energieträger und Ressource in Industrie-Prozessen integrieren

Reifegrad			Laufende Aktivitäten (Auszug)	Messgrößen & Zielwerte	
Vorbereitung	Realisierung	Skalierung	<ul style="list-style-type: none"> → Wasserstoffproduktion bei SHELL in Wesseling → Wasserstoffproduktion im Chemiepark Knappsack 	Beratend begleitete Akteure	10 bis Ende 2025
				Transformationsprojekte zum Einsatz grünen Wasserstoffs angestoßen	3 bis Ende 2025

Neben der Elektrifizierung bestehender Verfahren und Prozesse ist der Einsatz von Wasserstoff in der chemischen, metallverarbeitenden Industrie und bei Hochtemperaturprozessen eine Option zur Treibhausgasvermeidung.

Durch die chemische Industrie ist Wasserstoff in der Region, insbesondere in Hürth und Wesseling, schon heute vielfach als Energieträger und Ressource im Einsatz. Perspektivisch gilt es, vor allem für nicht elektrifizierbare Prozesse sowie den stofflichen Einsatz branchenübergreifend existierende Potenziale detailliert zu bewerten und konkrete Transformationspfade hin zu einer nachhaltigen Wertschöpfung für den Kreis aufzuzeigen.

Operative Ziele

1.1.1. Existierende Wasserstofferzeugung und Bedarfe präzisieren

In der Analyse zu diesem Projekt wurden Bedarfe bei regionalen Akteuren initial abgefragt. Diese gilt es durch einen kontinuierlichen Dialog und fachliche Begleitung regelmäßig zu validieren, um so die hier ermittelten Potenziale aus der Analyse weiter zu konkretisieren.

1.1.2. Defossilisierungspotenziale in der Industrie identifizieren und hinsichtlich Wasserstoffeinsatz bewerten

Neben den schon heute existierenden Potenzialen in der Region sind vor allem bestehende Prozesse und Verfahren, welche aktuell mit fossilen Energieträgern und Ressourcen betrieben werden, hinsichtlich des Einsatzes von Wasserstoff zur Defossilisierung der regionalen Wertschöpfung zu untersuchen. Diese sind die Grundlage für eine zukünftige infrastrukturegebundene Versorgung der Region mit Wasserstoff.

6.2.5 Strategisches Ziel – Versorgung von Haushalten ermöglichen

Reifegrad			Laufende Aktivitäten (Auszug)	Messgrößen & Zielwerte				
Vorbereitung	Realisierung	Skalierung	<ul style="list-style-type: none"> → Wasserstoffbeimischung in Verteilnetz und Versorgung von Privathaushalten bei GVG → Integration der Region in nationales Wasserstoffnetz durch „HyPipCo“ 	<table border="1"> <tr> <td>Durchgeführte Wärmeplanungen in den Kommunen</td> <td>10 bis Ende 2025</td> </tr> <tr> <td>Abgeleitete Potenzialgebiete für Wasserstoff</td> <td>3 bis Ende 2025</td> </tr> </table>	Durchgeführte Wärmeplanungen in den Kommunen	10 bis Ende 2025	Abgeleitete Potenzialgebiete für Wasserstoff	3 bis Ende 2025
Durchgeführte Wärmeplanungen in den Kommunen	10 bis Ende 2025							
Abgeleitete Potenzialgebiete für Wasserstoff	3 bis Ende 2025							

Im 1. HJ 2022 wurden in NRW knapp 95 % der Energie aus fossilen Quellen erzeugt, ca. 14 % sind dabei Erdgas zuzuschreiben. Den größten Anteil machte Braunkohle mit ca. 58 % aus – erneuerbare Energieträger trugen hingegen nur knapp 3 % zur Energieerzeugung bei. [25]

Die Energieversorgung von Haushalten und die Bereitstellung von Raumwärme ist in vielen Regionen, so auch im Rhein-Erft-Kreis, aktuell stark durch fossile Energieträger geprägt. Wasserstoff kann hier, insbesondere in älterer Bestandsbebauung, einen Beitrag zur Defossilisierung der Energie- und Wärmeversorgung leisten, wobei oftmals nur geringfügige Anpassungen an Bestandsheizungen erforderlich sind. Der konkrete Einsatz von Wasserstoff im Wärmesektor – gerade politisch auch kontrovers diskutiert – ist im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung kritisch zu bewerten und so die Grundlage für zukünftige Vorranggebiete zur Wasserstoffversorgung zu definieren.

Operative Ziele

1.1.1. Wasserstoff in anstehender kommunaler Energie- und Wärmeplanung explizit berücksichtigen

Für die umzusetzenden kommunalen Wärmeplanungen ist Wasserstoff als Energieträger gerade für Bestandsquartiere ohne Wärmenetzanbindung als Option zur klimafreundlichen Energie- und Wärmeversorgung zu untersuchen.

So können Vorrangquartiere für eine perspektivische Wasserstoffversorgung identifiziert werden.

1.1.2. Potenzialregionen ermitteln und Pilotprojekte initiieren

Aus den Ergebnissen der kommunalen Wärmeplanung können vielversprechende Potenzialregionen und -quartiere ermittelt und gemeinsam mit den regionalen Energieversorgern und Infrastrukturbetreibern weitere Pilotprojekte zur Integration von Wasserstoff identifiziert werden.

7 Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Potenzialstudie wurden überregionale Rahmenbedingungen sowie theoretische Potenziale zur Wasserstoffherzeugung und -nutzung im Rhein-Erft-Kreis ermittelt. Durch die direkte Ansprache regionaler Akteure wurden die theoretischen Potenziale mit laufenden Initiativen und Projekten aus der Region ergänzt. Vor diesem Hintergrund wurden Handlungsempfehlungen für den Rhein-Erft-Kreis abgeleitet, welche einen Beitrag zur Gestaltung laufender Transformationsprozesse im Kreis leisten können.

Insgesamt ist dabei festzuhalten, dass schon heute die **komplette Wasserstoffwertschöpfungskette** – Produktion, Distribution und Anwendungen in verschiedenen Bereichen – im Rhein-Erft-Kreis über verschiedene Initiativen abgedeckt wird. Eine flächendeckende und (auch infrastrukturell) verknüpfte Wasserstoffwirtschaft existiert noch nicht.

Mit dem H2 Summit auf Kreisebene und durch verschiedene Wasserstoffprojekte bei den Kommunen, Energieversorgern und Eigenbetrieben erfahren Wasserstofftechnologien eine zunehmende Sichtbarkeit in der Region. Gerade mit dem H2 Summit wird eine wichtige Grundlage geschaffen, Jugendliche an das Thema heranzuführen und das Interesse für mit Wasserstofftechnologien verbundene Berufsfelder zu wecken.

Ein zentrales Informationsmedium (z. B. auf der Homepage des Kreises), welches einen Überblick über die Relevanz des Themas so wie laufende und angestrebte Entwicklungen in der Region informiert, existiert bisher noch nicht. Informations- und Beratungsangebote zum Thema Nachhaltigkeit und Wasserstoff sind aktuell ebenfalls noch nicht vertreten.

Mit den hier formulierten Zielen des Handlungsfelds „**Exzellenz ausbauen**“ werden diese Punkte adressiert. Transparenz über Aktuelles, aber auch über geplante Aktivitäten, ist die Grundlage für eine überregionale Sichtbarkeit und Akzeptanz in der Öffentlichkeit. Mit dem Ausbau entsprechender Beratungs- ferner Aus- und Weiterbildungsangebote wird die Grundlage für einerseits die anstehenden Transformationsprozesse und andererseits die qualifizierte Wertschöpfung in der Region geschaffen. So kann Wasserstoff bei noch mehr Akteuren als schon heute Anwendung finden und einen Beitrag zur nachhaltigen Transformation der Region leisten. Gerade im Bereich der Industrie gilt es durch den weiteren Auf- und Ausbau von Expertise die Voraussetzungen zu schaffen, weitere Projekte in der Region zu identifizieren und realisieren.

Mit den bereits innerhalb des Rhein-Erft-Kreises laufenden und geplanten Aktivitäten wird bereits ein wichtiger Grundstein zur Partizipation aber auch Gestaltung der Entwicklung einer liquiden Wasserstoffwirtschaft in NRW gelegt.

Zur weiteren Realisierung dieser Voraussetzungen ist es im Handlungsfeld „**Transformation vorantreiben**“ innerhalb des Kreises in enger Zusammenarbeit der Energieversorger, Infrastrukturbetreiber sowie wirtschaftlichen Akteure unerlässlich, die vereinzelt Initiativen zu verknüpfen, weitere konkrete Bedarfe zu identifizieren und mit diesen perspektivisch eine infrastrukturelle, flächendeckende Wasserstoffversorgung zu ermöglichen.

In der Industrie, welche einen Großteil der perspektivischen Wasserstoffbedarfe im Rhein-Erft-Kreis ausmacht, sind aktuell noch keine Projekte zu verzeichnen (Vorhaben zur Deckung interner Bedarfe ausgenommen).

Im Folgenden sind die wesentlichen Punkte dargestellt, die auf verschiedenen Ebenen einen kritischen Beitrag zur Realisierbarkeit der in dieser Untersuchung formulierten Ziele leisten.

Kreis und Kommunen

- 1. Ressourcen bereitstellen:** Die Umsetzung der formulierten Ziele kann nur mit den jeweils erforderlichen finanziellen und oder personellen Ressourcen gelingen. Diese sind sowohl zur Umsetzung der Aktivitäten auf Ebene des Kreises als auch zur Begleitung der regionalen Akteure erforderlich.
- 2. Lobby-Arbeit und Kommunikation:** ...auf Ebene des Landes und Bundes kann einen wichtigen Beitrag zur Bereitstellung erforderlicher Fördermittel leisten – Wasserstoff ist in vielen Fällen aktuell noch an der Grenze zur Wirtschaftlichkeit.
- 3. Eigene Projekte:** Eigenbetriebe sind ein ideales Vehikel, um weiterhin das Thema Wasserstoff proaktiv voranzutreiben. Daher können insbesondere hier unter Eigenregie weitere Projekte initiiert und existierende Vorhaben ausgebaut werden.

Energieversorger und Infrastrukturbetreiber

- 1. Bestandsinfrastrukturen:** Die konsequente Tauglichkeitsbewertung existierender Infrastrukturen und damit auch die Ableitung ggf. erforderlicher Neubaubedarfe ist essenziell, um den Akteuren in der Region eine Planungsgrundlage hinsichtlich der Wasserstoffverfügbarkeit zu liefern.
- 2. Bedarfe konkretisieren:** Kontinuierliche Dialoge mit Kunden und Netzanschlussnehmern können einen wichtigen Beitrag dazu leisten, die hier ermittelten Potenziale und Initiativen weiter zu konkretisieren und die Grundlage für eine flächendeckende Versorgung zu liefern.

Akteure aus Wirtschaft und Industrie

- 1. Transformation planen:** Wasserstoff ist vielfach noch ein sehr perspektivisches Thema. Ungeachtet dessen ist es schon frühzeitig wichtig, Transparenz darüber zu schaffen, wie zukünftige Optionen zur nachhaltigen Energie- und Ressourcenversorgung aussehen können. Nur mit den damit verbundenen Wasserstoffbedarfen auf Akteursseite kann eine perspektivische Infrastrukturplanung vorangetrieben werden.
- 2. Wissen ausbauen:** Klimafreundliche Technologien, damit auch Wasserstoff, werden zukünftig kontinuierlich an Bedeutung gewinnen. Wissen um und Kompetenz zur Beurteilung dieser im Kontext des eigenen Geschäfts wird ein zunehmender Erfolgsfaktor.

8 Verstetigung des Prozesses in der Zukunft

Die im Rahmen dieses Vorhabens erarbeiteten Analysen und Handlungsempfehlungen sind nur als ein erster Schritt für die langfristige Transformation des Rhein-Erft-Kreis als Wasserstoffregion zu verstehen. Nachfolgend sind die erforderlichen Schritte zur weiteren Umsetzung und Konkretisierung der hier formulierten Handlungsempfehlungen dargestellt, um den Aufbau der regionalen Wasserstoffwirtschaft weiter voranzutreiben.

Dabei dienen die Ergebnisse dieser Potenzialstudie als Grundlage für die initial formulierten strategischen und operativen Ziele. Diese sind gemäß dem unten dargestellten Zyklus auf Basis der weiteren Ergebnisse aus der Umsetzung der Handlungsempfehlungen kontinuierlich weiterzuentwickeln und anzupassen. Um die erfolgreiche Umsetzung der Aktivitäten sicherzustellen, ist auf Ebene des Kreises eine entsprechende Governance-Struktur, wie in Abbildung 35 zu erkennen, zur Steuerung und Begleitung der formulierten Aktivitäten eine wichtige Rahmenbedingung.

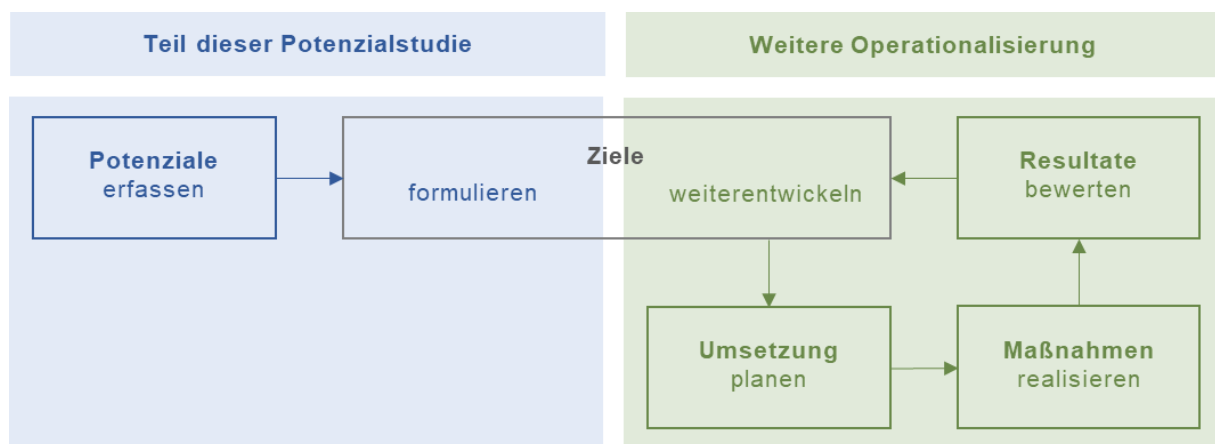


Abbildung 34: Schematische Darstellung der weiteren Aktivitäten

Umsetzung planen: Die abgeleiteten Handlungsempfehlungen auf Ebene strategischer und operativer Ziele werden priorisiert und mit bspw. personellen und wirtschaftlichen Ressourcen zur Umsetzung versehen.

Maßnahmen realisieren: Handlungsempfehlungen werden als konkrete Maßnahmen auf Basis des gemeinsamen definierten Plans realisiert und Ergebnisse überwacht und dokumentiert.

Ergebnisse bewerten: Ergebnisse der Maßnahmen werden in Bezug zu den formulierten Handlungsempfehlungen sowie den dort formulierten Messwerten und Zielgrößen bewertet, um so die Erreichung der formulierten Ziele zu ermitteln.

Ziele weiterentwickeln: Auf Grundlage der Bewertungsergebnisse werden die erforderlichen Anpassungen an den Zielen vorgenommen und die weitere Umsetzung kontinuierlich (fein-)justiert.

Anhang

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
/a	per anno / pro Jahr
AE	Alkalische Elektrolyse
AEM	Anion-Exchange Membran
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
CCS	CO ₂ -Abscheidung und -Speicherung (Engl.: Carbon Capture and Storage)
E-Fuels	Synthetische Kraftstoffe, welche ausschließlich mit erneuerbaren Energien hergestellt werden
EU	Europäische Union
EUR	Euro, Währungseinheit
F&E	Forschung & Entwicklung
GWh	Gigawattstunden (1.000.000.000 Wh)
H ₂	Wasserstoff molekular
HTE	Hochtemperaturelektrolyse
km	Kilometer
kW	Kilowatt (1.000 W)
KWKK	Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung
kt	Kilotonnen (1000 Tonnen)
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz
LKW	Lastkraftwagen
MaStR	Marktstammdatenregister
MW	Megawatt (1.000.000 W)
NRW	Nordrhein-Westfalen
NTE	Niedertemperaturelektrolyse
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PEM	Proton-Exchange Membran
PKW	Personenkraftwagen
PV-Anlagen	Photovoltaikanlagen
SOE	Solid Oxide Elektrolyse
t	Tonnen (1.000 kg)
TWh	Terrawattstunden (1.000.000.000.000 Wh)
WEA	Windenergieanlagen

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bevölkerungsdichte nach Kommunen des Rhein-Erft-Kreis [1] [2].....	3
Abbildung 2: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Wirtschaftszweig und -abteilung [4].....	4
Abbildung 3: Zielsetzung der Potenzialstudie Wasserstoff	5
Abbildung 4: Struktur des der Studie zu Grunde liegenden Projekts	6
Abbildung 5: Strukturelemente innerhalb des Baustein 3	9
Abbildung 6: Beschreibung der Kennzahldarstellung je strategischem Ziel	10
Abbildung 7: Eigene Darstellung nach wissenschaftlicher Begleitstudie zur Wasserstoff Roadmap NRW [9]	12
Abbildung 8: Auszug regionaler Wasserstoffaktivitäten in NRW, eigene Recherche	13
Abbildung 9: Übersicht verschiedener Prozesspfade zur Wasserstoffherstellung, eigene Darstellung.....	15
Abbildung 10: Vereinfachte Übersicht verschiedener Elektrolyseverfahren, eigene Darstellung	16
Abbildung 11: Schematische Darstellung einiger Umwandlungs- und Transportoptionen für Wasserstoff	17
Abbildung 12: Volumetrische Energiedichten von verschiedenen Wasserstoff-Transportformen und -Derivaten (Auszug).....	17
Abbildung 13: Wasserstoff-Transportnetze - Europa, Deutschland, NRW, vereinfachte Darstellung [12], [13].....	18
Abbildung 14: Meldungen zu 100 % Wasserstoff-Verteilnetzen gemäß [17].....	19
Abbildung 15: Schematische Darstellung perspektivischer Wasserstoff-Transportnetze sowie Umstellbarkeit von Verteilnetzen auf Kreis-Ebene [12] [17]	19
Abbildung 16: Vereinfachtes Ranking verschiedener Wasserstoffanwendungsfälle in Anlehnung an [19].....	22
Abbildung 17: Wasserstoffbedarf in den drei entwickelten Szenarien Elektrifizierung, Technologiemix und Wasserstoffdominanz, eigene Recherche basierend auf [20] [21]	23
Abbildung 18: Industrieller Wasserstoffbedarf der Szenarien unterteilt in Branchen, eigene Recherche basierend auf [20] [21].....	24
Abbildung 19: Volllaststunden von WEA (links) und PV-Anlagen (rechts) im Rhein-Erft-Kreis, eigene Recherche basierend auf [22] [5].....	25
Abbildung 20: Installierte WEA im Rhein-Erft-Kreis aggregiert auf Kommunenebene, eigene Recherche basierend auf Auswertungen des Rhein-Erft-Kreises und dem Energieatlas NRW [5]	25
Abbildung 21: Installierte PV-Anlagen im Rhein-Erft-Kreis aggregiert auf Kommunenebene, eigene Recherche basierend auf [5].....	26
Abbildung 22: Theoretisches Wind- und Solarpotenzial des Rhein-Erft-Kreis auf Kommunenebene sowie die aktuelle Nutzung dieses Potenzials, eigene Recherche basierend auf Auswertungen des Rhein-Erft-Kreises und [22] [5].....	27
Abbildung 23: Prognostizierte Stromerzeugung durch Erneuerbare Energien in den einzelnen Kommunen des Rhein-Erft-Kreises im Jahr 2030, basierend auf [22], [5]	28
Abbildung 24: Strombedarf und EE-Erzeugung im Rhein-Erft-Kreis, eigene Recherche basierend auf [20] [21] [22] [5]	29
Abbildung 25: Regionaler Stromüberschuss durch Stromerzeugung von Erneuerbaren Energien im Jahr 2030	30

Abbildung 26: Regionaler Stromüberschuss durch Stromerzeugung von Erneuerbaren Energien und das maximales Elektrolysepotenzial im Rhein-Erft-Kreis im Jahr 2030	30
Abbildung 27: Ausgewählte Ergebnisse der Online Umfrage	32
Abbildung 28: Fakten zu den Teilnehmern der Online Umfrage	32
Abbildung 29: Übersicht geplanter und laufender Wasserstoff-Aktivitäten im Rhein-Erft-Kreis	33
Abbildung 30: Anzahl (geplanter) Vorhaben aus dem Rhein-Erft-Kreis je Wertschöpfungsstufe (Hinweis: einige Akteure planen mehrere Vorhaben entlang der Wertschöpfungskette)	34
Abbildung 31: Derzeitiger Status Quo (Erhebung in 2022/2023, bezogen auf die Potenziale in 2030) der regionalen Wasserstoff-Erzeugung und -Anwendung nach Sektoren, ohne interne industrielle Bedarfe	37
Abbildung 32: Derzeitiger Status Quo (Erhebung in 2022/2023, bezogen auf die Potenziale in 2030) der regionalen Wasserstoff-Erzeugung und -Anwendung nach Sektoren, mit internen industriellen Bedarfen	38
Abbildung 33: Schematische Darstellung und Kurzbeschreibung der übergeordneten Handlungsfelder	40
Abbildung 34: Schematische Darstellung der weiteren Aktivitäten	52

9 Literaturverzeichnis

- [1] Statistisches Bundesamt, „Gemeindeverzeichnis,“ 10 10 2022. [Online]. Available: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Regionales/Gemeindeverzeichnis/Administrativ/05-staedte.html>. [Zugriff am 09 02 2023].
- [2] Statistisches Landesamt NRW, „Bevölkerungsstatistik,“ 12 31 2021. [Online]. Available: <https://www.landesdatenbank.nrw.de/ldbnrw/online?operation=result&code=12411-31iz&leerzeilen=false&language=de#abreadcrumb>. [Zugriff am 18 01 2023].
- [3] Statistisches Landesamt NRW, „Arbeitsmarktstatistik,“ 12 31 2022. [Online]. Available: <https://www.landesdatenbank.nrw.de>. [Zugriff am 17 01 2023].
- [4] Statistisches Landesamt NRW, „Unternehmensregister-System (URS),“ 2021. [Online]. Available: <https://www.landesdatenbank.nrw.de>. [Zugriff am 18 01 2023].
- [5] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, „Energieatlas Nordrhein-Westfalen,“ 31. Dezember 2021. [Online]. Available: <https://www.energieatlas.nrw.de/>. [Zugriff am 16. März 2023].
- [6] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), „<https://www.bmwk.de/>,“ 06 2020. [Online]. Available: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=20. [Zugriff am 18 01 2023].
- [7] Ministerium für Wirtschaft, Innovation, , „<https://www.klimaschutz.nrw.de/>,“ 10 2020. [Online]. Available: https://www.klimaschutz.nrw.de/fileadmin/Dateien/Download-Dokumente/201109_MWIDE_BR_Wasserstoff-Roadmap-NRW_web.pdf. [Zugriff am 18 01 2023].
- [8] MWIDE NRW, 03 2022. [Online]. Available: https://www.rheinisches-revier.de/wp-content/uploads/2022/08/gwp-22_03_18_erklaerung_mwide_gigawattpakt_final.pdf. [Zugriff am 01 2023].
- [9] Forschungszentrum Jülich GmbH, „<https://www.fz-juelich.de/>,“ 2021. [Online]. Available: <https://www.fz-juelich.de/de/iek/iek-3/aktuelles/meldungen/wasserstoff-roadmap/scientificstudyhydrogenroadmapnrw.pdf/@@download/file>. [Zugriff am 18 01 2023].
- [10] Zukunftsagentur Rheinisches Revier, „<https://www.rheinisches-revier.de/>,“ 10 2022. [Online]. Available: https://www.rheinisches-revier.de/wp-content/uploads/2022/12/221102_Kurzstudie_H2-Wertschoepfungskette-im-Rheinischen-Revier.pdf. [Zugriff am 01 2023].
- [11] SHELL Deutschland, Shell Wasserstoff-Studie - Energie der Zukunft?, Hamburg: Shell Deutschland Oil GmbH, 2017.
- [12] FNB Gas, „<https://fnb-gas.de/wasserstoffnetz/>,“ 2021. [Online]. Available: <https://fnb-gas.de/wasserstoffnetz/>. [Zugriff am 10 01 2023].
- [13] European Hydrogen Backbone, „<https://ehb.eu/>,“ 2022. [Online]. Available: <https://ehb.eu/>. [Zugriff am

10 01 2023].

- [14] MWIKE, „www.wirtschaft.nrw,“ 02 2023. [Online]. Available: https://www.wirtschaft.nrw/system/files/media/document/file/innep_vereinbarung_0.pdf. [Zugriff am 02 2023].
- [15] „<https://www.h2ercules.com/>,“ [Online]. Available: <https://www.h2ercules.com/>. [Zugriff am 1 2023].
- [16] <https://www.ready4h2.com/>, „<https://www.ready4h2.com/>,“ 2021. [Online]. Available: <https://www.ready4h2.com/>. [Zugriff am 10 01 2023].
- [17] H2VorOrt, „<https://www.h2vorort.de/>,“ DVGW, 06 2022. [Online]. Available: <https://www.h2vorort.de/>. [Zugriff am 10 01 2023].
- [18] Fraunhofer IEE, „<https://www.iee.fraunhofer.de/>,“ 05 2020. [Online]. Available: https://www.iee.fraunhofer.de/content/dam/iee/energiesystemtechnik/de/Dokumente/Studien-Reports/FraunhoferIEE_Kurzstudie_H2_Gebaeudewaerme_Final_20200529.pdf. [Zugriff am 01 2023].
- [19] Liebreich Associates, „<https://www.liebreich.com/>,“ 15 08 2021. [Online]. Available: https://drive.google.com/file/d/1X-oH04NH1477eig_BmYjtD9mHyTcoiVc/view. [Zugriff am 16 01 2023].
- [20] Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut, „Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann. Zusammenfassung im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende.“ 2021.
- [21] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), „Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland 3,“ Karlsruhe, 2021.
- [22] N. Raffalski, A. Bahrs, K. Essen und E. Grothues, „Potenzialstudie Windenergie NRW, LANUV-Fachbericht 124,“ Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), Recklinghausen, 2022.
- [23] Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, „Marktstammdatenregister,“ 17. Dezember 2020. [Online]. Available: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Startseite/Impressum>. [Zugriff am 20. Mai 2022].
- [24] Umweltbundesamt, „Potenzial der Windenergie an Land,“ Dessau-Roßlau, 2013.
- [25] Landesbetrieb IT.NRW, „NRW: Anteil erneuerbarer Energieträger an der Bruttostromerzeugung lag von Januar bis Juni 2022 bei 2,9 Prozent,“ 29. August 2022. [Online]. Available: <https://www.it.nrw>. [Zugriff am 9. Februar 2023].
- [26] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, „Online-Emissionskataster Luft NRW,“ 2013. [Online]. Available: <https://www.ekl.nrw.de/ekat/>. [Zugriff am 17. Mai 2022].
- [27] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, „Bruttoinlandsprodukt, Bruttowertschöpfung in den kreisfreien Städten und Landkreisen der Bundesrepublik Deutschland 1992 und 1994 bis 2019,“ Arbeitskreis "Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder" im Auftrag der

Statistischen Ämter der 16 Bundesländer, des Statistischen Bundesamtes und des Bürgeramtes, Statistik und Wahlen, Frankfurt a. M., 2021.

- [28] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, „Energieatlas NRW,“ 2018/2022. [Online]. Available: https://www.energieatlas.nrw.de/site/karte_solarkataster. [Zugriff am 11. Mai 2022].
- [29] J. Rüger und A. Buchheim, „Klimaschutz in Zahlen, Fakten, Trends und Impulse deutscher Klimapolitik,“ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), Berlin, 2021.
- [30] Umweltbundesamt, „Energieverbrauch nach Energieträgern und Sektoren,“ 25. Mai 2022. [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-nach-energetraegern-sektoren#entwicklung-des-endenergieverbrauchs-nach-sektoren-und-energetragern>. [Zugriff am 12. Oktober 2022].
- [31] J. L. Breuer, R. C. Samsun, R. Peters und D. Stolten, „Impact of diesel vehicles on NOx and PM10,“ *Science of The Total Environment*, 20. Juli 2020.
- [32] IKEM, Kurzstudie Wasserstoff Farbenlehre, Berlin: Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität, 2020.
- [33] K.-D. Kleefeld, „Die historische Kulturlandschaft des Rhein-Erft-Kreises,“ *Braunkohle im Rhein-Erft-Kreis - Perpektiven*, pp. 5-15, 2018.
- [34] M. Kreuzberg, „Rhein-Erft-Kreis,“ 31 07 2020. [Online]. Available: <https://www.rhein-erft-kreis.de/meldungenpresse/artikel/kohleausstieg-der-rheinerftkreis-will-gest%C3%A4rkt-aus-dem-strukturwandel>. [Zugriff am 17 01 2023].
- [35] RWE, „RWE.com,“ 2023. [Online]. Available: <https://www.rwe.com/der-konzern/laender-und-standorte/kraftwerk-niederaussem>. [Zugriff am 17 01 2023].
- [36] Rhein-Erft-Kreis, „Rhein-Erft-Kreis.de,“ 13 09 2020. [Online]. Available: <https://www.rhein-erft-kreis.de/wahlenimrheinerftkreis/artikel/kommunalwahlen>. [Zugriff am 17 01 2023].
- [37] Statistische Ämter des Bundes und der Länder, „Regionalstatistik,“ 2021. [Online]. Available: <https://www.regionalstatistik.de>. [Zugriff am 02. Februar 2023].