

H₂O

ERGEBNISBERICHT 2023
**WASSERSTOFFREGION
BENDORF**



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

Koordiniert durch:



NOW - GMBH. DE

Projekträger:



Projekträger Jülich
Forschungszentrum Jülich

Vorwort 3
 Zusammenfassung 4
 Die HyStarter-Region Bendorf 6
 H₂-Potenziale in der Region Mittelrhein-Westerwald 8
 Roadmap Bendorf 12
 Vision 2035 14
 Handlungsfelder und Umsetzungsstrategien 18
 Handlungsfeld 1: H₂ Produktion und Umschlag am Industriehafen Bendorf ("H2-Hub Hafen") 18
 Handlungsfeld 2: Dekarbonisierung des Verkehrs- und Wärmesektors von Bendorf und Umgebung 26
 Handlungsfeld 3: Hochlauf der H₂-Wirtschaft in der Region Mittelrhein-Eifel-Westerwald 34
 Kooperationsangebote der Region und Wünsche an Politik und Industrie 44
 Anhang 46
 Abkürzungsverzeichnis 47

IMPRESSUM

Herausgeber



Stadtverwaltung Bendorf
 Fachbereich Stadtentwicklung, Bauen,
 Wirtschaft und Kultur
 Im Stadtpark 1-2 | 56170 Bendorf

Projektleitung

Claudia Braun (Stadtentwicklung, Stadt Bendorf)
 Werner Prümm (Wirtschaftsförderung, Stadt Bendorf)

Verantwortlich für den Inhalt

Nicolas Niedrig, Nadine Hölzinger
 (SPILETT new technologies GmbH)
 Unter Mitarbeit von:
 Claudia Braun (Stadtentwicklung, Stadt Bendorf)
 Dr. Frank Koch, Frederik Budschun
 (EE ENERGY ENGINEERS GmbH)

Gestaltung, Layout, Satz und Illustrationen

Peppermint Werbung Berlin GmbH
 Milastr. 2 | 10437 Berlin
 www.peppermint.de

Druck

WOESTE DRUCK + VERLAG GmbH & Co KG
 Im Teelbruch 108 | 45219 Essen-Kettwig
 E-Mail: service@woeste.de | www.woeste.de

Erscheinungsjahr

2023

Die Strategiedialoge zu HyStarter wurden im Rahmen des HyLand-Programms durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) beauftragt und durch die NOW GmbH koordiniert.



VORWORT

CHRISTOPH MOHR, BÜRGERMEISTER BENDORF



@ Christian Palm / Stadt Bendorf

Sehr geehrte Damen und Herren,

vor etwas mehr als zwei Jahren haben wir uns die Frage gestellt, ob und in welchem Umfang Wasserstoff zukünftig eine Rolle für Bendorf spielen könnte und sollte. Zu diesem Zeitpunkt gab es noch keinen

Krieg in der Ukraine und unser Interesse resultierte aus den Potenzialen, welche die Wasserstoffwirtschaft für den Klimaschutz und die regionale Wirtschaft verspricht. In der Zwischenzeit wurde die Diskussion ergänzt um Aspekte der Energieversorgungssicherheit und Preisstabilität – beides wichtige Themen, die aktueller denn je sind und uns die Augen geöffnet haben für die Notwendigkeit, Energie wieder regional zu denken und uns auf unsere eigenen Stärken und Ressourcen zu besinnen.

Unsere Bewerbung als HyStarter-Region im Hy.Land-Wettbewerb der Bundesregierung im Herbst 2021 war vor diesem Hintergrund glücklicherweise nicht nur erfolgreich, sondern kam auch genau zum richtigen Zeitpunkt, um die aktuellen politischen Entwicklungen und die Interessen unserer Unternehmen und Akteure in der Region abzuholen und zusammenzuführen. Nach über einem Jahr intensiver Auseinandersetzung mit dem Thema können wir sagen: Bendorf wird Wasserstoffregion und wir freuen uns auf die Herausforderungen, die vor uns liegen!

Wasserstoff ermöglicht uns, ein Stück unabhängiger zu werden von den globalen Entwicklungen und Krisen, indem wir die erneuerbaren Energien unserer Region speichern, transportieren und zu planbaren Kosten den unterschiedlichsten Anwendungen im Verkehr, der Wärme- und der Stromversorgung bereitstellen. Gleichzeitig bietet die Lagegunst von Bendorf mit dem Industriehafen, der Rheinschiene und der unmittelbaren Nähe zu den Autobahnen BAB 48, BAB 61 und BAB 3 die einmalige Chance, Teil der neuen Energiewelt zu werden, in der zunehmende Mengen Wasserstoff importiert und überregional gehandelt werden. Vor diesem Hintergrund haben wir als Stadt Bendorf in den vergangenen Monaten parallel zum HyStarter-Projekt die Weichen gestellt, und im Juli 2023 eine Stellungnahme im Konsultationsprozess des Fernleitungsgasnetzbetreibers (FNB) eingereicht, die den Anschluss des Industriehafens Bendorf an das geplante

Wasserstoff-Kernnetz bis spätestens zum Jahr 2032 fordert und sind auch im Gespräch mit der Landesregierung zur zukünftigen Ausgestaltung des Industriehafens Bendorf als zentralem H₂-Produktions- und Umschlagplatz der Binnenschiffhäfen in Rheinland-Pfalz.

Das HyStarter-Akteursnetzwerk hat mit Unterstützung des Beratungsunternehmens Spilett eine hervorragende Arbeit geleistet, die Potenziale der Wasserstoffwirtschaft für Bendorf zu erkennen und erste konkrete Projektansätze zu identifizieren. Nicht immer waren wir von Beginn an einer Meinung, in welche Richtung die Reise gehen soll, aber die stete Vergrößerung des Netzwerks mit der Zeit hat uns gezeigt, dass wir alle das Thema gemeinsam angehen möchten und weder Arbeit noch Diskussionen scheuen.

Im Fokus und zu Beginn der Transformationsphase steht der Industriehafen Bendorf als regionaler Wasserstoff-Hub der Zukunft. Er ist aber eng eingebettet in die Nahversorgung der Stadt Bendorf, die ihre Wärme- und Verkehrsmärkte zeitnah dekarbonisieren muss, und in die Region Mittelrhein-Eifel-Westerwald mit ihren vielfältigen Quellen und Senken für erneuerbare Energien und Wasserstoff. Die Gespräche mit den Bürgermeister:innen und Unternehmen, die wir in den vergangenen Monaten geführt haben, bestätigen uns in der Einschätzung, dass die Wasserstoffregion Bendorf größer gedacht werden muss, um die gesetzten Klimaschutzziele zügig zu erreichen und wirtschaftlich nachhaltig zu agieren. Wir freuen uns daher, dass wir mit der Region Mittelrhein-Eifel-Westerwald einen interessierten und engagierten Gesprächspartner gefunden haben, der mit uns die Energieregion neu denken und entwickeln möchte. Vor diesem Hintergrund blicken wir optimistisch auf die bevorstehenden Aufgaben, um uns als Wasserstoffregion zu etablieren.

Ich danke noch einmal allen Akteuren aus dem HyStarter-Netzwerk für ihre Zeit und Expertise, die sie in den Prozess eingebracht haben sowie Frau Braun und Herrn Prümm von der Stadt Bendorf, die als Initiatoren und Organisatoren HyStarter erst möglich gemacht haben. Mit dem vorliegenden Bericht laden wir Sie ein, sich einen Überblick zu verschaffen zu aktuellen Ideen und Diskussionen der Wasserstoffregion Bendorf – und wir freuen uns, wenn Sie in Zukunft mit dabei sind und uns auf dem weiteren Weg tatkräftig unterstützen.

Christoph Mohr
 Bürgermeister Bendorf

Das vorliegende Konzept basiert auf den Ideen und Diskussionen des HyStarter-Projekts, das im Zeitraum Mai 2022 bis Juli 2023 unter Beteiligung von 48 Akteuren aus 31 Unternehmen in der Stadt Bendorf (Landkreis Mayen-Koblenz) realisiert wurde. HyStarter bildet die erste Stufe des dreistufigen Wettbewerbs Hy.Land der Bundesregierung, in dem Wasserstoff als Baustein der regionalen Energiewende evaluiert und geeignete Konzepte zur Realisierung einer dezentralen Wasserstoffwirtschaft mit fachlicher Unterstützung entwickelt werden sollen (<https://www.hy.land>). Bendorf wurde als eine von 15 Regionen in Deutschland bzw. drei Regionen in Rheinland-Pfalz für diesen Prozess ausgewählt.

Im Ergebnis des HyStarter-Projekts haben sich die HyStarter-Akteure und die Stadt Bendorf frühzeitig und eindeutig zu Wasserstoff als zentralem Baustein der regionalen Energiewende und wichtigem Wirtschaftsmotor in der Region bekannt. Einige Projekte befinden sich zum Zeitpunkt der HyStarter-Strategiedialoge bereits in der konkreten Planung bzw. Umsetzung, z. B.:

- Das Unternehmen Mabanaf Deutschland GmbH & Co. KG untersucht die Möglichkeiten einer dezentralen Wasserstoffproduktion für den Standort ihrer Tochterfirma Oiltanking Deutschland GmbH & Co. KG am Rheinhafen Bendorf,
- Rheinland-Pfalz führt derzeit eine Machbarkeitsstudie am Bendorfer Hafen durch, um das Potenzial zur Ertüchtigung des Hafens zu einem zukünftigen H₂-Hub zu analysieren,
- die Bendorfer Spedition Mathias Normann Spedition GmbH & Co. KG beabsichtigt, ihren Lkw-Fuhrpark schrittweise auf Wasserstoffantrieb umzustellen,
- die Hy.Bendorf plant, eine Wasserstoffinfrastruktur mit H₂-Tankstelle und regionaler Produktion (Elektrolyse) aufzubauen,
- die BDH-Klinik in Vallendar hat in ein H₂-ready-BHKW für die Wärme- und Stromversorgung investiert und plant gemeinsam mit dem HyStarter-Partner iph Hähn eine eigene elektrolytische Wasserstoffproduktion,
- Das Logistikunternehmen Contargo GmbH & Co. KG signalisiert Interesse, bereits kurzfristig am Rheinhafen Bendorf Wasserstoff in Containern für die Schiffsbetankung abzunehmen.

Ausgehend vom Industriehafen Bendorf, der zu einem zentralen Wasserstoffproduktions- und -umschlagplatz („H₂-Hub“) mit Anschluss an das H₂-Kernnetz entwickelt werden soll, wird der Einsatz von Wasserstoff zur Dekarbonisierung der Verkehrs- und Wärmemärkte in Bendorf und Umgebung geplant. Dabei sollen idealerweise Synergien genutzt werden, die sich aus der örtlichen Nähe der elektrolytischen Produktionsanlagen am Hafen für die kommunale Wärmeplanung ergeben. Perspektivisch ist geplant, Elektrolysekapazitäten zur Produktion von Wasserstoff von in Summe 30 MW am Standort zu errichten und zu betreiben. Voraussetzung hierfür ist die Erhöhung der Stromnetzanschlusskapazitäten des Hafens. Durch die Anbindung an das H₂-Kernnetz sowie die Möglichkeit der wasserseitigen Anlandung von Wasserstoff (oder -derivaten) besteht die Möglichkeit, bei steigender Nachfrage die Bereitstellungskapazitäten des Hafens durch Importe von Wasserstoff deutlich zu erhöhen. Zur Abgabe bzw. Verteilung des Wasserstoffs sind Betankungsinfrastrukturen für Containerschiffe und Hafenfahrzeuge / -anlagen geplant sowie Abfüllanlagen für den straßenseitigen Vertrieb von Wasserstoff via Trailer.

Trotz der Lagegunst und der Hafenanbindung kann die Stadt Bendorf die regionale Wasserstoffwirtschaft nicht im Alleingang etablieren. Insbesondere die Flächen zur Erschließung von erneuerbaren Energien sind im Stadtgebiet von Bendorf und Umland stark begrenzt und nicht ausreichend für den Betrieb der geplanten Elektrolysekapazitäten am Hafen. Im Ergebnis von Gesprächen mit Unternehmen und Bürgermeister:innen der Region wurde die Region Mittelrhein-Eifel-Westerwald als geeignete „Energierregion“ identifiziert, in der Angebot und Nachfrage nach regionalen Energieressourcen und Wasserstoff zusammengeführt werden sollen. Die in der Region existierenden EE-Potenziale von 279 MW (Wind) bzw. 546 MW (PV) reichen ersten Berechnungen nach aus, um ausreichend Strom für die elektrolytische Erzeugung von jährlich bis zu 28.745 t H₂ bereitzustellen, die nach ersten Abschätzungen im Jahr 2035 in der Region nachgefragt werden könnten. Dieser Prognose zugrunde liegen konservative Annahmen zur industriellen Nachfrage nach Wasserstoff aus der Region, die aus den Ergebnissen einer Unternehmensbefragung von Mai bis Juli 2023 erstellt wurden (21.000 t H₂ /Jahr) sowie ambitionierte

Annahmen zur Durchdringung des regionalen Verkehrssektors (zwischen 10-25 %, je nach Verkehrsträger), sowie des Wärmemarkts mit Wasserstoff (3 %). An der Unternehmensbefragung haben 42 Betriebe teilgenommen, von denen etwa die Hälfte unter starkem Handlungsdruck steht, Dekarbonisierungsstrategien zu erarbeiten. Drei Viertel der teilnehmenden Unternehmen wollen aktiv in die Wasserstoffstrategie der Region eingebunden werden.

Unter Berücksichtigung von Einnahmen durch den Vertrieb von Nebenprodukten der Elektrolyse (Wärme, Sauerstoff) und der zu installierenden EE-Anlagen (Stromvertrieb am Strommarkt) sind in dem betrachteten Modell für die Wasserstoffwirtschaft H₂-Bereitstellungskosten von 2,03 €/kg H₂ möglich. Diese Kosten enthalten keine Förderung, erfordern aber eine Mischkalkulation und Gewinnverteilung über die gesamte Wertschöpfungskette. Da die

Einnahmen aus den Stromverkäufen fast 50 % der Umsätze ausmachen, ist es wichtig, gegebenenfalls verfügbare EE-Potenzialflächen nicht vorschnell zu veräußern oder zu verpachten, sondern idealerweise in eigenem Besitz zu behalten und selbst zu entwickeln („Cash Cow der Wasserstoffwirtschaft“).

Für die Umsetzung der Wasserstoffregion nach Ende der HyStarter-Strategiedialoge ist die Etablierung eines regionalen Wasserstoffnetzwerks geplant. Die Aufgabe dieses Netzwerks ist die Identifizierung von neuen Akteuren und Projektvorhaben sowie die Abstimmung und Steuerung der Aktivitäten in der Hochlaufphase. Das Netzwerk soll unter Federführung der Stadt Bendorf initiiert werden und steht allen interessierten Unternehmen, Verbänden und Gemeinden / Städten offen.



Abbildung 1: Rheinhafen Bendorf © Stadt Bendorf

In der rechtsrheinisch zwischen Koblenz und Neuwied gelegenen Stadt Bendorf leben ca. 17.000 Einwohner:innen. Das rheinland-pfälzische Mittelzentrum gehört zum Landkreis Mayen-Koblenz und ist geprägt von seiner direkten Lage am Rhein zwischen den Bundesautobahnen BAB 48, BAB 61 und BAB 3. Die Stadt Bendorf ist Teil der Region Mittelrhein-Eifel-Westerwald. Die Region umfasst die Landkreisflächen von Mayen-Koblenz, Neuwied, dem Westerwaldkreis sowie die Flächen der kreisfreien Stadt Koblenz und der Stadt Lahnstein mit insgesamt 615.000 Einwohner:innen. Die Region sieht sich im Zusammenschluss als Motor für eine gemeinsame Wirtschaftsentwicklung, die über die klassischen administrativen Grenzen hinweg agiert und sich an Funktionsräumen orientiert. In der Region sind zahlreiche mittelständische und große Industrieunternehmen angesiedelt, insbesondere aus der Bau-, Feuerfest-, Glas- und Keramikindustrie.

Ein bedeutender Wirtschaftsfaktor Bendorfs ist der Industriehafen, der sich im Eigentum der städtischen Rheinhafen GmbH befindet. Der Stromhafen ist nach dem Rheinhafen Andernach der zweitgrößte am Mittelrhein und damit einer der umsatzstärksten Logistikstandorte in Rheinland-Pfalz. Der ungefähr ein Kilometer lange Abschnitt ist Umschlagplatz für Ton, Kies, Sand, sonstige Mineralien sowie Stahlprodukte und beherbergt das größte Mineralöllager zwischen Mainz und Köln, das als nationale Reserve der Bundesrepublik Deutschland dient und von dem aus das Tankstellennetz der Region beliefert wird. Der Güterumschlag von Stück- und Schüttgütern auf 60.000 m² Freilagerflächen am Hafengebiet erfolgt durch die Bendorfer Umschlags- und Speditionsgesellschaft (BUS), einem Zusammenschluss der Firmen Hamburger Lloyd, Rhein-Maas-See, Sanara und KANN¹.

¹ Quelle: Historie - BUS Bendorf (<https://www.bus-bendorf.de/unternehmen/historie/>)

Der Umschlag von Mineralölprodukten unter Verwendung von ca. 150.000 m³ Tanklagerraum erfolgt durch die Oiltanking Deutschland GmbH, ein Tochterunternehmen der Mabanaft².

Der Industriehafen Bendorf wurde in den vergangenen Jahren baulich angepasst, um den Anforderungen an zukunftsfähige Binnenschiffhäfen zu genügen: Insgesamt 430 m teilgeböschtes Umschlagsufer wurde durch eine moderne Stahlspundwand mit Pollern, Leitern und Hafentreppe ersetzt und ermöglicht nun den Einsatz des neuen Hafenmobilkrans mit 84 t Tragkraft auf fast der gesamten Länge der neuen Stahlspundwand. Zusätzlich wurden ~12.000 m² hochwassersichere Betriebsfläche zur Lagerung von hochwertigen Gütern geschaffen. Durch die Sanierung ergeben sich deutlich verbesserte Festmach- und Anlegemöglichkeiten für die Schiffe und Landgangmöglichkeiten für die Besatzungen und ggf. Rettungskräfte.³ In einer zweiten Sanierungsphase wird seit März 2022 der weitere Teil der Kaimauer modernisiert.

Das Hafengebiet ist aufgrund der verkehrlichen Anbindung ein nachgefragter Gewerbestandort. Ein limitiertes Wachstumspotenzial beim Umschlag konventioneller Güter gekoppelt mit sinkenden Prognosen bei der Nachfrage nach fossilen Kraft- und Brennstoffen erfordern eine Neuausrichtung des Hafenkonzepts, um die Wirtschaftskraft zu bewahren oder in der Perspektive auch zu steigern. Ein zentrales Anliegen der HyStarter-Region Bendorf ist daher die zukunftsorientierte Transformation des Industriehafens.

Im Rahmen der HyStarter-Strategiedialoge wurden Akteure aus unterschiedlichsten Unternehmen, Verbänden, Hochschulen bzw. Forschungseinrichtungen sowie Politik und Verwaltung der Region zusammengebracht, um möglichst viele Perspektiven, Kompetenzen und Interessen in den Diskussionen und dem zu entwickelnden Konzept zu berücksichtigen. Folgende Unternehmen und Einrichtungen waren im HyStarter-Prozess aktiv:

² Quelle: Oiltanking Deutschland - Tanklager Bendorf (<https://www.oiltanking-deutschland.de/de/tanklager-tanklagerung/bendorf/>)
³ Quelle: Rheinhafen Bendorf (<https://www.bendorf.de/wirtschaft-verkehr/rheinhafen-bendorf/>)

- BDH-Klinik Vallendar gGmbH (<https://www.bdh-klinik-vallendar.de>)
- Bundesverband Windenergie e. V. (<https://www.wind-energie.de>)
- BUS Bendorfer Umschlag- und Speditionsgesellschaft GmbH & Co. KG (<https://www.bus-bendorf.de>)
- Contargo GmbH & Co. KG (<https://www.contargo.net/>)
- Energieversorgung Mittelrhein AG (<https://www.evm.de/>)
- GP JOULE GmbH (<https://www.gp-joule.com/de>)
- Grauel + Werth Ingenieurgesellschaft für Umwelttechnik GmbH (<http://grauel-werth.de>)
- H2BZ Netzwerk Rheinland-Pfalz (<https://h2bz-rlp.de>)
- Hochschule Koblenz (<https://www.hs-koblenz.de>)
- HWK Koblenz (<https://www.hwk-koblenz.de>)
- Hy.Bendorf (<https://www.efarm.nf/hybendorf>)
- IHK Koblenz (<https://www.ihk.de/koblenz>)
- Ingenion GmbH (<https://ingenion.org/>)
- iph Hähn GmbH (<http://iph-haehn.de>)
- iplas Innovative Plasma Systems GmbH (<https://www.iplas.de>)
- Kreisverwaltung Mayen-Koblenz (<https://www.kvmyk.de>)
- Landesverband Erneuerbare Energie Rheinland-Pfalz/Saarland e. V. (<https://www.lee-rlp-sl.de>)
- Mabanaft GmbH & Co. KG (<https://www.mabanaft.com>)
- Mathias Normann Spedition GmbH & Co. KG (<https://normann-gruppe.de>)
- Neue Energie Bendorf eG (<http://www.nebeg.de>)
- Ökonolog GmbH (-)
- Raiffeisen Waren-Zentrale Rhein-Main AG (<https://www.rwz.de>)
- Rheinhafen Bendorf GmbH (<https://www.bendorf.de/wirtschaft-verkehr/rheinhafen-bendorf>)
- SmartQuart Kaisersesch (<https://www.kaisersesch.de/themen/projekte/smartquart>)
- Stadt Bendorf (<https://www.bendorf.de>)
- Stadtwerke Koblenz GmbH (<https://www.stadtwerke-koblenz.de>)
- Stadtwerke Neuwied GmbH (<https://www.swn-neuwied.de>)
- Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord / SGD Nord (<https://sgdnord.rlp.de>)
- Universität Koblenz (<https://www.uni-koblenz.de>)
- VG Vallendar (<https://www.vg-vallendar.de>)
- Wirtschaftsförderungsgesellschaft am Mittelrhein mbH (<https://www.wfg-myk.de>)

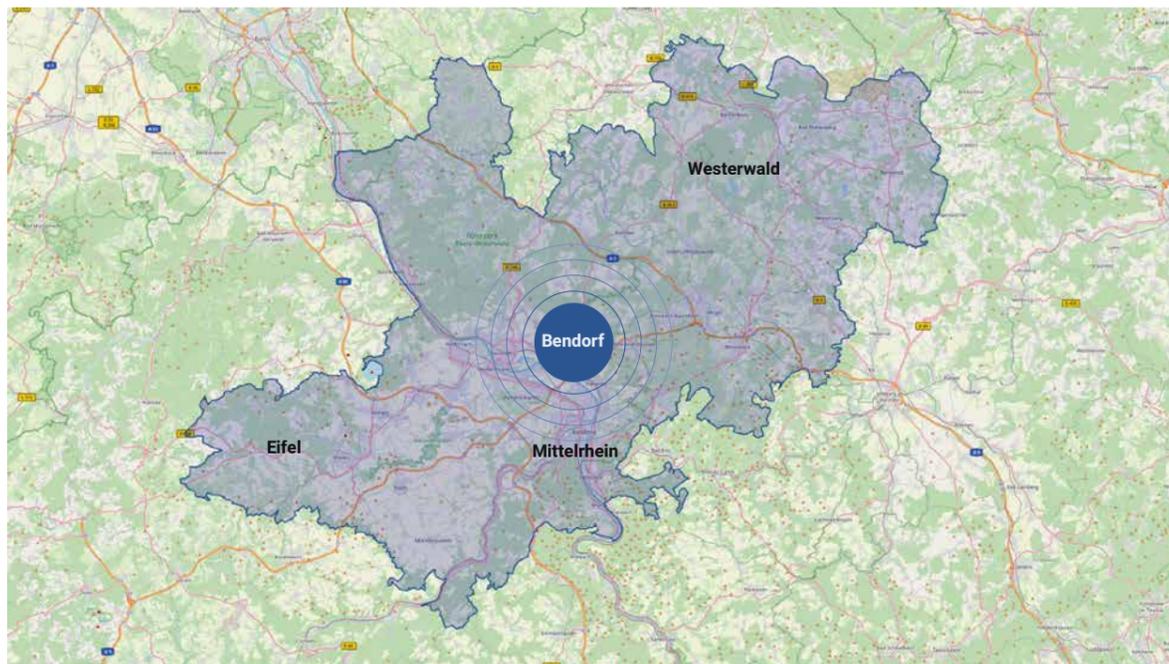


Abbildung 2: Region Mittelrhein-Eifel-Westerwald © BMDV / Spilett (auf Basis von openstreetmap.org)

Szenarienmodellierung

Begleitend zu den Strategiedialogen wurden im HyStarter-Projekt unterschiedliche Methoden und Tools genutzt, um Diskussionen anzuregen und die Entscheidungsfindung zu unterstützen. Eins dieser Werkzeuge ist der H2Scout. Dieser identifiziert mithilfe eines Optimierungsalgorithmus unter den gegebenen Rahmenbedingungen und Annahmen ein kostenoptimales Infrastruktursystem zur Bereitstellung einer definierten Nachfragemenge nach Wasserstoff aus unterschiedlichen Sektoren. Dabei muss in jeder Stunde des Jahres die Nachfrage gedeckt sein, entweder aus eigener Produktion, aus vorhandenen Speichern oder durch Wasserstoffimporte (sofern zugelassen). Der H2Scout greift bei der Optimierung auf drei Datenquellen zurück:

- Einen techno-ökonomischen Datensatz mit Leistungs- und anderen Kenngrößen der eingesetzten Technologien sowie Angaben zu Kosten und zu Wertschöpfungspotenzialen, der vom System für das Jahr 2030 vorgegeben ist.
- Einen Datensatz zur regionalen Energiewirtschaft (Angebots- und Nachfrageseite), der mit Unterstützung des Akteurskreises für das Jahr 2035 abgeschätzt wurde.
- Einen Datensatz zu den gewünschten oder erwarteten politisch-gesellschaftlichen Rahmenbedingungen im Jahr 2035, der ebenfalls durch die Akteur*innen im HyStarter-Projekt definiert wurde.

Die alternativen Szenarien stellen mögliche Zielsysteme für eine regionale Wasserstoffwirtschaft in dem Wissen dar, dass es sich um eine vereinfachte Betrachtungsweise der hochkomplexen und sehr dynamischen Energiewirtschaft handelt.

Basisszenario

Quellen für verwendete Parameter und Zeitreihen

- **Ausbaupotenziale für erneuerbare Energien im Jahr 2030:** Die Ausbaupotenziale für Wind und PV-Anlagen beziehen sich auf den geographischen Raum der Region Mittelrhein-Westerwald und basieren auf eigenen Berechnungen unter Zugrundelegung der Datenbasis des Agora PV- und Windflächenrechners (<https://www.agora-energielw.de/service/pv-und-windflaechenrechner/>)
- **Erzeugungszeitreihen erneuerbare Energien im Jahr 2035:** Vereinfachend wurden hier die aktuellen Wind- und Solarprofile der Region nach renewables.ninja für das Jahr 2035 für Neuanlagen unverändert angewandt. EEG-Anlagen (Wind) wurden altersbedingt auf 85,1 % Effizienz skaliert, Post-EEG-Anlagen (Wind) auf 69,6 %. Für PV-Anlagen gilt analog eine skalierte Effizienz von 95,1 % und 89,3 %.
- **Gesamtnachfrage und sektorale Nachfrage Wärme:** Die Daten wurden durch für die Region Mittelrhein-Westerwald nach <https://www.hotmaps.eu/map> ermittelt.
- **Gesamtnachfrage Verkehr:** Aufgrund fehlender Daten zur Verkehrsnachfrage in der Region Mittelrhein-Westerwald wurde die Energienachfrage des Verkehrsbereichs der Studie „Mobilitätsstrategie 2030plus“ des

- StädteNetz „Mitten am Rhein“ entnommen. Die Verkehrsdaten der Stadt Koblenz sind nicht enthalten.
- **Sektorale Nachfrage Verkehr:** Auf Basis der Fahrzeugzahlen des Kraftfahrtbundesamts sowie den durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) erfassten Fahrleistungen erfolgte die Zuordnung der anteiligen Energieverbräuche auf die einzelnen Fahrzeugkategorien im Rahmen von HyStarter durch die EE ENERGY ENGINEERS.
- **Verfügbare Reststoffmengen:** Vereinfachend wurde hier auf Statistiken zu den Abfallaufkommen Deutschlands zurückgegriffen, die anschließend mit einem Pro-Kopf-Schlüssel auf die Region heruntergebrochen wurde. Verwendete Statistiken sind: NABU 2019, Circular Economy Initiative 2021 (Kunststoffabfälle) / UBA 2018 (Altreifen) / UBA 2018, Destatis 2019 (Klärschlämme). Die verfügbaren Biogasmengen wurden durch die regionalen Akteure definiert.
- **Gesamtnachfrage und sektorale Nachfrage Industrie:** Die Nachfrage nach Wasserstoff aus der mikrobiellen Methanisierung bezieht sich auf ein zu methanisierendes Biogasvolumen von 18 Mio m³. Die Nachfrage nach Wasserstoff im Industrieszenario wurde aus einer im Rahmen von HyStarter durchgeführten Unternehmensbefragung abgeschätzt.

Annahmen zur Regionalen H₂-Nachfrage (inkl. Nachfragezeitreihen)

	Energie-nachfrage	Deckungsanteil H ₂	H ₂ -Nachfrage	Mehrzahlungsbereitschaft
Verkehrssektor	983 GWh/Jahr	Pkw und Kleintransporter (je 10 %) Lkw (20 %) Abfallsammelfahrzeuge (15 %) Busse im ÖPNV (25 %)	2.470 t/Jahr	Keine Mehrzahlungsbereitschaft (Dieselpreis: 1,80 €/l ohne CO ₂ -Preis)
Wärmesektor	2.849 GWh/Jahr	Wohngebäude (3 %) Bürogebäude (3 %) Prozesswärme (7 GWh/a)	2.774 t/Jahr	Keine Mehrzahlungsbereitschaft (Erdgaspreis: 80 €/MWh ohne CO ₂ -Preis)
Industrienachfrage H₂ (Mikrobielle Methanisierung)			2.821 t/Jahr	–

Annahmen zur Energie- und H₂-Bereitstellung

Verfügbare EE-Kapazitäten	Weitere regionale Ressourcen	H ₂ -Produktionspfade
 Ausbaupotenzial: 279 MW	 Klärschlämme: 9.904 t/a Kunststoffabfälle (PE/PP): 18.072 t/a Altreifen: 2.241 t/a Biogas: 18 Mio m ³	<input checked="" type="checkbox"/> Wasserelektrolyse <input checked="" type="checkbox"/> Reststoffthermolyse <input checked="" type="checkbox"/> Methanplasmalyse <input checked="" type="checkbox"/> Dampfgasreformierung
 Ausbaupotenzial: 546 MW		
 Bestand (2035): 38 MW Ausbaupotenzial: nicht betrachtet		

Weitere Annahmen

H₂-Importe: nicht zugelassen • Stromexportkapazitäten: < 200 MW • CO₂-Preis: 100 €/t CO₂
Transport- und Handlingkosten H₂: 0,36 €/kg H₂ (Pipeline) | 2,30 €/kg (Trailer, H₂-Tankstelle)
Strom- oder Erdgasimporte: < 100 MW (Strom), < 300 MW (Erdgas)

Alternativszenarien

Vom Basisszenario abweichende Annahmen

Szenario „Champagnerdiskussion“	Szenario „EE-Investorenmodell“	Szenario „mit industrieller H ₂ -Nachfrage“	Szenario „mit industrieller H ₂ -Nachfrage (autark)“
Dieses Alternativszenario entspricht dem Basisszenario mit der abweichenden Annahme eines erhöhten H ₂ -Deckungsbeitrags bei Schwerlastverkehren (30 % Lkw, je 50 % Busse und ASF) und Prozesswärmebereitstellung (21 GWh/a statt 7 GWh/a), dafür ohne H ₂ -Einsatz im Bereich der Pkw, der leichten Nutzfahrzeuge und der Wärmeversorgung von Gebäuden.	Dieses Alternativszenario entspricht dem Basisszenario mit der abweichenden Annahme, dass sich die EE-Anlagen in „fremder Hand“ befinden und keine Nebeneinnahmen aus Stromverkäufen generiert werden können.	Dieses Alternativszenario entspricht dem Basisszenario mit der abweichenden Annahme, dass eine Wasserstoffnachfrage der Industrie in Höhe von 23.500 t H ₂ /a zusätzlich berücksichtigt werden. Eine Zahlungsbereitschaft dieser beiden Märkte in Höhe von 3 €/kg H ₂ wird angenommen. Eine mikrobielle Methanisierung findet nicht statt.	Dieses Alternativszenario entspricht dem Szenario „mit industrieller H ₂ -Nachfrage“ mit der abweichenden Annahme, dass keine Energieimporte (Strom, Erdgas, Wasserstoff) zugelassen sind.

Jahresbilanzen des Basisszenarios Investitionskosten gesamt: 746,9 Mio. €

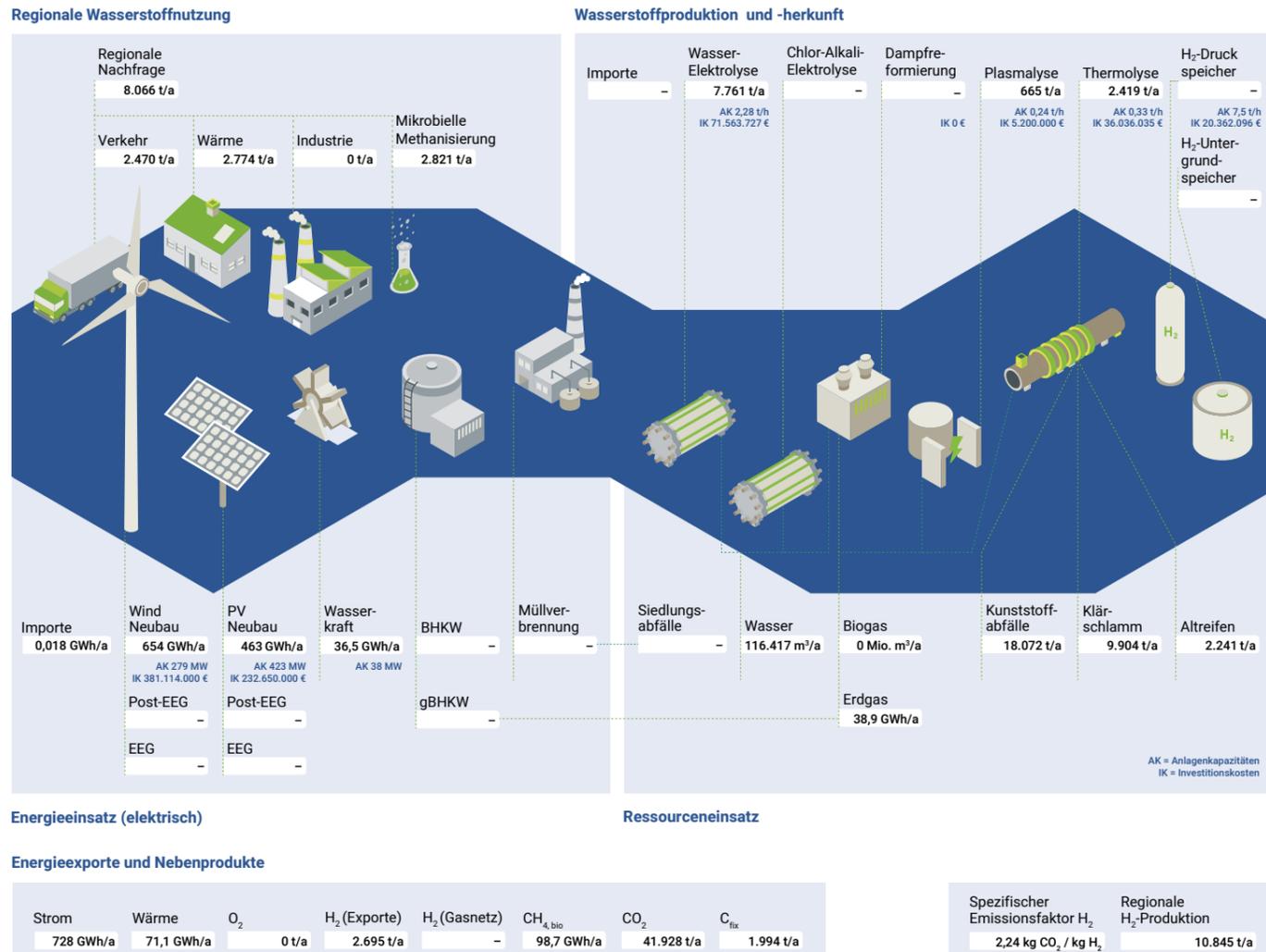


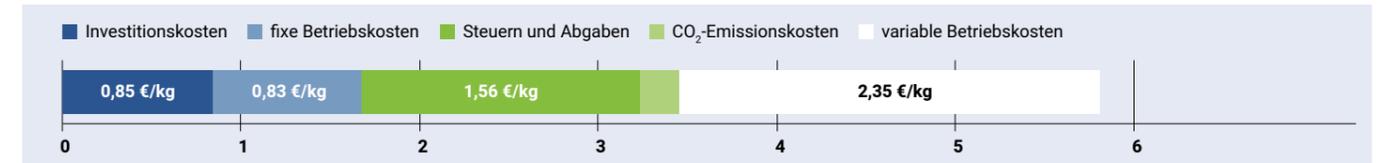
Abbildung 3: © H2Scout.eu/Spilett

(1) Netzstrombezug wird als Stromimporte gewertet, auch wenn der Strom bilanziell aus regionalen EE-Anlagen stammen könnte. (2) Abweichungen in der Zahlungsbereitschaft entstehen aufgrund unterschiedlicher Märkte bzw. abweichenden Mengen exportiertem „Überschusswasserstoffs“ (3) Negative Vermeidungskosten entstehen, wenn Wasserstoff günstiger bereitgestellt werden kann als die über die Sektoren gemittelte Zahlungsbereitschaft abzüglich der CO₂-Kosten für die Bereitstellung des Wasserstoffs. (4) In allen Szenarien unberücksichtigt sind Effekte durch Förderung / Anschubfinanzierung, sowie Einnahmen aus dem Vertrieb von CO₂-Zertifikaten.

Basis- und Alternativszenarien im Vergleich Ergebnisse

Szenarien	H ₂ -Nachfrage	Autarkiegrad ¹	H ₂ -Bereitstellungskosten	Zahlungsbereitschaft H ₂ ²	Gewinn vor Steuern
Basisszenario	8.066 t/a	93,5%	2,03 €/kg	4,51 €/kg	26,67 Mio €/a
Champagnerdiskussion	6.143 t/a	100%	1,28 €/kg	4,33 €/kg	27,99 Mio €/a
EE-Investorenmodell	8.066 t/a	87,9%	4,84 €/kg	4,87 €/kg	0,18 Mio €/a
Mit Industrienachfrage	28.745 t/a	56,7%	4,51 €/kg	1,89 €/kg	-75,86 Mio €/a
Mit Industrienachfrage (autark)	28.745 t/a	100%	5,69 €/kg	1,89 €/kg	-110,11 Mio €/a

Zusammensetzung der regionalen H₂-Gestehungskosten¹ Summe: 5,14 €/kg



1 Die H₂-Gestehungskosten beziehen sich ausschließlich auf die H₂-Produktionsanlagen. Stromkosten werden als variable Betriebskosten berücksichtigt

Abbildung 4: © H2Scout.eu/Spilett

Zusammensetzung der Umsätze Summe: 130.170.562 €/a

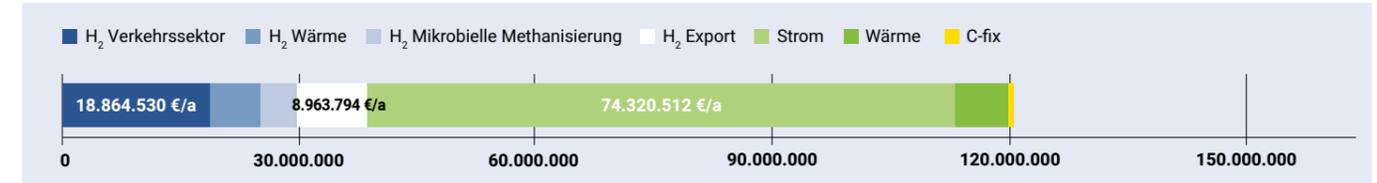


Abbildung 5: © H2Scout.eu/Spilett

Leistungskennzahlen des Systems (KPI)

8.066 t/a H ₂ -Nachfrage ergibt sich aus den definierten H ₂ -Bedarfen der Region	2,03 €/kg H ₂ -Bereitstellungskosten Break-Even-Preis, der im Mittel vom Kunden gezahlt werden muss, um einen Gewinn zu erzielen	26.673.058 €/a Gewinn vor Steuern Maximaler Gewinn vor Steuern im Fall, dass die durchschnittliche Zahlungsbereitschaft als Preis realisiert wird	78.620 t/a Vermiedene CO ₂ -Emissionen Vermiedene Gesamtemissionen zuzüglich der bei der Wasserstoffproduktion entstehenden CO ₂ -Emissionen	16.593.910 €/a Vermiedene externe Kosten Vermiedene gesellschaftliche Kosten des Klimawandels und der Stickoxidemissionen des Verkehrssektors
93,5% Autarkiegrad Regionaler Anteil der zur Wasserstoffproduktion verwendeten Primärenergie	4,51 €/kg Zahlungsbereitschaft H ₂ Durchschnittliche Zahlungsbereitschaft über alle Nachfragesektoren	5,9% Kapitalrendite bei einer angenommenen Systemlaufzeit von 20 Jahren.	-171,83 €/t CO ₂ -Vermeidungskosten Die CO ₂ -Vermeidungskosten enthalten als Differenz zwischen Bereitstellungskosten und Zahlungsbereitschaft den definierten CO ₂ -Preis.	49.683.058 €/a Direkte regionale Wertschöpfung Anteil der in der Region verbleibenden Wertschöpfung aus dem Betrieb der Anlagen (Näherungswert aufgrund unvollständiger Datenbasis)

Fazit

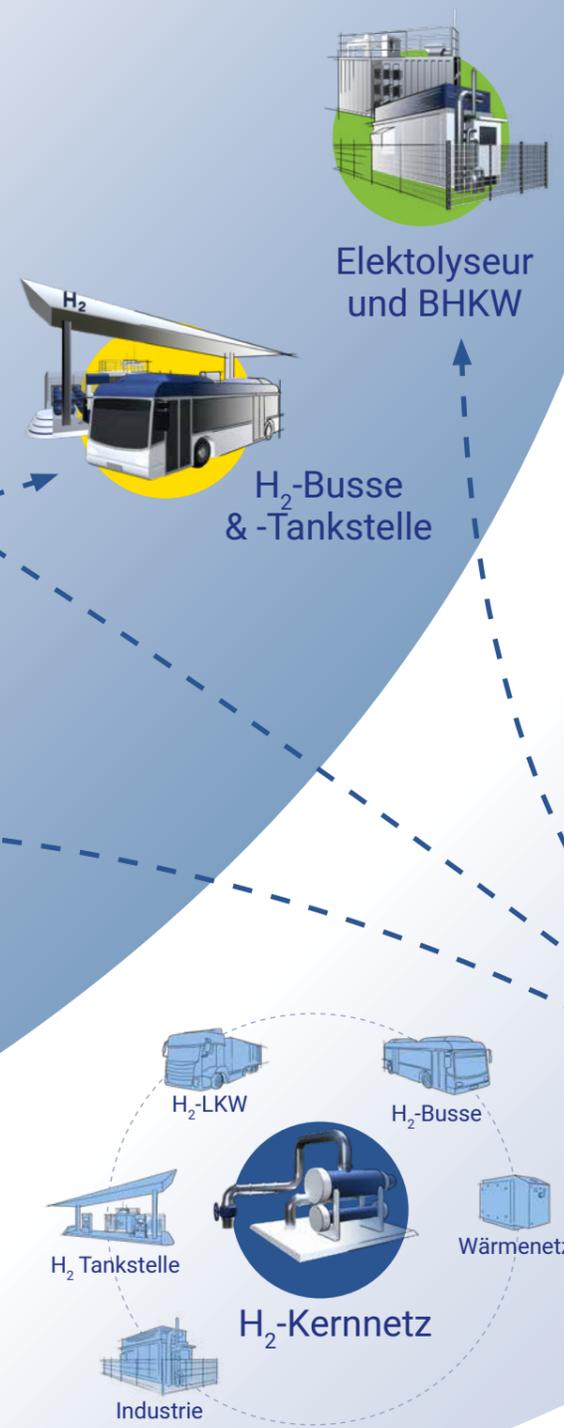
Alle im Rahmen der HyStarter-Strategiedialoge definierten Szenarien beziehen sich auf die Wasserstoffregion Mittelrhein-Westerwald für das Jahr 2035. Ein zentrales Ergebnis ist, dass sich die definierte Nachfrage aus eigenen Ressourcen decken lässt. Drei der fünf Szenarien sind wirtschaftlich⁴. Die Ergebnisse lassen sich noch weiter verbessern, wenn mehr regionale Ressourcen eingesetzt werden, z. B. durch geographische Ausweitung auf die Eifel, die bilanziell als Netto-Quelle für erneuerbare Energien und Wasserstoff betrachtet werden kann. Ohne Berücksichtigung der Einnahmen aus Stromverkäufen steigen die Bereitstellungskosten von 2,03 €/ kg H₂ auf 4,84 €/ kg H₂. Die geringe Zahlungsbereitschaft ist ursächlich für die fehlende Wirtschaftlichkeit der Industrieszenarien. Das Szenario „Industrienachfrage (autark)“ erfordert eine Verdreifachung der Elektrolyse- und Verzehnfachung der Speicherkapazitäten, jedoch nur einen geringfügig weiteren Ausbau der im Basisszenario verwendeten EE-Anlagen (Wind: +0 MW, PV: +123 MW).

	Kapitalrendite	Vermiedene CO ₂ -Emissionen	CO ₂ -Vermeidungskosten ³	Vermiedene externe Kosten	Direkte regionale Wertschöpfung
Basisszenario	5,9%	78.620 t/a	-171,83 €/t	16,59 Mio €/a	49,68 Mio €/a
Champagnerdiskussion	6,4%	61.874 t/a	-230,38 €/t	13,20 Mio €/a	49,77 Mio €/a
EE-Investorenmodell	0,2%	75.324 t/a	121,98 €/t	15,92 Mio €/a	6,19 Mio €/a
Mit Industrienachfrage	-13,1%	270.611 t/a	416,65 €/t	55,95 Mio €/a	32,05 Mio €/a
Mit Industrienachfrage (autark)	-14,8%	340.635 t/a	430,75 €/t	70,31 Mio €/a	34,56 Mio €/a

RHEINHAFEN BENDORF



BENDORF UND UMGEBUNG



REGION MITTELRHEIN-EIFEL-WESTERWALD



- kurzfristig
- mittelfristig
- langfristig
- - - Synergien

Bendorf

Die Wasserstoffregion Bendorf wurde im Anschluss an HyStarter erfolgreich initiiert und die Entwicklung des Rheinhafens Bendorf zum regionalen Wasserstoff-Hub hat eine Strahlkraft entwickelt, welche den Hochlauf der Region Mittelrhein-Eifel-Westerwald zur Wasserstoffregion deutlich beschleunigte. Die im Rahmen des HyStarter-Projekts identifizierten Bedarfe der regionalen Industrieunternehmen in Höhe von 21.000 t H₂/Jahr konnten zeitnah erschlossen und sogar übertroffen werden, so dass die Dekarbonisierung der Industrie im Jahr 2035 weit vorangeschritten ist und die Klimaschutzziele vorzeitig erreicht wurden. Ein wichtiger Faktor der Beschleunigung war die Anbindung des Rheinhafens in Bendorf an das europäische H₂-Kernnetz im Jahr 2030, die mit Unterstützung der Landesregierung im Herbst 2023 in die Bundesnetzplanung aufgenommen und deren Realisierung mit Nachdruck verfolgt wurde. Hiermit konnte eine Versorgungssicherheit gewährleistet werden, die in Kombination mit wirtschaftlich attraktiven Langfristverträgen zur Belieferung von Wasserstoff aus regionalen und überregionalen Quellen einen wichtigen Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit der Industrie leistet. Die über Jahrzehnte hinaus stabilen Energiepreise waren auch ein wichtiger Faktor für die Unternehmen der produzierenden Industrie, die sich in den vergangenen 10 Jahren in der Region neu angesiedelt haben. Die Anbindung an das H₂-Kernnetz war auch eine wichtige Voraussetzung für die Entwicklung des Standorts zu einem Umschlagplatz für importierten Wasserstoff: Die am Standort langjährig betriebenen Mineralöltanklager der Mabanafit konnten sukzessive umgerüstet werden und speichern nun den per Schiff gasförmig oder in Form von Ammoniak importierten Wasserstoff, der für weiter entfernte Industriekunden gecrackt und für den Weitervertrieb in das H₂-Kernnetz eingespeist wird.

Der Wasserstoff-Hub am Hafen Bendorf verfügt neben dem Anschluss an das H₂-Kernnetz auch über eine eigene elektrolytische Wasserstoffproduktion mit einer Leistung von 30 MW, die mit Wasser aus dem Brunnen am ehemali-

gen Wasserwerk gespeist wird und den Wasserstoffbedarf der Wärme- und Verkehrsmärkte in der Region Mittelrhein-Eifel-Westerwald deckt. Aufgrund der steigenden Nachfrage nach Wasserstoff aus der Region wird im Jahr 2035 eruiert, inwieweit ein Ausbau der Elektrolysekapazitäten am Rheinhafen Bendorf auf 60-80 MW realisierbar ist. Die dafür erforderliche Erweiterung der regionalen Stromnetzkapazitäten wurde bereits angestoßen und befindet sich in der Prüfung durch die Bundesnetzagentur. Diese Kapazitätserweiterung wäre ein wichtiger Baustein der regionalen Wasserstoffwirtschaft, die aus mittlerweile fünf dezentralen und miteinander vernetzten Produktionsstandorten besteht.

Nachdem die Hy.Bendorf in Nachbarschaft zum Rheinhafen Bendorf im Jahr 2026 die erste Tankstelle für den Schwerlastverkehr errichtet hat und der Fuhrpark der Spedition Normann in Bendorf in den Folgejahren komplett auf Wasserstoff umgerüstet wurde, sind viele Flottenbetreiber der Region diesem Beispiel gefolgt. Im Jahr 2035 fährt jeder fünfte Lkw mit Wasserstoff und tankt an einer der mittlerweile zehn öffentlichen Wasserstofftankstellen, die in der Region zu diesem Zweck durch die Hy.Bendorf errichtet wurden. Auch die Kommunen der Region sind diesem Beispiel gefolgt und haben begonnen, ihre Fahrzeugflotten auf Wasserstoffantrieb umzurüsten. Im Jahr 2035 fährt bereits jeder vierte Bus im ÖPNV und jedes siebte Abfallsammelfahrzeug emissionsfrei mit erneuerbarem Wasserstoff aus der Region. Die Busse tanken entweder an ihren jeweiligen Betriebshoftankstellen oder an der Wasserstofftankstelle am Rheinhafen Bendorf, der sich in den vergangenen Jahren zum zentralen Umsteigeknotenpunkt der intermodalen Mobilität in der Region entwickelt hat. Auch die private bzw. gewerbliche Nutzung von Pkw hat aufgrund der zunehmenden Sichtbarkeit der Wasserstoffregion im Alltag der Menschen Fahrt aufgenommen und jeder zehnte Pkw in der Region wird in 2035 mit Wasserstoff betrieben.

Die Verteilung des Wasserstoffs an die Tankstellen und zu den Neubauquartieren, die über ein dezentrales BHKW mit Wasserstoffbetrieb in Ergänzung der Wärmepumpenheizung verfügen, erfolgt durch die Raiffeisen Waren-Zentrale Rhein-Main AG (RWZ), einem zentralen Akteur im Bereich von Wasserstofflogistik und -transport in der Region Mittelrhein-Eifel-Westerwald, der von Beginn an den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft begleitet hat. Zusätzlich hat die Energieversorgung Mittelrhein AG (EVM) erste dezentrale Wasserstoffnetze in Betrieb genommen und demonstriert erfolgreich, dass auch Wohnquartiere und Gewerbestandorte versorgungssicher und wirtschaftlich mit Wasserstoff betrieben werden können. Die Kooperation mit dem SmartQuart-Projekt in Kaisersesch hat in den Anfangsjahren dabei geholfen, Entwickler von Neubauquartieren und Gewerbestandorten durch Exkursionen vor Ort davon zu überzeugen, dass Wasserstoff eine Lösung sein kann und im Alltag funktioniert.

Der grüne Strom für die Elektrolyse stammt aus 56 neu gebauten Windkraftträdern und 317 ha PV-Anlagen, die mit politischer Unterstützung des Bundesverbands Windenergie Rheinland-Pfalz, der Energieagentur Rheinland-Pfalz und der Struktur- und Genehmigungsdirektion (SGD Nord) in den vergangenen Jahren in der Region errichtet

wurden.⁴ Die Wind- und PV-Anlagen werden ebenso wie die Anlagen zur elektrolytischen Wasserstoffproduktion durch die Eigentümerin Wasserstoff-Hub Bendorf GmbH & Co KG betrieben, an der neben der Stadt Bendorf auch die Hy.Bendorf, die EVM, die Stadtwerke Neuwied, die RWZ, die Mabanafit, die BUS-Bendorf und weitere regionale Unternehmen sowie Akteure der regionalen Bürgerenergie beteiligt sind. Somit wird sichergestellt, dass die wirtschaftlichen Potenziale entlang der Wertschöpfungskette gehoben und die entstehenden Nebenprodukte vollständig in der Region verwertet werden: Der Sauerstoff aus der Elektrolyse wird an das benachbarte Klärwerk Bendorf sowie nach Aufbereitung an die BDH-Klinik Vallendar geliefert. Die Abwärme der Elektrolyse wird in das Nahwärmenetz der Stadt Bendorf eingespeist, das im Rahmen der Wärmeleitplanung als geeignete Infrastruktur zur Dekarbonisierung der Innenstadt von Bendorf identifiziert wurde. Um etwaige temporäre Engpässe in der Wärmeversorgung zu überbrücken, besitzt die Wasserstoff-Hub Bendorf GmbH & Co. KG ein wasserstoffbetriebenes BHKW am Hafenstandort, das neben der Standortenergieversorgung (Normalbetrieb) durch Überlastbetrieb der Brennstoffzellen flexibel zusätzliche Mengen an Wärme und / oder Strom für die anliegenden Netze und Verbraucher bereitstellen kann.

⁴ Quelle: Berechnungen H2Scout.eu auf Basis der Geodaten des Agora Potenzial- und Windflächenrechners (<https://zenodo.org/record/6728382>)



Abbildung 6: Entwurf zum städtebaulichen Konzept des Rheinhafens (2021) © luxfeld digital art

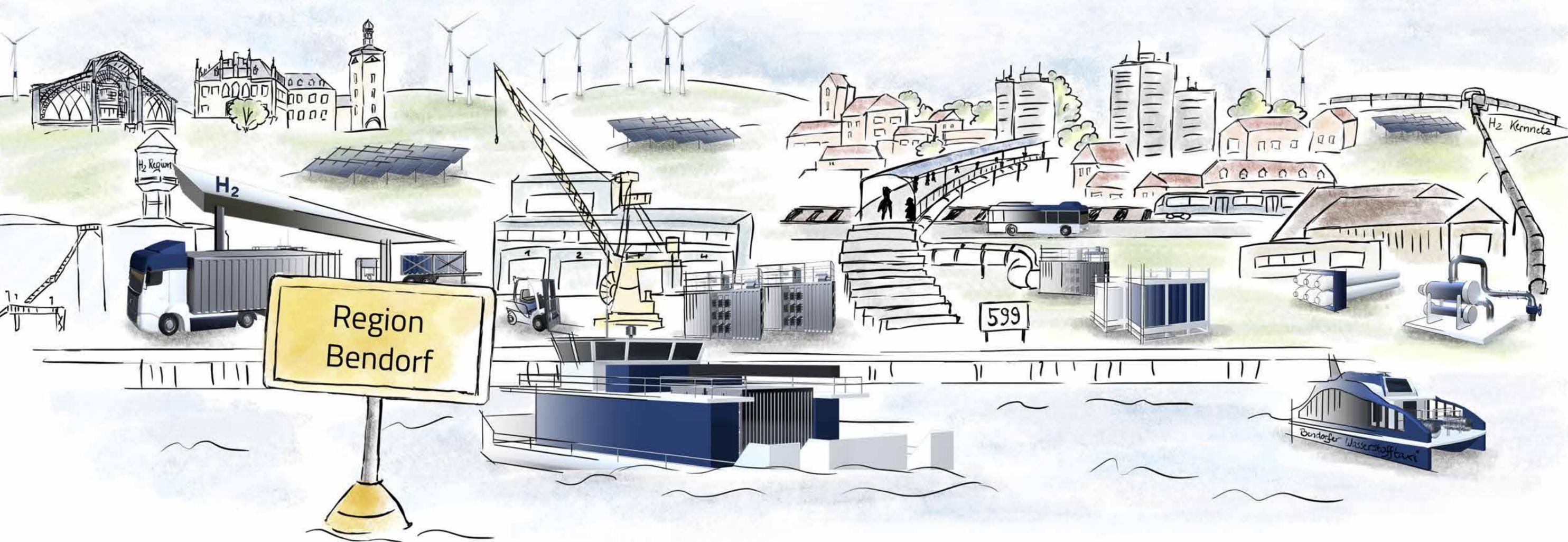


Abbildung 7: Die Vision 2035 – Optionen der Wasserstoffproduktion und der Wasserstoffanwendungen in der Region Bendorf

Eine zusätzliche Dekarbonisierung des Wärmemarkts erfolgt regional und überregional durch die Aufbereitung von 18 Mio m³ Biogas zu Biomethan mittels mikrobieller Methanisierung mit Wasserstoff. Das Biomethan wird in das bestehende Erdgasnetz eingespeist und erreicht somit auch anderweitig schwierig zu dekarbonisierende Kunden.

Bundesweite Aufmerksamkeit erzielte der Rheinhafen durch die Inbetriebnahme der ersten Tankstelle für Güterbinnenschiffsverkehre am Rhein. Somit konnte die Firma Contargo als Vorreiter demonstrieren, dass Wasserstoff eine technisch und wirtschaftlich machbare Alternative zu Methanol und eFuels in der Binnenschifffahrt ist.

Die frühzeitige Beteiligung und Qualifizierung der Mitarbeiter in den Genehmigungsbehörden stellte einen wichtigen Standortvorteil im Hochlauf der Wasserstoffregion in der Region Mittelrhein-Eifel-Westerwald dar. Durch die Verkürzung von Genehmigungsprozessen und die kooperative Zusammenarbeit aller Beteiligten konnten wichtige Projektvorhaben in die Region geholt und die Eintrittshürden bei manchen Akteuren gesenkt werden.

H₂O

HANDLUNGSFELD 1:

H₂-Produktion und Umschlag am Industriehafen Bendorf („H2-Hub Hafen“)

Der Industriehafen Bendorf ist heute einer der bundesweit größten Lager- und Umschlagplätze für Mineralöl und bildet zusammen mit dem Güterumschlag am Hafen einen wichtigen Wirtschaftsfaktor für die Stadt Bendorf und Umland. Der klimapolitisch begründete Aufbruch in ein post-fossiles Zeitalter bedeutet zum einen eine absehbare Stilllegung des Mineralöllagers in den kommenden Jahren, zum anderen erfordert es eine vorausschauende Umrüstung der am Hafen betriebenen Anlagen und Fahrzeuge auf emissionsfreie bzw. klimaneutrale Energien. Ohne ein proaktives Vorgehen der Neuausrichtung und Ertüchtigung des Hafenstandorts droht der Stadt die Wiederholung der in den 1990er Jahren erlebten Wirtschafts- und Standortkrise aufgrund der Abwanderung der Montanindustrie.

Wasserstoff erfährt eine große Akzeptanz bei den aktuell am Standort und in unmittelbarer Nachbarschaft tätigen Unternehmen sowie den Entscheider:innen in Politik und Verwaltung. Das Engagement seitens der Stadt wurde im Juli 2023 durch Abgabe einer Stellungnahme zum Planungsstand der Fernleitungsnetzbetreiber (FNB Gas) für ein überregionales Wasserstoff-Kernnetz bis zum Jahr 2032 unterstrichen, in dem die Anbindung des Industriehafens Bendorf an das Kernnetz bis 2027 (spätestens 2032) gefordert wird. Eine Vorabprüfung möglicher Streckenverläufe im Stadtgebiet Bendorf wurde beigefügt.

Darüber hinaus wird Wasserstoff auch als mögliche Option der Dekarbonisierung der Binnenschifffahrt in der Wasserstoffstrategie des Landes Rheinland-Pfalz gesehen. Wasserstoff könnte sowohl gasförmig, wie auch in Derivaten (eFuels, grünes Methanol, Ammoniak) für eine Betankung am Industriehafen Bendorf oder auch eine Bunkerbetankung bereitgestellt werden.

Ziel ist es, den Industriehafen Bendorf zum H₂-Produktions- und Umschlagplatz für die Region Mittelrhein zu entwickeln („H2-Hub“) und Wasserstoff von hier aus den regionalen Verkehrs- und Wärmemärkten sowie interessierten Industriekunden zur Verfügung zu stellen. Die lokale Wasserstoffversorgung des Stadtgebiets Bendorf und des Umlandes erfolgt über elektrolytische Produktionsanlagen am Hafen und eine straßengebundene Verteilungslogistik bzw. Möglichkeiten der Schiffsbetankung am Hafen. Größere Abnahmemengen von regionalen Industriekunden bzw. überregionalen Kunden können darüber hinaus auch über Wasserstoffimporte abgedeckt werden, die per Schiff oder via H₂-Kernnetz anlanden. Eine Lagerung bzw. ein Umschlag von Wasserstoff für eine Verteilung per Pipeline, Schiene, Lkw oder Schiff ist möglich und wird angedacht.



Umsetzungsstrategie

Die Ertüchtigung des Hafengebiets zu einem „H2-Hub“ erfordert einen Transformationspfad, der die Bedarfe und Interessen der unterschiedlichen am Standort tätigen Akteure berücksichtigt, um Akzeptanz bei allen Beteiligten zu sichern und Synergien zu nutzen, welche die Wirtschaftlichkeit der Aktivitäten sicherstellen und Risiken minimieren.

Die Stadt Bendorf wird gemeinsam mit der Rheinhafen Bendorf GmbH als Eigentümerin bzw. Verwalterin der Hafenumflächen die planerische und gestalterische Verantwortung für die Errichtung des „H2-Hub“ am Industriehafen Bendorf übernehmen und von Beginn an alle heute am Standort tätigen Unternehmen eng in die Diskussionen einbinden. Ziel ist es, die Bedürfnisse und Bedarfe aller Akteure frühzeitig in die Planungen zu integrieren, um die Potenziale zu erkennen und zu heben. Auf der anderen Seite können so im Rahmen der Standortentwicklung rechtzeitig noch fehlende Aktivitäten und Kapazitäten identifiziert und gezielt auf freien oder freiwerdenden Pachtflächen angesiedelt werden. Die Erschließung neuer Flächen im Hafengebiet und seiner Umgebung zur perspektivischen Erweiterung der Kapazitäten des „H2-Hub Industriehafen Bendorf“ wurde bereits zum Zeitpunkt der Strategiedialoge HyStarter durch die Stadtverwaltung evaluiert. Erforderliche Aktivitäten wurden angestoßen.

Zum Zeitpunkt der Strategiedialoge HyStarter konnte noch nicht abschließend geklärt werden, wie zukünftige Eigentums- und Betreiberstrukturen der Wasserstoffaktivitäten am Industriehafen Bendorf gestaltet werden sollen. Denkbar sind – vor allem in der Anfangsphase – Einzelvorhaben in Verantwortung der jeweiligen Projektpartner:innen. Langfristig sollte jedoch – auch vor dem Hintergrund der Nutzung von Synergien und Vermeidung von Überkapazitäten bzw. konkurrierenden Aktivitäten um Fläche, Märkte und Aufmerksamkeit – sichergestellt werden, dass der „H2-Hub Industriehafen Bendorf“ gemeinschaftlich gedacht und entwickelt wird.

Gründe für die noch nicht abgeschlossenen Überlegungen zu zukünftigen Eigentums- und Betreiberstrukturen sind die noch laufenden internen Entscheidungsprozesse in den am Konzept interessierten bzw. perspektivisch beteiligten Unternehmen:

- Die Stadt Bendorf / Rheinhafen Bendorf GmbH kann die Rolle und Ausgestaltung des „H2-Hub Hafen Bendorf“ nicht losgelöst von den überregionalen bzw. landespolitischen Diskussionen und Entscheidungen zur Entwicklung von „H2-Hubs an Binnenhäfen in Rheinland-Pfalz“ definieren und wird die Ergebnisse der laufenden Accenture-Studie berücksichtigen⁵. Mit ersten Ergebnissen der Studie wird im Herbst 2023 gerechnet.
- Eine abschließende politische Entscheidung zur Umsetzung des im städtebaulichen Konzept von Bendorf skizzierten „Mobilitäts-Hubs“ in unmittelbarer Hafennähe steht noch aus. Dieses sieht die Errichtung eines Knotenpunktes für Stadt- und Regionalbusse sowie den Neubau einer Bahnhaltstelle in Bendorf für den Regionalverkehr vor, welcher auch als Thema in der Stationsoffensive der Deutschen Bahn adressiert ist.⁶ Die Realisierung des Mobilitäts-Hubs hat unmittelbare Auswirkungen auf die Skalierung der H₂-Infrastrukturen vor Ort, da die unterschiedlichen Verkehrsmittel am entstehenden Mobilitäts-Hub perspektivisch klimaneutral mit grünem Wasserstoff versorgt werden sollen.
- Eine H₂-Marktpotenzialstudie der Mabanaft / Oiltanking als aktuellem Betreiber des Mineralöllagers für den Standort Bendorf wird zum Herbst 2023 abgeschlossen, erst anschließend können konkretere Aussagen zur zukünftigen Rolle der Mabanaft (Oiltanking) am „H2-Hub Industriehafen Bendorf“ erwartet werden.
- Die BUS – Bendorfer Umschlag- und Speditionen GmbH & Co. KG hat Interesse an der Umrüstung ihres Fuhrparks und ihrer Anlagen signalisiert unter der Voraussetzung eines perspektivisch wirtschaftlichen Betriebs. Eine abschließende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung kann erst nach Kenntnis der zu etablierenden Infrastrukturen (in Art und Kapazität) und der Marktverfügbarkeit der erforderlichen Fahrzeuge und Anlagen erfolgen.
- Die Hy.Bendorf plant in der Nähe des Hafengebiets eine eigene Wasserstofftankstelle und die (Teil-)Umrüstung des Lkw-Fuhrparks der Normann Gruppe am Standort In der Langenfuhr auf Wasserstoffantriebe – inwieweit ein zusätzliches Engagement mit weiteren Infrastrukturen am Hafen die aktuellen Aktivitäten ergänzen könnte, wird zu einem späteren Zeitpunkt entschieden (nach Vorliegen erster Betriebserfahrungen und unter Berücksichtigung vorhandener Förderprogramme).

⁵ Im August 2023 wurde im Auftrag des Landes Rheinland-Pfalz eine Untersuchung von drei ausgewählten Binnenhäfen – darunter Bendorf – im Hinblick auf ihre Eignung als H2-Hubs gestartet. Die Studie umfasst u. a. eine detaillierte Betrachtung der Häfen mit dem Fokus auf die Transportwege, die H₂-Erzeugung am Hafen sowie die Infrastruktur und den Flächenbedarf vor Ort. Des Weiteren werden die regionalen H₂-Bedarfe und -Absatzmöglichkeiten untersucht. Weitere Bestandteile beinhalten ein Technologie-Screening und eine Darstellung der regulatorischen Rahmenbedingungen.

⁶ https://www.rheinpfalz.de/wirtschaft_artikel,-17-neue-bahn-haltestellen-durch-stationsoffensive-_arid,5136312.html

- Die Energieversorgung Mittelrhein AG (EVM) evaluiert derzeit die Voraussetzungen für eine technische und wirtschaftliche Machbarkeit eines lokalen Wärmenetzes zur Nutzung der Abwärme der geplanten Elektrolyseanlagen am Hafen Bendorf und ggfs. erforderliche Investitionen in ein unterstützendes, wasserstoffbetriebenes Blockheizkraftwerk. Darüber hinaus unterstützt die EVM Tochterfirma Energienetze Mittelrhein GmbH & Co. KG bei der Evaluierung der Erweiterungsfähigkeit des Stromnetzanschlusses und der Anbindung des Hafengebiets an das H₂-Kernnetz bzw. ein gegebenenfalls zu errichtendes lokales Wasserstofftransportnetz.
- Die RWZ – Raiffeisen Waren-Zentrale Rhein-Main hat Interesse signalisiert an der Produktion von Wasserstoff im Hafengebiet, sowie dem Handling und Vertrieb des am Standort anlandenden bzw. umzuschlagenden Wasserstoffs. In Abhängigkeit der Planungen und Aktivitäten der weiteren am Standort interessierten Unternehmen sowie der resultierenden Bedarfe an den entsprechenden Serviceleistungen wird die RWZ ihre zukünftige Rolle im System ausrichten und weiter differenzieren.

In Abhängigkeit der Entscheidungen und Wünsche der aktuell am Hafen tätigen bzw. perspektivisch beteiligten Akteure sind unterschiedliche Eigentums- und Betreiberstrukturen für den „H2-Hub Industriehafen Bendorf“ denkbar:

1. Einzelaktivitäten bzw. -projekte unter einer gemeinsamen „Dachmarke“, die von der Stadt Bendorf platziert wird.
2. Einzelaktivitäten /-projekte und gemeinschaftliche Infrastrukturen (z. B. Werkstätten, Servicekapazitäten, H₂-Speicher, H₂-Abfüllanlagen o. ä.).
3. Vertriebsgemeinschaft– Infrastrukturen verbleiben in Eigentum und in Betrieb einzelner Partner, die Vermarktung des Wasserstoffs erfolgt gemeinschaftlich.
4. Produktionsgesellschaft – Die Wasserstoffaktivitäten am Hafen Bendorf werden durch eine zu gründende Gesellschaft realisiert, in deren Besitz sich die Anlagen befinden und die für den Betrieb der Anlagen sowie den Vertrieb der Produkte zuständig ist. Gesellschafter sind alle am H2-Hub Bendorf interessierten und involvierten Akteure. Bei Bedarf kann externe Expertise zum Betrieb der Anlagen eingekauft werden.



Abbildung 8: H₂-Projekte am Rheinhafen in Bendorf © BMDV / Spilett (auf Basis von openstreetmap.org)

Unabhängig von der Entscheidung zu zukünftigen Eigentümerstrukturen und Betreiberkonzepten am Hafen umfasst die Umstrukturierung des Industriehafens Bendorf zu einem zukunftsfähigen Produktions- und Umschlagplatz für Wasserstoff:

- den Aufbau einer elektrolytischen Wasserstoffproduktion mit Ertüchtigung der am Hafen verfügbaren Trinkwasserbrunnen und Bereitstellung der erforderlichen Anschlusskapazitäten an das Stromnetz,
- den Anschluss des Hafengebiets an ein zu etablierendes Nahwärmenetz zur Nutzung der Abwärme der Elektrolyse im Stadtgebiet Bendorf,
- den Anschluss des Hafengebiets an das benachbarte H₂-Kernnetz,
- die schrittweise Umrüstung der Mineralölspeicher zu Lagerstätten für klimaneutrale Kraftstoffe (bspw. gasförmiger Wasserstoff, grünes Ammoniak oder Methanol),
- die Errichtung von Betankungsinfrastrukturen für Schiffe und Abfüllanlagen für den schienen- oder straßen-seitigen Vertrieb des Wasserstoffs in die Region,
- ein Besucherzentrum zur Visualisierung und Kommunikation der Aktivitäten am H2-Hub Bendorf.

Vor dem Hintergrund der gesetzlichen Rahmenbedingungen zur Anrechenbarkeit von grünem Wasserstoff im Verkehrsbereich, welche die Wirtschaftlichkeit des emissionsfreien Kraftstoffs sicherstellen soll, ist es wichtig, die Elektrolyse bis Ende 2026 zu installieren. Nur dann ist sichergestellt, dass die Verwendung von Strom aus regionalen EE-Bestandsanlagen möglich und anrechenbar sein wird. Eine Herausforderung stellen hierbei die aktuell noch nicht ausreichenden Stromanschlusskapazitäten des Hafens dar. Diese müssten zur Stromversorgung einer Elektrolyse in der geplanten Größenordnung von 30 MW deutlich ausgebaut werden. Die erforderlichen Planungs- und Genehmigungsprozesse brauchen Zeit und stehen aktuell einer Inbetriebnahme der Elektrolyse bis Ende 2026 entgegen. Daher wird angestrebt, die Elektrolysekapazitäten sukzessive auszubauen und an den Hochlauf der Wasserstoffnachfrage sowie den Netzanschlusskapazitäten am Hafen auszurichten. Der Vorteil dieser Hochlaufstrategie ist, dass eine definierte Produktionskapazität für die Anrechenbarkeit von EE-Bestandsanlagen im THG-Quotensystem des Verkehrsbereichs langfristig sichergestellt wird. Zu diesem Zweck wird eine Elektrolyseanlage auf die

vorhandene bzw. kurzfristig nachrüstbare Anschlusskapazität ausgelegt, installiert und bis Ende 2026 in Betrieb genommen. Ein weiterer Vorteil des modularen Ausbaus der Elektrolysekapazitäten nach 2026 ist, dass die erwarteten und seitens der Industrie angekündigten Technologieverbesserungen (höhere Effizienz, niedrigere Kosten) genutzt werden können. Auch eröffnet diese Herangehensweise die Möglichkeit, Technologien unterschiedlicher Hersteller vergleichend zu betreiben bzw. unterschiedliche Elektrolyse-technologien zu erproben.

Zur Identifizierung einer geeigneten Hochlaufstrategie ab dem Jahr 2026 soll eine Machbarkeitsstudie erstellt werden, welche die perspektivischen Nachfragemengen nach Wasserstoff nach Abnehmer und Zeitpunkt differenziert aufschlüsselt, die Ausbaupotenziale der Hafeninfrastrukturen (Netzanschlüsse, Verkehrswege, Lagerflächen, Abfüllanlagen etc.) analysiert und darauf aufbauend ein Technologiesystem für den Hafen entwickelt, das sich modular erweitern lässt und flexibel genug ist, auf Änderungen der Nachfrage kurzfristig zu reagieren. Wichtige Fragestellungen, die es in der Machbarkeitsstudie zu beantworten gilt, sind hierbei die Genehmigungsfähigkeit dieser Anlagen, die Auswirkungen auf die Anrechenbarkeit im THG-Quotensystem bei Anlagenerweiterung, die Systemkompatibilität der Anlagenkomponenten, die Ausgestaltung eines geeigneten (kostenoptimalen und risikominimierenden) Eigentums- und Betreibermodells, der Flächenbedarf und die Akzeptanz der Industrieanlagen in unmittelbarer Nachbarschaft der Stadt Bendorf bei den Einwohner:innen. Insbesondere soll geklärt werden, inwieweit am Standort Hafen Bendorf Wasserstoffderivate produziert werden können und sollen (z. B. Methanol für Schiffsbetankungen, eFuels oder grünes Methan für den Verkehr bzw. die Industrie). Es ist geplant, diese Machbarkeitsstudie im Rahmen einer HyExperts-Bewerbung in der Wettbewerbsrunde 3 einzureichen.

In der Zwischenzeit sollen die geplanten Tiefbauarbeiten der Rheinhafen GmbH zum weiteren Ausbau der Hafestraße dazu genutzt werden, die notwendigen und möglichen Leerrohre bzw. Schächte für eine vereinfachte Verlegung der Infrastrukturen des zukünftigen Wasserstoff-Hubs anzulegen. Somit wird vermieden, dass die Straßen- und Gleisinfrastrukturen doppelt offengelegt werden müssen, was jeweils zu Betriebseinschränkungen führt und kostenintensiv ist.

Auch müssen das Verpachtungskonzept für die Hafenterrassen zeitnah auf eine erforderliche Anpassung der Flächennutzung hin evaluiert und Gespräche mit aktuellen und zukünftigen Pächtern geführt werden, um die Realisierbarkeit der geplanten Aktivitäten sicherzustellen.

Zum Ende des HyStarter-Projekts wurde die Stadt Bendorf vom international tätigen Logistikunternehmen Contargo GmbH & Co. KG angesprochen, das ein großes Interesse an einer zeitnahen Versorgung von Schiffen mit Wasserstoff am Industriehafen Bendorf signalisiert hat. Die Contargo verfügt über eine eigene Infrastruktur von Terminals sowie von Service- und Reparaturstätten entlang des Rheins und seinen wichtigsten Nebenflüssen, die sich auch bis ins Hinterland ausdehnt. Unter der Voraussetzung langfristig wirtschaftlich tragfähiger Rahmenbedingungen und ausreichend lokal verfügbaren grünen Wasserstoffs kann Contargo als zeitnaher Abnehmer von Wasserstoff und potenzieller Ankerkunde der emissionsfreien Rheinschifffahrt am Hafen positioniert werden. In einem ersten Schritt beschränkt sich die Wasserstoffbetankung der Schiffe am Hafen auf eine gasförmige Betankung via Containerwechsel. Dieser kann

auch am Contargo-Standort Koblenz erfolgen, der jedoch kein Stromhafen wie der Hafen Bendorf ist. Diese Eigenschaft ermöglicht schnellstmögliche Umschlagvorgänge für die Wasserstoff-Container, was bei steigender Anzahl der Abnehmer (Rheinschiffe) entscheidend sein kann. Perspektivisch sind auch andere Betankungsoptionen (z. B. Bunkering oder Betankung von Wasserstoffderivaten wie Methanol, Ammoniak oder eFuels) denkbar, die mit Contargo oder anderen interessierten Schiffseignern in Form von technologieoffenen Forschungs- oder Demonstrationsprojekten im Stromhafen Bendorf erprobt werden können.

Die Prüfung der technischen prozessualen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für die Betankung ist unter realen Einsatzbedingungen mit einem Containerschiff denkbar. Contargo wird ein solches Schiff mit hybridem Antriebssystem aus Wasserstoff, Batterie und Diesel ab 2024 auf der Strecke Rotterdam – Mannheim einsetzen. So können die Containerbetankung (500 bar) in Bendorf mit Wasserstoffmengen von ein bis zwei Tonnen pro Vorgang sowie der Einsatz von Wasserstoff auf Teilen der Strecke zwischen Mannheim und dem Seehafen getestet werden.

Unter diesen Annahmen liegt der kurzfristige Wasserstoffbedarf von Contargo bei jährlich etwa 100 Tonnen Wasserstoff je Containerschiff. Sowohl Flächen für die Lagerung der Wechselcontainer als auch die passenden Ladekräne für den Austausch der Wechselcontainer sind am Rheinhafen verfügbar, dennoch muss durch eine Risikoanalyse der Standortort genehmigungsrechtlich und wirtschaftlich abgesichert werden.

Sollte sich Wasserstoff in der Schifffahrt als Kraftstoff durchsetzen, würde die Abnahme am Hafen Bendorf perspektivisch um ein Vielfaches steigen. Unter der Voraussetzung, dass der Bund den Schiffsumbau und Neubau ausreichend fördert, könnten Bendorf wöchentlich bis zu 150 rein wasserstoffbetriebene Schiffe passieren. Damit würde die H₂-Abnahme auf eine Größenordnung von etwa 30.000 t/a steigen.

Die Diskussionen um die Ertüchtigung des Industriehafens Bendorf zu einem regionalen H₂-Hub wurden anhand eines **Technologiekonzepts** geführt, das die grundlegenden technischen Zusammenhänge der Wasserstoffproduktion

am Hafen sowie der Speicherung und des Transportes von Wasserstoff, Ammoniak, Methanol und eFuels verdeutlicht. Als limitierender Faktor für die elektrolytische Wasserstoffproduktion vor Ort wurden zunächst 80% der verfügbaren Trinkwasserkapazitäten der Brunnen am Hafen angenommen (tägliche Förderkapazität 150.000 Liter), so dass eine elektrolytische Nennleistung von 25 MW bei einer jährlichen Laufzeit der Elektrolyseanlagen von 7.300 Stunden (ca. 80% von 8.760 Jahresstunden) resultiert. Somit kann die Kapazität modular auf 30 MW oder mehr angehoben werden. Bei Bedarf kann die Bezugsmenge Wasser jedoch durch Wasser aus Rheinuferfiltraten erhöht werden. Auf den am Hafen anfangs verfügbaren fünf Hektar PV-Potenzialflächen können Anlagen mit einer Nennleistung von 75 MWp installiert werden und einen Teil des erforderlichen Grünstroms für die Elektrolyse liefern. Die fehlenden Strommengen können durch PPA-Verträge in Höhe von 130 GWh / Jahr aus dem Stromnetz gedeckt werden. Unter diesen Annahmen produziert der Elektrolyseur neun Tonnen Wasserstoff täglich bzw. ca. 3.300 t im Jahr. Als Nebenprodukte entstehen jährlich ca. 26.000 t Sauerstoff und eine Abwärme von 53 GWh.

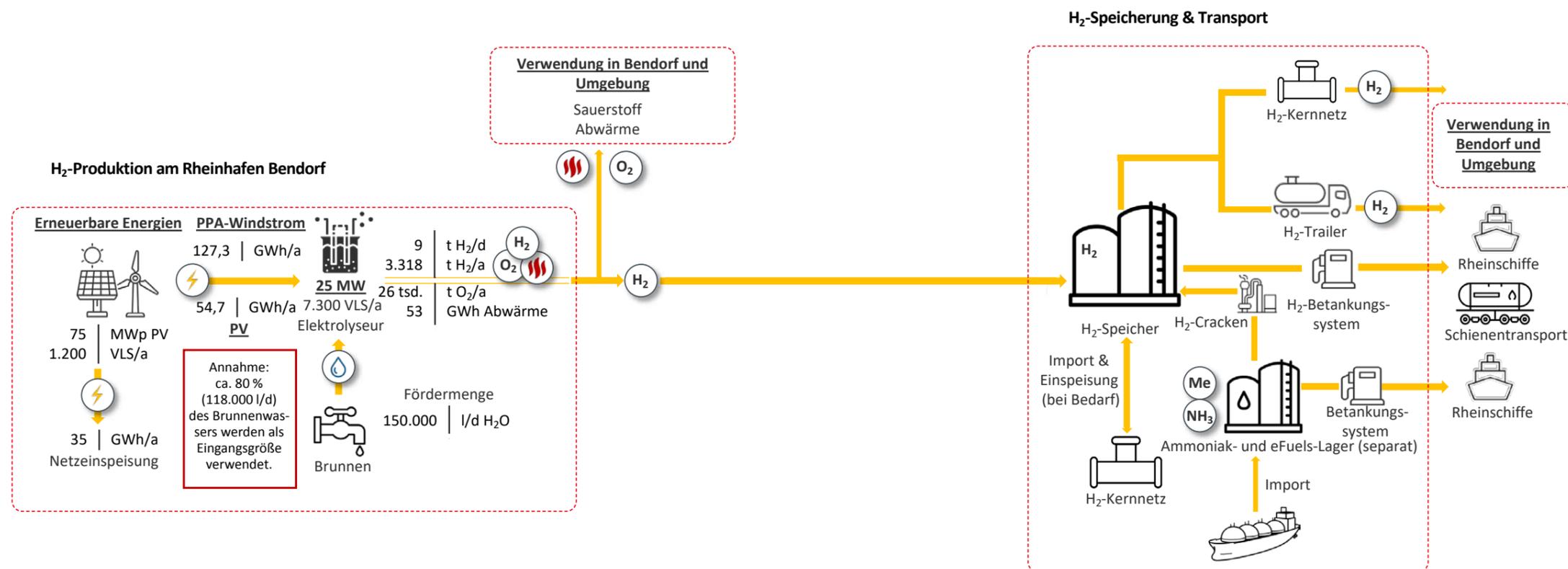


Abbildung 9: Technologiekonzept Rheinshafen Bendorf | © BMDV/EE ENERGY ENGINEERS

Ein wichtiger Bestandteil der Umsetzungsstrategie ist die Identifizierung von geeigneten Finanzierungsstrategien für die Errichtung und den Betrieb der Anlagen am Hafen Bendorf. Auch wenn alle Akteure über eine hohe Motivation verfügen und ihre Bereitschaft signalisiert haben, eigenes Geld für Investitionen vorzuhalten, so müssen sich doch alle Akteure am Markt bewähren. Eine finanzielle Unterstützung durch staatliche Fördermittel oder Beteiligung von Investor:innen ist in jedem Fall notwendig und angeraten. Unterschiedliche Finanzierungsstrategien sollten hierbei kombiniert werden, um die vorhandene Unterstützung bestmöglich zu nutzen. Neben den bekannten Investitionsförderprogrammen, die in der Regel dem europäischen Beihilferecht unterliegen und somit stark limitiert sind, gibt es seit August 2023 auch die neue Möglichkeit, sich an den Ausschreibungsrunden der European Hydrogen Bank zu beteiligen. Hier werden in Form eines Auktionsverfahrens bis zu 4,50 €/ kg Wasserstoff zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit (Schließung einer Finanzierungslücke) bezuschusst. Somit können auch Betriebsmehrkosten mit abgedeckt werden, die in Investitionsförderprogrammen nicht förderfähig sind. Die Voraussetzung für die Inanspruchnahme von Fördermittel ist die Errichtung neuer Elektrolyseanlagen von mindestens 5 MW Leistung.

Regionale Herausforderungen

- Für den Hochlauf der geplanten Wasserstoffproduktion benötigt die elektrolitische Wasserstoffproduktion am Hafen höhere Netzanschlusskapazitäten (Strom) als derzeit verfügbar. Neben der technischen Realisierung stellt die Finanzierung des Netzausbaus eine Herausforderung dar.
- Identifizierung von geeigneten Eigentümer- und Betreiberstrukturen zur Sicherstellung der perspektivischen Wirtschaftlichkeit im nationalen und internationalen Wettbewerb
- Akquisition von Fördermitteln zur Finanzierung der Investitionen und des Anlagenbetriebs.
- Genehmigung und regionale Akzeptanz der Lagerung von Wasserstoff und seinen Derivaten (bspw. Grüner Ammoniak) am Industriehafen in Bendorf.
- Fehlende Erfahrungen der Betankung von Schiffen mit Wasserstoff (Anlagenkonzepte, Verfahren, Kosten, Risiken etc.)
- Sichtbarkeit des Industriehafens Bendorf als strategisch wichtiger H₂-Hub am Rhein mit einem zukünftig hohen Wasserstoffbedarf, damit die Anbindung an das Wasserstoffkernnetz realisiert wird.

Lösungsansätze

- Es ist zu prüfen, inwieweit die Erweiterung der Netzkapazitäten am Hafenstandort privat zu finanzieren ist oder in die Bundesnetzplanung als wichtiges Vorhaben mit aufgenommen und über Netzgebühren finanziert wird. Die Skalierung der Anlagen am Standort richtet sich nach der technischen Notwendigkeit und wirtschaftlichen Machbarkeit.
- Gespräche mit den zukünftigen Anlagenbetreibern und potenziellen Gesellschaftern zu Erwartungen und Rahmenbedingungen an eine Betreibergesellschaft unter Berücksichtigung von Best-Practice-Beispielen aus anderen Regionen.
- Fokussierung auf Förderprogramme mit technologieübergreifenden Förderansätzen (Hydrogen Valley, Hydrogen Bank etc.) zur Vermeidung der Zerstückelung des Vorhabens aufgrund von nicht, nicht vollständig oder verspätet bewilligten Förderanträgen.
- Frühzeitige Einbindung der Genehmigungsbehörden, Unternehmen vor Ort und zentralen gesellschaftlichen Akteure zur Abstimmung der Lagermengen, genutzten Flächenabschnitte am Hafen und umzusetzenden Sicherheitsmaßnahmen.
- Realisierung eines Demonstrationsvorhabens zur Erprobung einer Schiffsbetankung am Rheinhafen Bendorf.
- Positionierung des Industriehafens Bendorf als zukünftigen H₂-Hub in den verantwortlichen politischen Gremien der Landes- und Bundespolitik sowie bei den Fernnetzbetreibern.

Externer Unterstützungsbedarf

Aufbauend auf den Ergebnissen der laufenden Untersuchungen zur Eignung des Industriehafens Bendorf als H₂-Hub (Machbarkeitsstudie der Mabanaft, Studie des Landes Rheinland-Pfalz zu Wasserstoff an Binnenhäfen) muss eine Positionierung der Stadt Bendorf und der Rheinhafen Bendorf GmbH zur Entwicklung des Standorts erfolgen. Diese Positionierung erfordert neben der Entscheidung für ein technologisches Zielsystem auch eine Entscheidung für die Geschwindigkeit des Hochlaufs und die Skalierung bzw. Strategien zur modularen Erweiterung der Kapazitäten vor dem Hintergrund einer ausgewogenen Kosten-Nutzen-Analyse bzw. eines adäquaten Risikomanagements. Zur Sicherstellung eines umfassenden und vertieften Verständnisses der diesbezüglichen Handlungsoptionen und Gestaltungsmöglichkeiten wird eine fachliche Beratung durch einen Experten benötigt. Darüber

hinaus fehlt noch ein Überblick über mögliche Eigentums- und Betreiberstrukturen für die Wasserstoffinfrastrukturen am H₂-Hub mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen. Hier ist eine rechtliche Beratung erforderlich sowie eine Unterstützung im Falle der Gründung einer Eigentümer- bzw. Betreibergesellschaft.

In jedem Fall ist vor dem Hintergrund der zu erwartenden hohen Investitionsvolumina eine externe Unterstützung zur Entwicklung einer geeigneten Finanzierungsstrategie und erfolgreichen Akquisition von Fördermitteln erforderlich.

Zeitplanung

Im Jahr 2024:

- Ansprache von potenziellen Netzwerkpartner:innen und Ankerkunden für den bereitgestellten Wasserstoff (Lieferverträge, LOI für Projektanträge).
- Projektentwicklung für die erste Umsetzungsphase des Infrastrukturaufbaus bis Ende 2026 zur Sicherung der Anrechenbarkeit des Wasserstoffs im THG-Quotensystem des Verkehrssektors (37. BImSchV).
- Identifizierung eines geeigneten Eigentümer- und Betreibermodells für den H₂-Hub am Hafen Bendorf.
- Bewerbung als HyExperts-Region für die 3. Runde des HyLand-Wettbewerbs zur Finanzierung der erweiterten Machbarkeitsstudie.
- Beantragung von Fördermitteln für die elektrolitische Wasserstoffproduktion im Rahmen der „Förderrichtlinie für Investitionen in Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Kraftstoffe (FRL eK-Invest)“ des BMDV (Phase 1 des H₂-Hub).
- Konzeptentwicklung und -abstimmung für eine perspektivische Pachtstrategie für die Flächen am Hafen Bendorf, Erschließung neuer Flächen am Hafen.
- Projektentwicklung für die Schiffsbetankung der Contargo-Schubschiffe, Ansprache von möglichen Technologieanbietern und erste Gespräche.
- Entwicklung einer Hochlauf- bzw. Skalierungsstrategie der Infrastrukturen des H₂-Hub.
- Konzeptentwicklung für die Einbindung des H₂-Hub in die kommunale Wärmeplanung (Abwärmenutzung Elektrolyse in einem Nahwärmenetz, wasserstoffbetriebenes BHKW am Hafen).
- Fortführung der Gespräche mit der FNB Gas zur Anbindung des Bendorfer Hafens an das H₂-Kernnetz.
- Klärung der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit sowie der zu erwartenden Zeithorizonte für die Erhöhung der Anschlusskapazitäten des Hafengebiets an das Stromnetz.

Im Jahr 2025:

- Vorbereitung und Durchführung des Ausschreibungsverfahrens für die Elektrolyse und die zugehörigen Systemkomponenten, Vorbereitung des Genehmigungsprozesses (Phase 1 des H₂-Hubs).
- Identifizierung geeigneter Förderprogramme für die Schiffsbetankung und ggfs. Antragstellung (Phase 2 des H₂-Hubs).
- Akquisition europäischer Fördermittel für die Skalierung der Produktionskapazitäten und zugehöriger Verteilinfrastrukturen (Phase 2 des H₂-Hubs).
- Start des Demonstrationsvorhabens zur Schiffsbetankung.

Im Jahr 2026:

- Bau und Inbetriebnahme der Elektrolyseanlage (Phase 3 des H₂-Hub).

Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **ÖPNV in Bendorf und Umgebung:** Der regionale ÖPNV wird den grünen Wasserstoff für seine H₂-Flotte aus der Produktion am Hafen beziehen.
- **Wärmenetz in Bendorf und Umgebung:** Die Abwärme des Elektrolyseurs am Hafen wird in einem Wärmenetz verwendet, um lokale Gebäude zu versorgen.
- **Erschließung von EE-Potenzial in der Region:** Der Elektrolyseur am Hafen soll grünen Strom aus den regenerativen Energieanlagen der Region Mittelrhein-Eifel-Westerwald nutzen.
- **Lokale und regionale Klärwerke (bspw. Bendorf, Neuwied, Koblenz):** Der bei der Wasserstoffproduktion anfallende Sauerstoff wird in den Prozessabläufen lokaler und regionaler Klärwerke genutzt.



HANDLUNGSFELD 2:

Dekarbonisierung des Verkehrs- und Wärmesektors von Bendorf und Umgebung

Die Stadt Bendorf und ihre Nachbargemeinden stehen wie alle Regionen in Deutschland und Europa vor der Herausforderung, die anstehenden Transformationen des Energiesystems im laufenden Alltagsbetrieb zu realisieren. Hierbei gilt es nicht nur, eine unterbrechungsfreie und bezahlbare Energieversorgung für die Bürger:innen und Unternehmen in der Region sicherzustellen, auch muss die Transformation nach Vorstellungen der Landesregierung in Rheinland-Pfalz bis zum Jahr 2040 umgesetzt sein. Gleichzeitig bietet die Energiewende den Städten und Gemeinden eine einmalige Chance, Akteur der neuen Energiewelt zu werden und sich über die Regionalisierung der Energiebereitstellung partiell unabhängig von den globalen Entwicklungen und Preisen am Energiemarkt zu machen.

Unterschiedlichste Akteure in Bendorf und Umgebung haben bereits konkrete Projekte in der Planung bzw. Umsetzung, um Alternativen zu fossilen Kraft- und Brennstoffen zu erschließen:

1. Die Bendorfer Spedition Normann startete ihre Aktivitäten zum Aufbau eines regionalen grünen Wasserstoffökosystems zusammen mit der Firma

GP JOULE, mit der Planung einer Tankstelle im Rahmen der Hy.Bendorf parallel zu den HyStarter-Aktivitäten in Bendorf. Ziel ist es, bis zu 30 Lkw schrittweise auf Wasserstoff umzurüsten / zu beschaffen und an einer Tankstelle der Hy.Bendorf mit selbst produziertem Wasserstoff zu betanken.

2. Die Akteure der RWZ und der BUS Bendorfer Umschlag- und Spedition GmbH & Co. KG planen ebenfalls die Umstellung ihrer Lkw-Fuhrparks schrittweise auf den klimaneutralen Kraftstoff Wasserstoff. Aufgrund der örtlichen Nähe bietet sich eine Belieferung vom Industriehafen an.
3. In einer fortgeschrittenen Planungsphase befindet sich das Projekt der BDH-Klinik im benachbarten Vallendar. Das Krankenhaus ist rund vier Kilometer Luftlinie vom Industriehafen Bendorf entfernt und möchte unabhängig von Erdgas werden. Zur perspektivischen Nutzung von Wasserstoff wurde bereits in ein H₂-ready-BHKW investiert, das sowohl mit Erdgas, mit einem Wasserstoff-Erdgas-Gemisch als auch mit reinem Wasserstoff funktioniert. Ziel ist es, das BHKW ausschließlich mit grünem Wasserstoff zu betreiben. Als Wasserstoffquelle kommen sowohl eine eigene Produktionsanlage als auch der Bezug aus dem Hafen oder einer anderen dezentralen H₂-Produktionsstätte in Frage.

Umsetzungsstrategie

Die Erschließung des regionalen Verkehrs- und Wärmesektors in Bendorf und Umgebung für die Wasserstofftechnologie erfolgt in der Regel projektorientiert. Nach einer initialen Erprobungs- und Gewöhnungsphase in eher klein- bis mittelskaligem Umfang erfolgt ein Hochlauf der Technologie unter Berücksichtigung der Erfahrungswerte in der Erprobungsphase.

Der Einsatz von Wasserstoff zur **Dekarbonisierung des Wärmemarkts** bzw. der Gebäudeenergieversorgung soll in die zeitnah zu erstellende kommunale Wärmeplanung integriert werden. Unter Berücksichtigung des Wissens und der Perspektiven der beteiligten bzw. betroffenen Akteure aus Politik und Verwaltung (Stadt Bendorf, Kreisverwaltung Mayen-Koblenz) sowie den regionalen Energie-

versorgern (EVM, Stadtwerke Neuwied und Stadtwerke Koblenz), erfolgt in einem ersten Schritt eine Bestandsanalyse zu aktuellen Gebäudedaten und vorhandenen Versorgungsinfrastrukturen im Stadtgebiet Bendorf und den umliegenden Gemeinden (Netzinfrastruktur für Gas, Nah-/Fernwärme und Strom, Erzeugungsinfrastruktur). Anschließend werden die alternativen Handlungsoptionen zur Dekarbonisierung untersucht und mit den jeweiligen Potenzialen hinterlegt. Im Ergebnis dieser Analyse können die perspektivischen Wasserstoffbedarfe des Gebäudesektors der Stadt Bendorf und der umliegenden Gemeinden identifiziert und konkrete Konzepte zur Erschließung der Potenziale abgeleitet werden. Eine fachliche Unterstützung der Analysen und der Konzeptentwicklung kann durch Erfahrungen der Akteure des benachbarten Reallabors SmartQuart Kaisersesch und der Expertise des H₂BZ Netzwerk RLP e. V. erfolgen.

Um belastbare Aussagen zur Strategie der Einbindung von Wasserstoff in die regionale Wärmeversorgung zu erhalten, muss eine vergleichende techno-ökonomische Studie zu der direkten Nutzung von Wasserstoff via Verteilnetz und indirekten Nutzung von Wasserstoff über die Anbindung an ein zu etablierendes Nahwärmenetz durchgeführt werden. Weitere Varianten wie die Beimischung von Wasserstoff in das Bestandsgasnetz oder die Kombination von dezentralen Blockheizkraftwerken mit Wärmepumpen zur Nutzung des Überschussstroms in den Wintermonaten (Stichwort: Right-sizing der Wasserstofftechnologien und Optimierung des Wasserstoffeinsatzes) sollten ebenfalls Bestandteil der Analysen und Diskussionen zur Entscheidungsfindung sein. Abschließend werden Zielszenarien für die Wärmeversorgung entworfen und Handlungsempfehlungen formuliert.

Die Entscheidungen zur Integration von Wasserstoff in die regionalen Wärmemärkte müssen auch bereits begonnene bzw. von Endkunden präferierte Nutzungsmodelle berücksichtigen. So ist z. B. Anfang August 2023 das H₂-ready-BHKW der BDH-Klinik Vallendar erfolgreich in Betrieb gegangen. Um zeitnah die Emissionen zu reduzieren, plant die technische Leitung der Klinik eine eigene Wasserstoffproduktion auf dem Gelände, damit Wasserstoff in das Gasnetz eingespeist werden kann, während für das BHKW ein Wasserstoff-Erdgas-Gemisch verwendet wird. Das Vorhaben wird durch eine naheliegende Gasdruckregulation begünstigt, die eine Einspeisung in die unmittelbar zur Klinik führende Gasleitung ermöglicht. Die Auslegung des zu installierenden Elektrolyseurs wird gemeinsam mit dem regional ansässigen Anlagenbauer iph Hähn GmbH definiert. Die Analyse umfasst neben dem räumlichen Platzbedarf auch wirtschaftliche Aspekte der Anlage und der Erzeugung. Die Errichtung von mittel- oder großskaligen Speichern ist aufgrund der örtlichen Gegebenheiten ausgeschlossen, da sich das Krankenhaus in direkter Nachbarschaft zu einem Wohngebiet in einem Hochwasserrisikogebiet befindet. Da perspektivisch das BHKW mit 100 % grünem Wasserstoff betrieben werden soll, ist der Anschluss an ein Wasserstoffpipelinennetz notwendig.

Der **Einsatz von Wasserstoff als klimaneutralen und emissionsfreiem Kraftstoff** orientiert sich an den Beschaffungszyklen von Bussen, Lkw, Abfallsammelfahrzeugen und im Flottenbetrieb befindlichen leichten Nutzfahrzeugen, Pkw, sowie der jeweiligen Fahrzeugnutzung. Bei langen Fahrtstrecken oder schweren Fahrzeugen spielt der Wasserstoffantrieb seinen Vorteil gegenüber batteriebetriebenen Antrieben aus. Derzeit werden die Busflotten des Verkehrsverbund Rhein-Mosel (VRM) mit Diesel betrieben, die Busse des Koblenzer Verkehrsbetriebes fahren teilweise bereits mit Bio-Methan.

Die nächste Beschaffung von Bussen im Landkreis Mayen-Koblenz erfolgt voraussichtlich im Jahr 2031, sodass die vorbereitenden Planungen zur Ausschreibung frühestens im Jahr 2028-2029 starten werden. In Vorbereitung der Vergabe müssen die Konsequenzen der Vorgaben des Saubere-Fahrzeuge-Beschaffungs-Gesetzes in der Fassung vom 9. Juni 2021 für den neuen Beschaffungszyklus evaluiert werden, um die gesetzlich geforderten Quoten für die Beschaffung von emissionsarmen und elektrischen Fahrzeugantrieben einzuhalten. Die Erfüllung der Vorgaben kann entweder durch Batteriebusse oder Brennstoffzellenbusse erfolgen, die der Emissionsreduktion durch Biogasbusse, Wasserstoffbusse oder Elektrobusse. Nach abschließender Definition des zukünftigen Antriebskonzepts für die Busse und nach Kenntnis der Standorte der für den Einsatz von Wasserstoffbussen vorgesehenen Betriebshöfe, können geeignete H₂-Versorgungsstrategien für den regionalen Busbetrieb entwickelt werden. Erste regionale Akteure wie die RWZ positionieren sich als Dienstleister für Wasserstofflogistik und -transport, so dass mit einer ausreichenden Wettbewerbssituation zum Zeitpunkt der Wasserstoffbeschaffung für den Busbetrieb zu rechnen ist.

Das erforderliche Wissen zur Planung und Errichtung eines Betriebshofs für Wasserstoffbusse inklusive erforderlicher Infrastrukturen zur Betankung, Wartung und Reparatur der Fahrzeuge ist aufgrund der langjährigen Erprobung von Wasserstoffbussen in Deutschland

vorhanden und wird im durch die Bundesregierung geförderten „Deutschen Brennstoffzellenbus-Cluster“ zentral zusammengeführt und kommuniziert. Die Teilnahme an diesem Cluster ist geplant, auch um die Möglichkeit des direkten Austauschs mit anderen Busbetreibern zu nutzen und einen Überblick über den Anbietermarkt von Wasserstoffbussen und Betankungsinfrastrukturen zu erhalten.

Die Entwicklung eines regionalen H₂-Tankstellennetzes zur Versorgung der intra- und interkommunalen Verkehre sowie der Transitverkehre entlang der Autobahnen und Bundesstraßen, die eine Verkehrsdichte von bis zu 7.200 Lkw am Tag aufweisen⁷, muss sich zum einen an den Anforderungen der europäischen Richtlinie über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe (AFID) orientieren, die Mindestabstände und Mindestbetankungskapazitäten für Wasserstofftankstellen entlang der TEN-T-Korridore definiert. Zum anderen stehen die Interessen der regionalen Spediteure im Vordergrund, die eine gute Erreichbarkeit der Standorte benötigen und ggfs. über

⁷ Berechnung von GP JOULE (Präsentation Unternehmertag); Quelle: <https://www.bendorf.de/stadt-buerger/aktuelles/unternehmerdialog-zum-thema-wasserstoff/02-20230621-hyben-dorf-wasserstoff-unternehmer-dialog.pdf?cid=kep>

eigene Wasserstofftankstellen verfügen. Entscheidend für den wirtschaftlichen Betrieb von Wasserstofftankstellen sind die Auslastung des Standorts sowie die Möglichkeit einer Co-Finanzierung des verkauften Wasserstoffs über die Veräußerung von THG-Emissionsminderungsquoten. Es ist daher von Vorteil, entweder günstige Wasserstoffquellen in der Region zu besitzen oder aber sicherzustellen, dass die Anrechenbarkeit von THG-Emissionsminderungsquoten nach 37. BImSchV möglich ist.

Im Bereich der Umrüstung von Lkw auf Wasserstoffantriebe hat die Bendorfer Spedition Normann den schrittweisen Umstieg von Diesel-Lkw auf Wasserstoff-Lkw sowie die Produktion von grünem Wasserstoff per Elektrolyseur und den Vertrieb durch eine öffentlich zugängliche H₂-Tankstelle bereits begonnen. Der Hochlauf des regionalen Wasserstofftankstellennetzes muss zeitlich und örtlich abgestimmt erfolgen, um die Auslastung der einzelnen Standorte zu maximieren und eine Kannibalisierung zu vermeiden, die zu wirtschaftlich unattraktiven Geschäftsmodellen führt. Gleichzeitig muss sichergestellt werden, dass eine Mindestanzahl an Wasserstofftankstellen von Beginn an in der Region etabliert wird, um eine attraktive regionale Verfügbarkeit von Betankungsmöglichkeiten – auch bei Ausfall einzelner Standorte – zu gewährleisten.



Abbildung 10: H₂-Projekte in Bendorf und Umgebung © BMDV / Spilett (auf Basis von openstreetmap.org)

Das **Technologiekonzept für die Region „Bendorf und Umgebung“** schließt an den technischen Konzeptentwurf des Rheinhafens an. Zur Dekarbonisierung des Gebäudesektors wird die Abwärme des Elektrolyseurs in die Klimastrategie von Bendorf und Umgebung integriert. Dafür wird die als Nebenprodukt anfallende Abwärme aus der Wasserstoffproduktion in ein zu errichtendes Nahwärmenetz eingespeist. Systemunterstützend werden dabei mit grünem Wasserstoff betriebene BHKW eingesetzt, um die notwendigen Temperaturniveaus zu erreichen. Zudem können weitere dezentrale BHKW das Nahwärmenetz erweitern und Gewerbegebiete sowie Wohnquartiere mit Wärme versorgen. Parallel zu den Untersuchungen zum Nahwärmenetz wird die Auslegung einer Sauerstoffleitung vom Elektrolyseur zum Klärwerk, das sich in der Nähe des Hafens befindet, geprüft. Bei der Planung empfiehlt sich eine Abstimmung der Elektrolyseurbetreibergesellschaft mit der Rheinhafen GmbH. Wie im vorherigen Handlungsfeld beschrieben, werden Bauarbeiten an der Hafenstrasse durchgeführt, im Zuge derer neue Leitungen gelegt werden können.

Wie im vorherigen Kapitel beschrieben, wird der Wasserstoff in der näheren Region zur Dekarbonisierung der Sektoren Gebäudeenergie und Mobilität verwendet. Die BDH-Klinik in Vallendar hat einen Gesamtenergiebedarf von ca. 3.500 MWh im Jahr und benötigt etwa 240 t H₂ für den Betrieb des BHKW. Die Stadt Bendorf hat einen Gebäudeenergiebedarf von rund 102 GWh⁸. Bei einem Abwärmepotenzial von 53 GWh des 25 MW-Elektrolyseurs, ohne Berücksichtigung der Übertragungsverluste, können ca. die Hälfte der Gebäude mit Wärme aus dem Hafen versorgt werden. Diese Anzahl kann sich deutlich erhöhen, wenn das Netz weiter ausgebaut wird und BHKWs in das Wärmekonzept integriert werden.

⁸ Annahme: 6.000 kWh pro Einwohner; Quelle: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2022/PD22_09_p002.html#:~:text=%C3%9Cber%20alle%20Haushaltsgr%C3%B6%C3%9Fen%20hinweg%20lag,200%20Kilowattstunden%20pro%20Kopf%20aus



Die in der Graphik genannten Mengenangaben des Sektors Mobilität stammen aus bilateralen Gesprächen mit den Akteuren und führen sowohl die Anzahl an Fahrzeugen, die zu Beginn auf Wasserstoff umgestellt werden, als auch die zurückgelegte Strecke pro Jahr auf. Daraus abgeleitet ergeben sich die benötigten Wasserstoffmengen je Jahr.

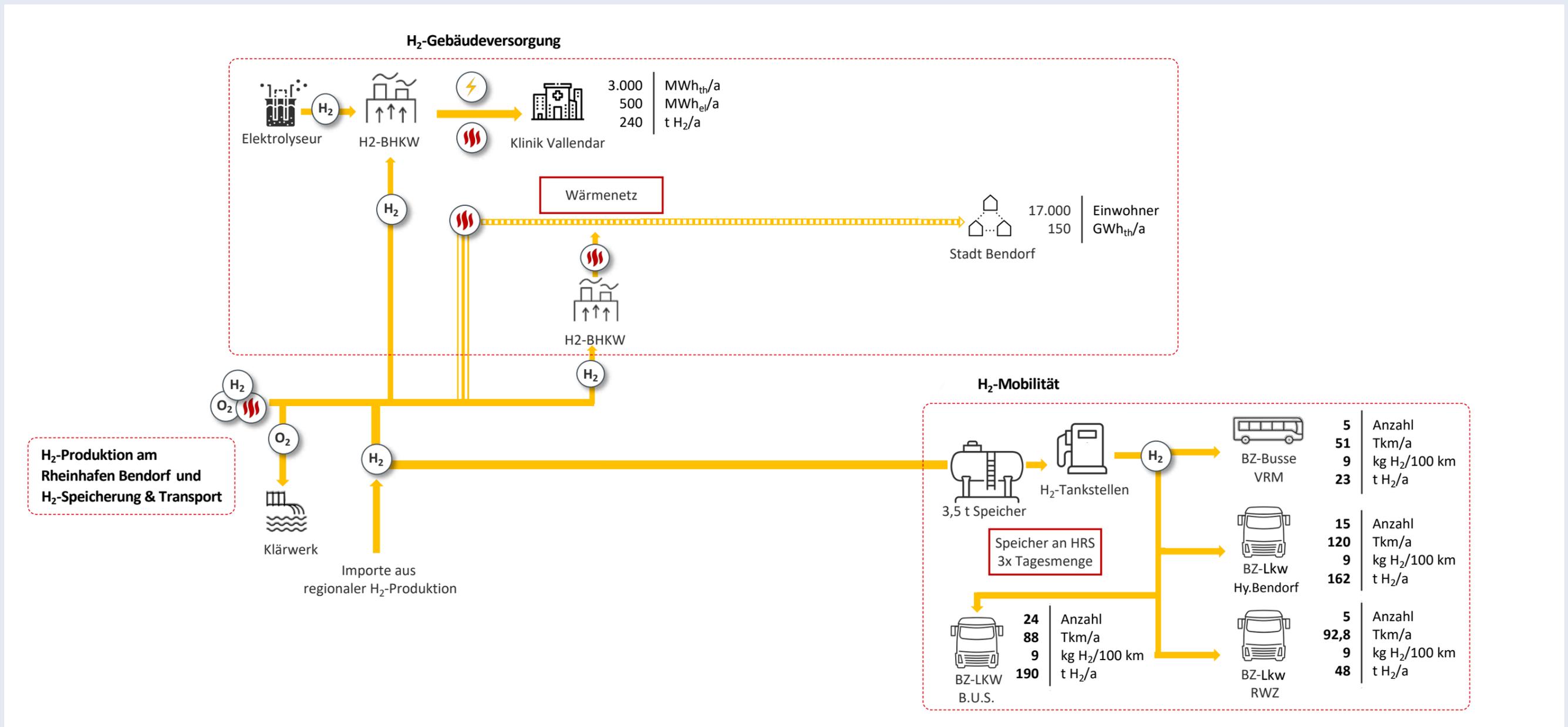


Abbildung 11: Technologiekonzept Bendorf und Umgebung | © BMDV/EE ENERGY ENGINEERS

Regionale Herausforderungen

- Gewährleistung eines ununterbrochenen Betriebs des Blockheizkraftwerks (BHKW) in der BDH-Klinik in Vallendar durch die ausreichende Bereitstellung von grünem Wasserstoff aus regionaler Erzeugung per Pipeline, da nach aktuellem Stand keine H₂-Speicher auf dem Gelände errichtet werden können.
- Nur einige wenige Unternehmen bieten derzeit Brennstoffzellen-Lkw von marktreifer Qualität an, wobei eine verlässliche Angabe zur Lieferzeit bisher noch nicht möglich ist.
- Perspektivisch wirtschaftlicher Betrieb der H₂-Tankstelle und der unternehmenseigenen Wasserstoffinfrastruktur.
- Bereitstellung von ausreichend grünem Strom für den Elektrolyseur.
- Einsatz von emissionsfreier Technologie in der Gebäudewärme, die Evaluierung zur Auslegung eines Nahwärmenetzes für die Verwendung der Abwärme des Elektrolyseurs, sowie die Bedeutung des Wasserstoffbedarfs im Wärmesektor für Bendorf und Umgebung.
- Bisher besteht nur ein Gasnetz / kein Nahwärmenetz.
- Inanspruchnahme von Fördermitteln zur Unterstützung auf allen Wertschöpfungsstufen (Erneuerbare-Energien-Anlagen, eigene Wasserstoffproduktion, H₂-Speicher etc.).
- Kooperation und Liefervertrag mit Energieunternehmen, das regionale Flächen für EE-Anlagen erschlossen hat bzw. perspektivisch erschließen wird oder den grünen Strom per Power-Purchase-Agreement (PPA)-Vertrag zusichert.
- Potenzialanalyse der erneuerbaren Energien in der Region, um einen kosteneffizienten Einsatz emissionsfreier technischer Anwendungen im Wärmesektor zu ermitteln. Dies kann im Zuge der kommunalen Wärmeplanung geschehen.
- Der Bedarf von Wasserstoff im Gebäudesektor wird darauf aufbauend in Abhängigkeit von der Versorgungssicherheit, der zu errichtenden Infrastruktur und dem Preis des Energieträgers in einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ermittelt.

Externer Unterstützungsbedarf

Derzeit ist in der Region noch nicht ausreichend Fachwissen für den Bau und Betrieb von Wasserstofftankstellen vorhanden. Es sollen gezielt lokale Unternehmen in diesem Bereich angesprochen und qualifiziert sowie Partnerschaften mit überregionalen Tankstellenbetreibern etabliert werden. Für die Planung, den Bau und den Betrieb der ersten H₂-Tankstelle mit angebundener Wasserstoffproduktion arbeitet die Spedition Normann mit dem Unternehmen GP JOULE als Partner innerhalb der Hy.Bendorf zusammen, um eine öffentliche Betankungsinfrastruktur für die Fahrzeuge der Spedition Normann und Dritter zu schaffen.

Ebenso bedarf es bei der Planung zur Umstellung des Busverkehrs externer Unterstützung, um festzulegen, welche Buslinien vorrangig in die Wasserstoffstrategie integriert werden sollten. Dasselbe gilt für die Entwicklung einer passenden H₂-Infrastruktur (Werkstätten, Betriebstankstellen).

Dafür findet der Austausch mit dem Deutschen Brennstoffzellen-Buscluster der NOW statt, ferner wird in Netzwerktreffen die Erfahrung anderer Busbetreiber thematisiert.

Lösungsansätze

- Mittels einer dezentralen Wasserstoffproduktion wird auf dem Klinikgelände Wasserstoff erzeugt und in das Gasnetz direkt vor Ort eingespeist. So senkt das Gasgemisch die Emissionen, bis eine kontinuierliche Wasserstofflieferung gesichert ist.
- Eine Pipelineanbindung vorausgesetzt, erfolgt anschließend der Abschluss von Direktlieferverträgen mit den örtlichen Betreibern der H₂-Produktionsanlage am Hafen oder einem anderen dezentralen H₂-Erzeuger der Region, welche die eigene H₂-Produktionsanlage ergänzt.
- Kooperationen oder Partnerschaften mit Herstellern von Brennstoffzellen-Lkw eingehen, um frühzeitig Informationen über die Lieferzeiten zu erhalten.
- In enger Zusammenarbeit mit technischen Expert:innen den Fortschritt in der Entwicklung von Brennstoffzellentechnologien verfolgen. Dies würde ermöglichen, rechtzeitig auf verbesserte Modelle oder verlässlichere Lieferzeiten zu reagieren.

Die Klinik hat die Möglichkeit, zeitnah auf Wasserstoff umzusteigen oder ein Gas-Wasserstoff-Gemisch zu verwenden, um das H₂-ready-BHKW zu betreiben, noch bevor der Elektrolyseur am Hafen in Betrieb geht. Damit Wasserstoff von einer alternativen Produktionsstätte bezogen werden kann, sollte die Klinik Unterstützung bei der Suche erhalten und in Netzwerkaktivitäten eingebunden werden. Dafür können Kontakte zu anderen, geografisch passenden HyLand-Aktivitäten zur Verfügung gestellt werden.

Für die Dekarbonisierung des Gebäudesektors sind Fördermittel zur zeitnahen Umsetzung der Machbarkeitsanalyse hilfreich. Die Integration der kommunalen Akteure in das Projekt ist essenziell und muss förderfähig sein. Ein externer Unterstützungsbedarf besteht ggfs. im Bereich der Fördermittelbeantragung und des Fördermittelmanagements.

Zeitplanung

Im Jahr 2024:

- Die Standortanalyse, die Überprüfung der Beimischung ins Gasnetz und eine wirtschaftliche Einschätzung zur elektrolytischen Wasserstoffproduktion auf dem Gelände der BDH-Klinik Vallendar liegen vor.
- Hy.Bendorf akquiriert Fördermittel, um wirtschaftlich tragfähige Rahmenbedingungen für die H₂-Tankstelle, die Wasserstoffinfrastruktur und die Wasserstoffproduktion zu schaffen.
- Die Stadt Bendorf erhält die beantragten Fördermittel für die Untersuchung der kommunalen Wärmeplanung im Zuge der überarbeiteten Kommunalrichtlinie (November 2022 in Kraft getreten).

Im Jahr 2025:

- Nach erfolgreicher Prüfung des Standorts und Abdeckung aller genehmigungsrechtlichen Aspekte kann die Firma iph Hähn GmbH mit der Auslegung des Elektrolyseurs auf dem Gelände der BDH-Klinik beginnen.
- Das H₂-Mobilitätsprojekt von Hy.Bendorf hat den Fördermittelzuschuss erhalten und befindet sich in den behördlichen Prozessen zur Errichtung der Wasserstoffinfrastruktur.
- Die Aktivitäten aus der gemeinsamen Wärmeplanung von Stadt, Verwaltung und Energieversorgern befassen sich mit der Bestandanalyse der kommunalen Gebäude und der Versorgungsinfrastruktur. Im nächsten Schritt wird das Potenzial zur Bedarfssenkung bei

Gebäuden sowie das Potenzial regenerativer Energiequellen, zu denen auch grüner Wasserstoff zählt, für die Wärmebereitstellung untersucht.

Im Jahr 2026:

- Der Elektrolyseur auf dem Klinikgelände ist in Betrieb genommen worden und speist Wasserstoff in das direkt vor Ort liegende Gasnetz ein. Die Emissionen der Klinik konnten so beträchtlich gesenkt werden.
- Nach einem erfolgreichen Genehmigungsverfahren von Hy.Bendorf starten die Bauarbeiten für die H₂-Tankstelle und die Wasserstoffinfrastruktur auf dem Gelände der Spedition Normann.
- Betreiber, die Bendorf im ÖPNV anfahren, prüfen die Nutzung von H₂-Bussen.

Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **Rheinhafen Bendorf zur H₂-Versorgung des ÖPNV:** Der im Rheinhafen Bendorf erzeugte grüne Wasserstoff soll den lokalen ÖPNV versorgen.
- **Rheinhafen Bendorf für die Abwärmenutzung des Elektrolyseurs:** Das zu errichtende Wärmenetz nutzt die Abwärme des Elektrolyseurs am Hafen, um nahegelegenen Gebäuden Wärme bereitzustellen.
- **Rheinhafen Bendorf für Verwendung des anfallenden Sauerstoffs:** Das Nebenprodukt Sauerstoff wird zur Verwendung in lokalen und/oder regionalen Klärwerken genutzt (bspw. Bendorf, Neuwied oder Koblenz).
- **SmartQuart Kaisersesch und Wasserstoff- und Brennstoffzellen Netzwerk RLP e. V. (H2BZ):** Zum Erfahrungsaustausch und zur Beratung werden Treffen zwischen den zuständigen Akteuren der Stadt Bendorf und Kaisersesch organisiert. In Kaisersesch ist bereits ein Reallabor des BMWK initiiert. Bei diesem Projekt geht es um die vollständige Sektorenkopplung. Es werden ein Elektrolyseur, ein Nahwärmenetz, ein BHKW und ein Klärwerk systemisch verbunden. Eine mögliche Wasserstoffnachfrage der Busbetreiber aus Cochem und Kaisersesch könnte durch die Wasserstoffproduktion am Hafen versorgt werden. In weiteren Netzwerkaktivitäten im Bundesland und darüber hinaus kann das H2BZ kontinuierlich informieren und unterstützen.
- **Erschließung von EE-Potenzial in der Region:** Für die lokale Wasserstoffproduktion strebt Hy.Bendorf die Erschließung von Flächen zur regenerativen Energiegewinnung und den Abschluss von PPA-Verträgen an.

HANDLUNGSFELD 3: Hochlauf der H₂-Wirtschaft in der Region Mittelrhein-Eifel-Westerwald

Im Rahmen der Konzeptentwicklung des Projekts HyStarter Bendorf hat sich gezeigt, dass eine wirtschaftlich nachhaltige Wasserstoffregion größer gedacht werden muss. Der Begriff der „Energierregion“ – der kleinsten zusammenhängenden geographischen Einheit, die zur weitestgehenden Schließung regionaler Energiekreisläufe erforderlich ist und sowohl regionale Energieressourcen wie auch die regionale Energienachfrage aus den unterschiedlichen Energiesektoren umfasst – bildete das Leitbild der Diskussionen in den Strategiedialogen der zweiten Hälfte des Projekts. Als geeignete Eingrenzung der Energierregion wurde die Region Mittelrhein-Eifel-Westerwald gesehen, die über ausreichend Potenziale an erneuerbaren Energien verfügt, einen wirtschaftlichen Ballungsraum abbildet und energieintensive Industrien umfasst. Ziel ist es, die lokalen Cluster mit verschiedenen Funktionen wie H₂-Produktion, H₂-Abnahme, Anlagenherstellung, Bereitstellung der Energieinfrastruktur, Betrieb von EE-Anlage etc. zu vernetzen und damit die regionale Wertschöpfung zu stärken.

In diesem Zusammenhang wurde ein erster Grundstein für das Zielbild der Region Mittelrhein-Eifel-Westerwald im März 2023 während einer durch HyStarter Bendorf initiierten „Bürgermeisterrunde“ des neu gegründeten Vereins Regiopolegion Mittleres Rheinland gelegt. Es herrschte Einigkeit darüber, dass die Region als gemein-

same Energieregion über die Landkreisgrenzen gedacht werden soll. Insgesamt leben in der Region ca. 615.000 Einwohner:innen, die sich aus den Landkreisflächen von Mayen-Koblenz, Neuwied, des Westerwaldkreises sowie den Flächen der kreisfreien Stadt Koblenz und der Stadt Lahnstein zusammensetzt.

Die Region ist Sitz zahlreicher mittelständischer und großer Industrieunternehmen und wird insbesondere von der Bau-, Feuerfest-, Glas- und Keramikindustrie geprägt. Diese Unternehmen benötigen große Mengen Erdgas für die Prozesswärme, die Gebäudebeheizung oder die Stromerzeugung. Ein wichtiges Ziel der Wasserstoffstrategie ist es, die Industrieunternehmen einzubinden und bei der Dekarbonisierung des Sektors zu unterstützen. Da die Umrüstung der Anlagen auf Wasserstoff in Industrieprozessen oftmals die kostengünstigste emissionsfreie Variante darstellt, müssen Abnehmer und H₂-Mengen identifiziert werden und darauf aufbauend eine Versorgungsstrategie geplant werden. Klar ist, dass sich die Versorgung der Industrie nicht allein durch eine regionale Wasserstoffproduktion realisieren lässt. Dennoch wird der Aufbau einer regionalen Produktion als relevanter Teil für die Wertschöpfung angestrebt. In diesem Zusammenhang sind die Erweiterung der Potenzialflächen und der Ausbau von regenerativen Energiequellen essenziell.

Umsetzungsstrategie

Die Identifizierung industrieller Akteure aus der Region hat bereits während des HyStarter-Projekts begonnen. Eine erste Online-Befragung in Kooperation mit der Wirtschaftsförderungsgesellschaft am Mittelrhein (WFG Mittelrhein) zielte drauf ab, das generelle Interesse der Unternehmen des Landkreises Mayen-Koblenz am Thema Wasserstoff zu erfassen. Die Unternehmensbefragung wurde im Zeit-

raum vom 14.03. bis 24.03.2023 durchgeführt. Adressiert wurden die Unternehmen aus dem Landkreis Mayen-Koblenz über den Verteiler der WFG Mittelrhein. Abgefragt wurden allgemeine Angaben (Mitarbeiterzahl, Größe, Jahresumsatz), generelle Fragen zu den Einsatzmöglichkeiten in der Standortenergieversorgung und Mobilität sowie dem Unterstützungsbedarf.



Abbildung 12: Standortübersicht der teilnehmenden Unternehmen aus der Umfrage mit der Abschätzung des jährlichen H₂-Abnahmepotenzials © BMDV / Spilett (auf Basis von openstreetmap.org)

Aufgrund des hohen Rücklaufs von 39 beantworteten Online-Fragebögen entschieden sich die HyStarter-Initiatoren aus Bendorf für eine zweite, detailliertere und somit aussagekräftigere Umfrage unter Einbeziehung eines größeren Verteilerkreises. Die ebenfalls online durchgeführte Befragung startete am 23.05.2023 über die E-Mail-Verteiler der WFG Westerwald, der WFG Mittelrhein, der Wirtschaftsförderung Neuwied, der IHK Koblenz und der Initiative Mittelrhein-Koblenz und war bis zum 31.07.2023 abrufbar. Auch diese Umfrage dient in erster Linie der Identifizierung und Kontaktaufnahme der Akteure sowie einer ersten Einschätzung des Interesses an einem Einsatz von Wasserstoff zur Dekarbonisierung der Prozesse und erhebt weder einen Anspruch auf Vollständigkeit noch auf wissenschaftlich belastbare Aussagen.

Insgesamt haben 42 Unternehmen der Region die zweite Umfrage beantwortet. Festzuhalten ist, dass es keine Pflichtfragen gab und die Teilnehmeranzahl (N) pro Frage folglich variierte.

Die Mehrheit der Teilnehmenden kann mittelgroßen (51 bis 250 Mitarbeiter) und großen Unternehmen (über 250 Mitarbeiter) zugeordnet werden. Gemessen am Jahresumsatz dominieren Unternehmen mit über 50 Millionen Euro Umsatz, gefolgt von Firmen mit einem Umsatz von 2 bis 10 bzw. 11 bis 50 Millionen Euro Jahresumsatz das Bild. Die Hälfte der Unternehmen sind Industrieunternehmen, insgesamt 38% ordnen sich der energieintensiven und 13% den sonstigen Industrien zu. Der weitere Teilnehmerkreis verteilt sich u. a. auf die Energieversorgung, das Handwerk und den Bau oder das Transportgewerbe.



Unter Verwendung der Angaben zu den jährlichen Energieverbräuchen wurde das Wasserstoffpotenzial der Unternehmen näherungsweise abgeschätzt. Hierzu wurden Annahmen getroffen, u. a. dass der Energieträger Erdgas von Wasserstoff anteilig substituiert wird, und Effizienzmaßnahmen bzw. die Elektrifizierung von Prozessen Anwendung finden oder sich die Unternehmenslandschaft ändert. Die Umrechnung der jährlichen Energieverbräuche mit Wasserstoff als Substitut von Erdgas zeigt die jährlich benötigten Mengen Wasserstoff in Tonnen (Annahme: 33 kWh = 1 kg H₂), kongruent zur Abbildung der jährlichen Energieverbräuche und die Anzahl der Unternehmen, die sich in diesem Bereich einordnen. Wird auf Basis der genannten Effekte jeweils die untere Grenze der Wasserstoffmenge zugrunde gelegt (bspw. „30 t H₂“ in der Kategorie „30 bis 299 t H₂“) und mit der Anzahl der Unternehmen multipliziert, ergibt sich eine Gesamtmenge Wasserstoff von ca. 21.000 t Wasserstoff. Dieser ersten groben H₂-Bedarfseinschätzung folgten im Anschluss an die Umfrage persönliche Gespräche zwischen einigen Industrieunternehmen und den Initiatoren von HyStarter-Bendorf. Aus den bilateralen Gesprächen ging u. a. hervor, dass allein diese Unternehmen einen potenziellen Bedarf von insgesamt ca. 55.000 t Wasserstoff im Jahr haben.

Immerhin 38 % der Unternehmen gaben in der Umfrage an, dass eine Dekarbonisierungsstrategie für den Standort vorliegt. Etwas mehr als die Hälfte besitzt noch keine Strategie zur Reduzierung der CO₂-Emissionen ihrer Prozesse und verwendeten Technologien. Der Handlungsdruck zur Dekarbonisierung wird von 16 der 42 Unternehmen als „hoch“ bis „sehr hoch“ und von 12 Unternehmen als „mittel“ eingeschätzt.



Als Möglichkeiten der Dekarbonisierung sehen die Unternehmen primär den Einsatz neuer, effizienterer Technologien, die Elektrifizierung von Prozessen und den Einsatz von Wasserstoff sowie die Dekarbonisierung über den Einsatz von Zertifikaten (insbesondere Grünstrom). Als vorrangige Entscheidungskriterien für den Einsatz von Wasserstoff wurden die Wirtschaftlichkeit (Investitions- und Betriebskosten), die Versorgungssicherheit, die Preisstabilität sowie die unternehmerischen Klimaschutzziele angegeben. Aktuell verwenden 10 % der Unternehmen Wasserstoff in ihren Prozessen.

In der Umfrage wird deutlich, dass der Import von Wasserstoff unverzichtbar ist, rund zwei Drittel der Unternehmen sind auf den zukünftigen Import von Wasserstoff angewiesen. Dennoch sind mindestens 15 Unternehmen an einer eigenen Wasserstoffproduktion oder Beteiligung interessiert. Das bildet ein Potenzial für verschiedene Wasserstoff-Cluster in der Region, die gemeinsam gedacht werden können und sich so unterstützen. Das Bedürfnis nach einer zukunftsorientierten Energieversorgung und dem Interesse an Wasserstoff wird durch die 74 % der befragten Unternehmen unterstrichen, die aktiv in die Wasserstoffstrategie integriert werden wollen.

Allerdings wird auch der wirtschaftliche Druck deutlich, unter dem die Unternehmen stehen. Gemessen an dem Preis des durch Wasserstoff zu substituierenden Energieträgers haben lediglich 5 % eine Zahlungsbereitschaft, die über dem Preis des aktuell verwendeten fossilen Energieträgers plus den anteiligen CO₂-Preis liegt. Knapp 40 % der Unternehmen sind bereit den Preis des aktuell verwendeten fossilen Energieträgers plus den anteiligen CO₂-Preis zu zahlen. 33 % geben an, keinen höheren Preis im Vergleich zur fossilen Alternative für Wasserstoff zahlen zu können oder zu wollen.



Unternehmensbefragung: Allgemeine Informationen

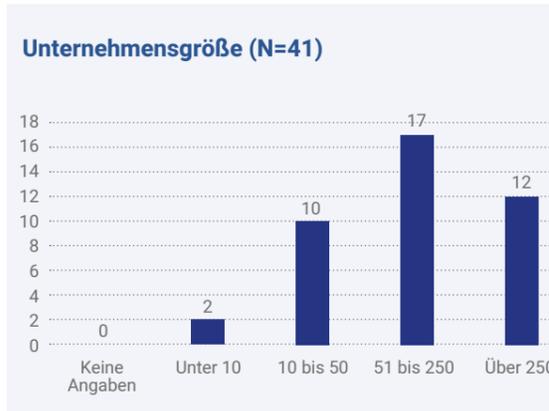


Abbildung 13: Unternehmensgröße | Quelle: eigene Umfrage

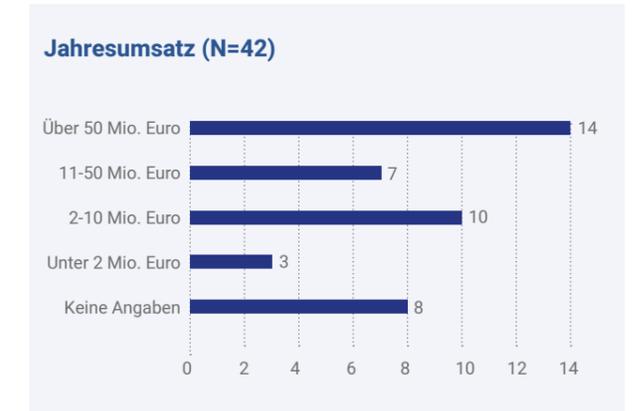


Abbildung 14: Jahresumsatz | Quelle: eigene Umfrage

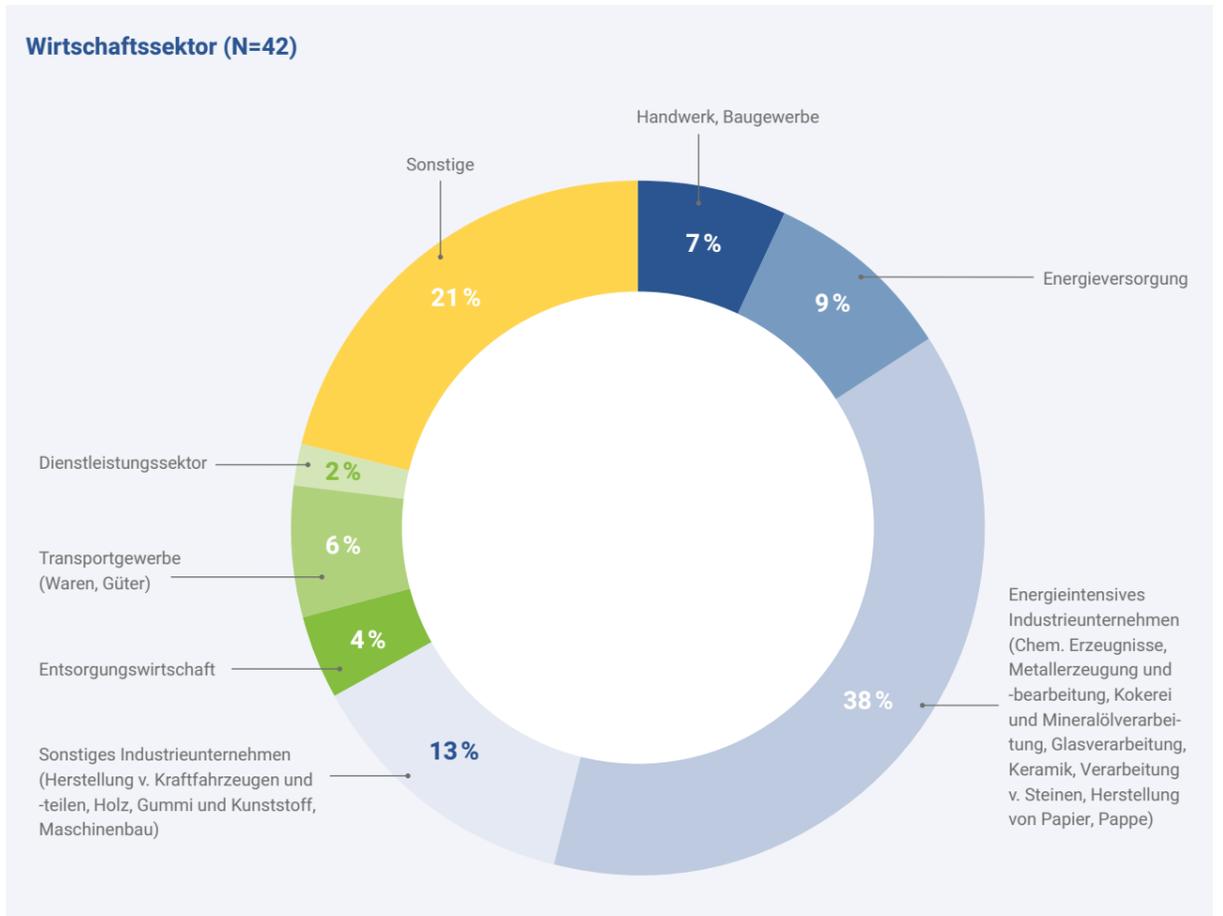


Abbildung 15: Wirtschaftssektor | Quelle: eigene Umfrage

Unternehmensbefragung: Aktuelle Situation

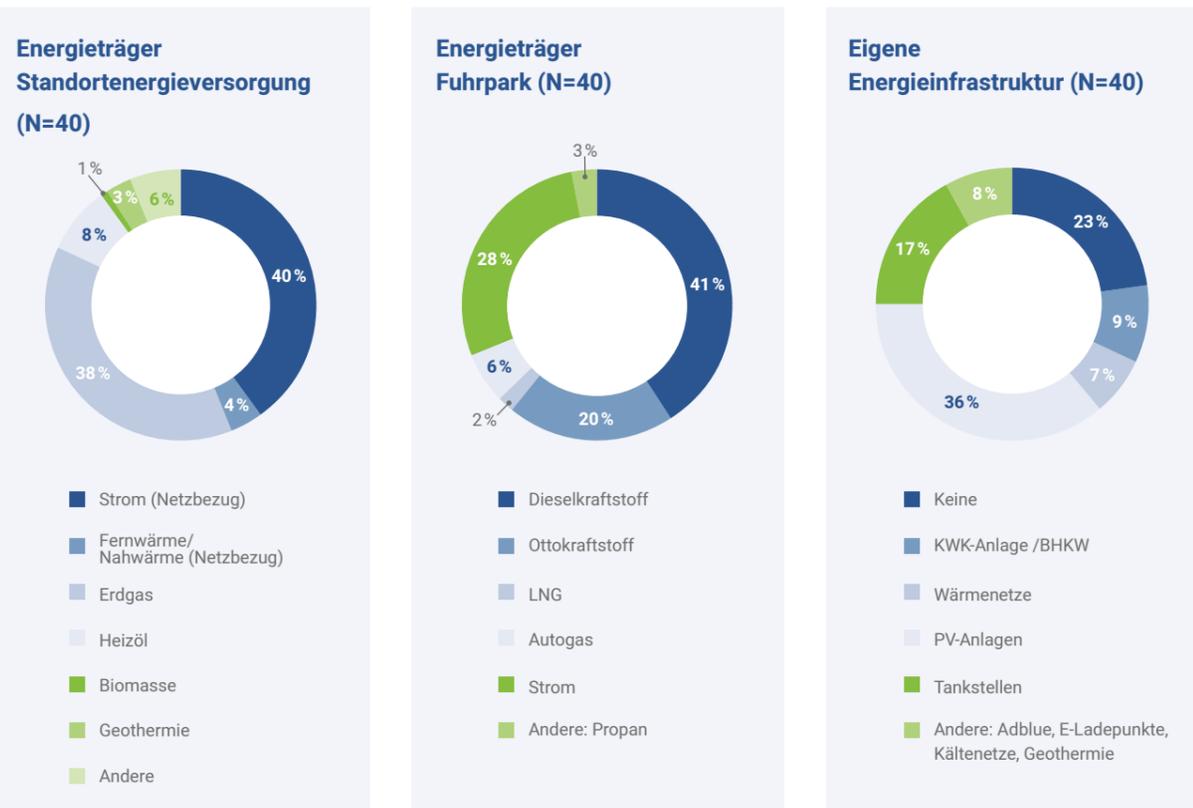


Abbildung 16: Energieträger Standortenergieversorgung | Quelle: eigene Umfrage

Abbildung 17: Energieträger Fuhrpark | Quelle: eigene Umfrage

Abbildung 18: Eigene Energieinfrastruktur | Quelle: eigene Umfrage

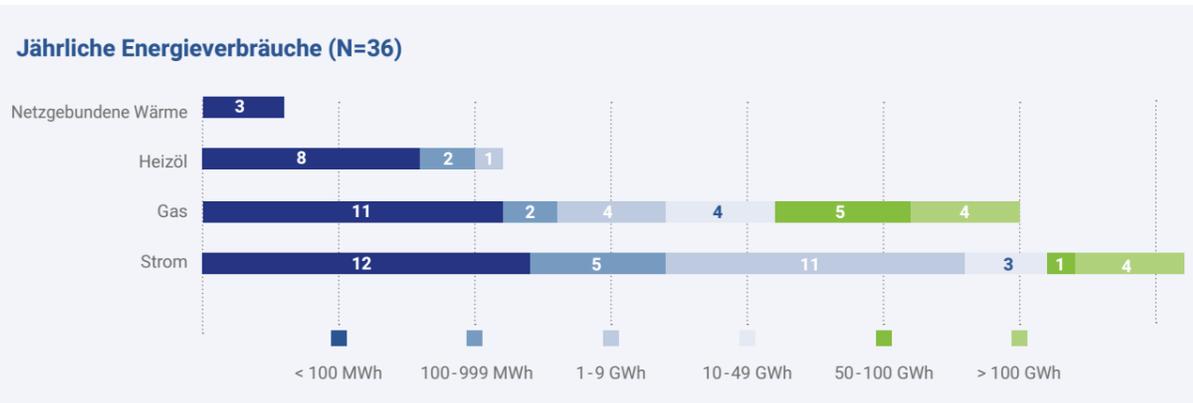


Abbildung 19: Jährliche Energieverbräuche | Quelle: eigene Umfrage



Abbildung 20: Umrechnung der jährlichen Energieverbräuche mit Wasserstoff als Substitut von Gas | Quelle: eigene Umfrage

Unternehmensbefragung: Dekarbonisierungsstrategie

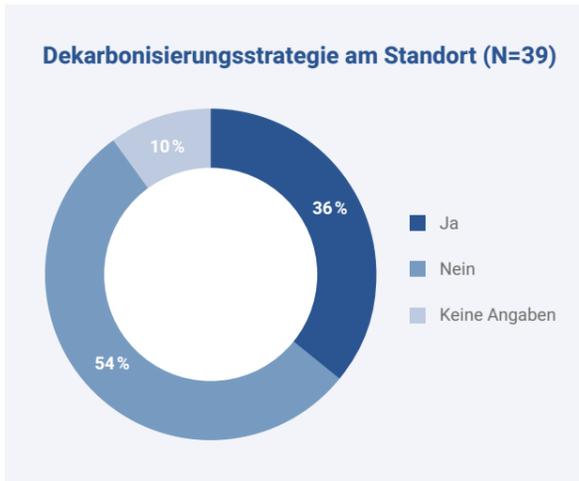


Abbildung 21: Dekarbonisierungsstrategie am Standort | Quelle: eigene Umfrage

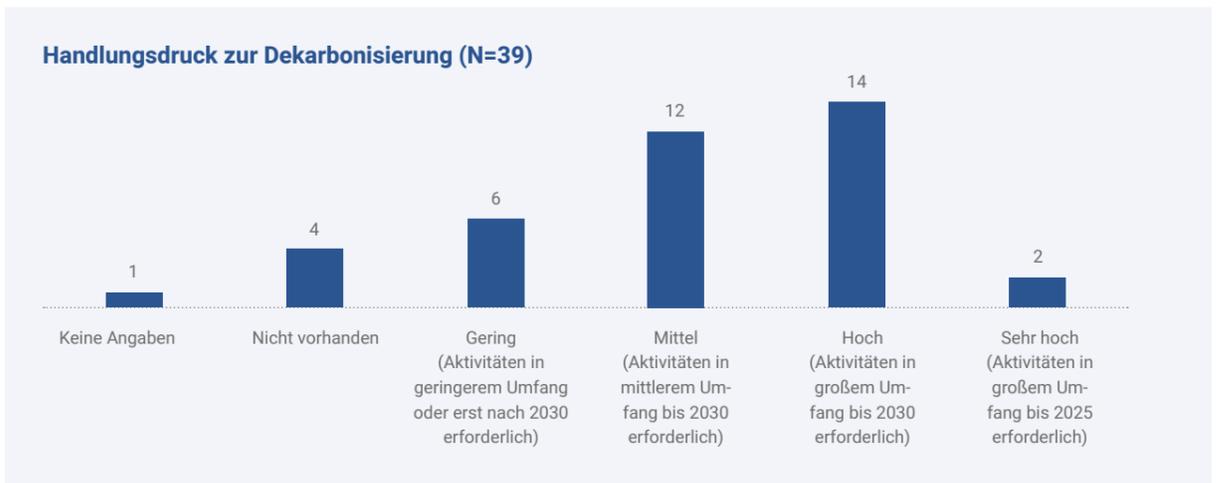


Abbildung 22: Handlungsdruck zur Dekarbonisierung | Quelle: eigene Umfrage

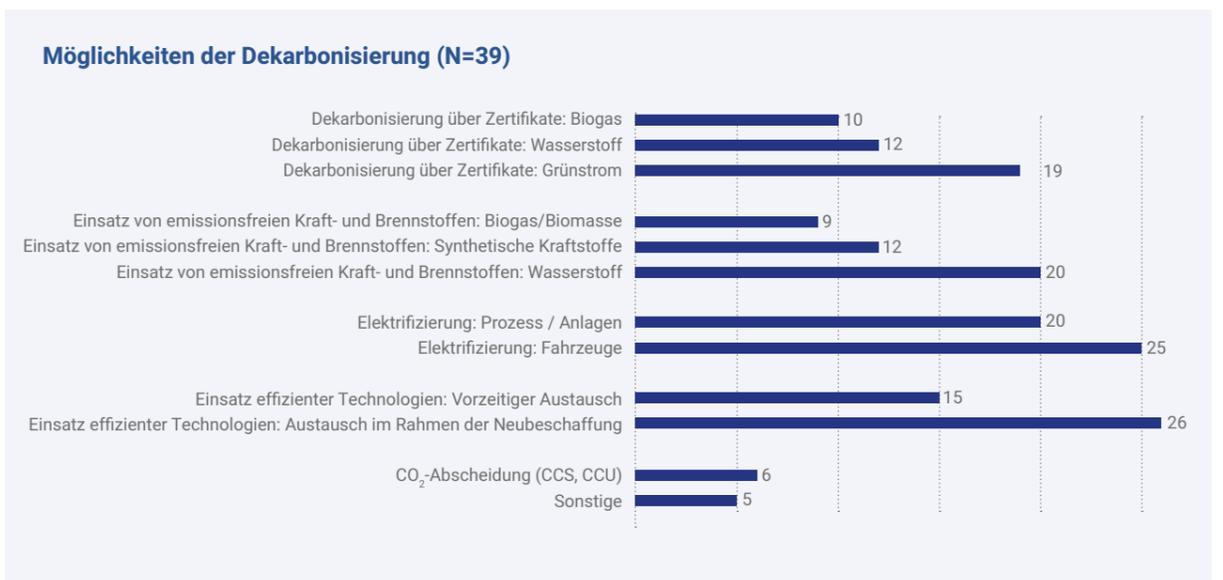


Abbildung 23: Möglichkeiten der Dekarbonisierung | Quelle: eigene Umfrage



Unternehmensbefragung: Einsatz von Wasserstoff



Abbildung 24: Entscheidungskriterien für den Einsatz von H₂ | Quelle: eigene Umfrage

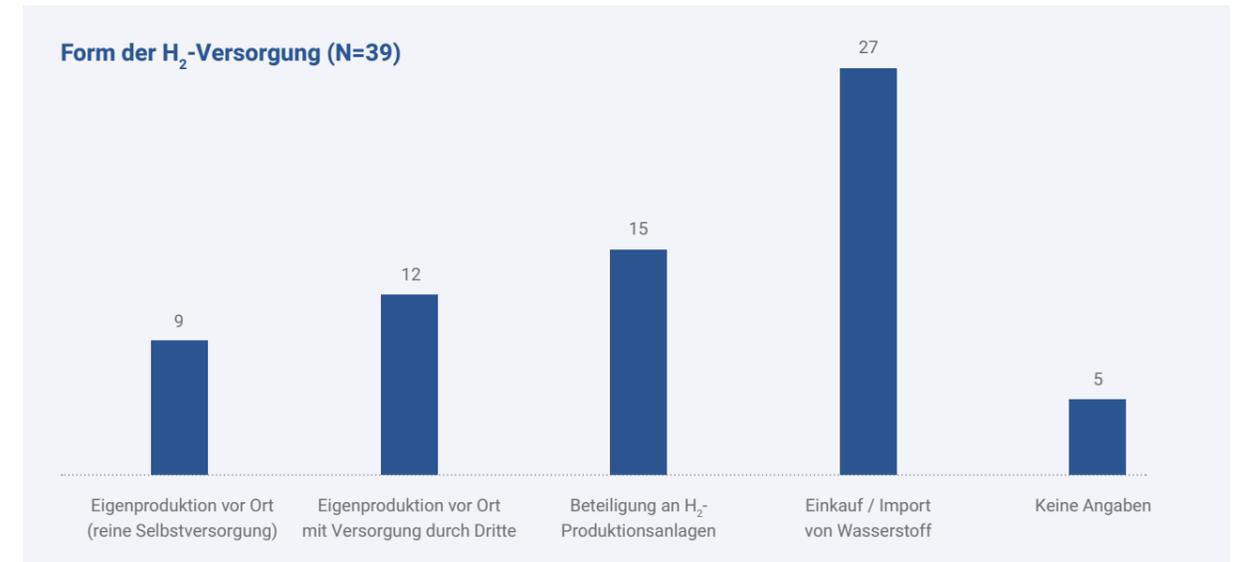


Abbildung 28: Form der H₂-Versorgung | Quelle: eigene Umfrage

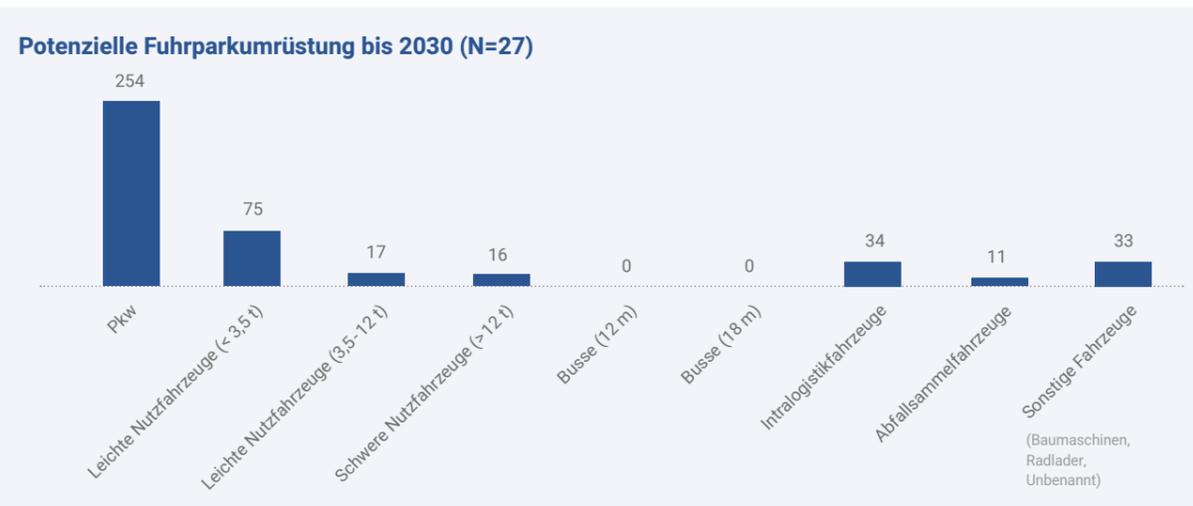


Abbildung 25: Potenzielle Fuhrparkumrüstung bis 2030 | Quelle: eigene Umfrage

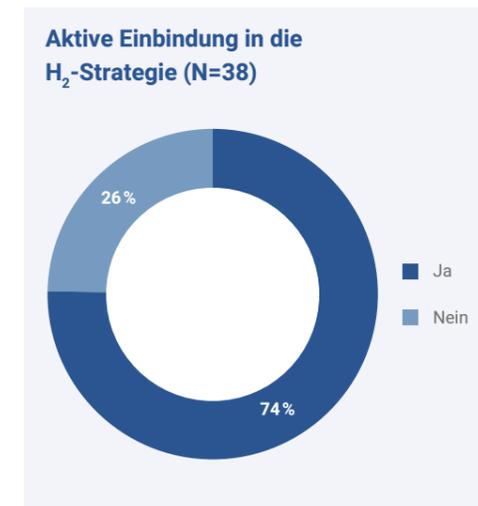


Abbildung 29: Aktive Einbindung in die H₂-Strategie | Quelle: eigene Umfrage

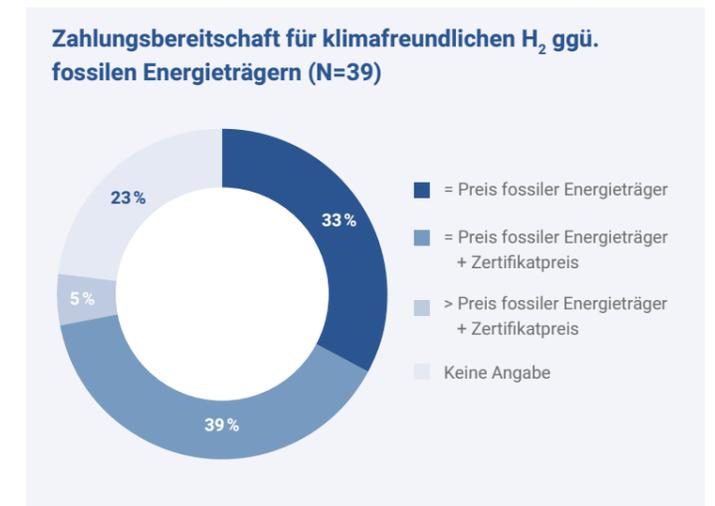


Abbildung 30: Zahlungsbereitschaft für klimafreundlichen H₂ ggü. fossilen Energieträgern | Quelle: eigene Umfrage

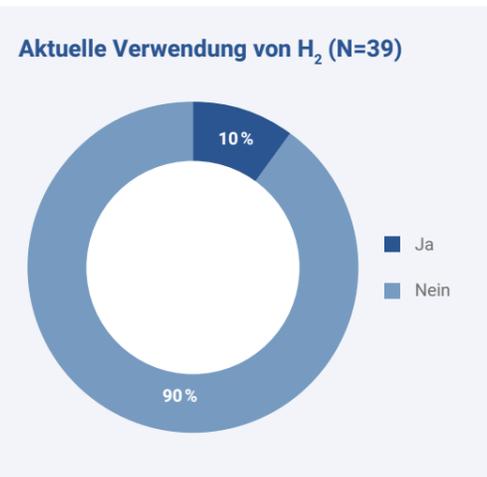


Abbildung 26: Aktuelle Verwendung von H₂ | Quelle: eigene Umfrage

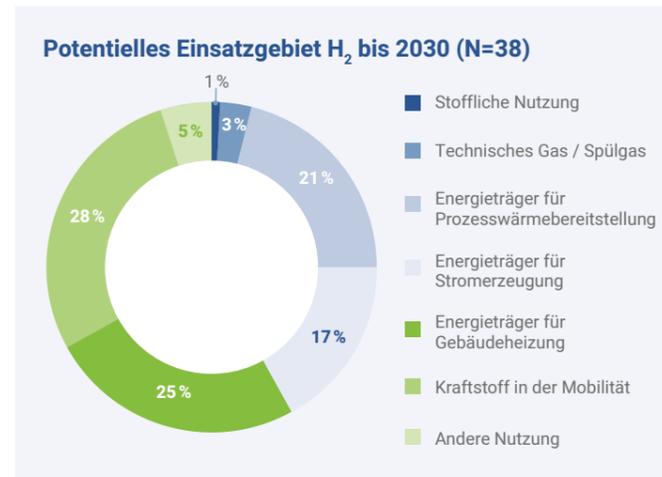


Abbildung 27: Potentiell Einsatzgebiet H₂ bis 2030 | Quelle: eigene Umfrage



In einem nächsten Schritt werden weitere Gespräche mit den Unternehmen der Region geführt, die ihr Interesse an der Wasserstoffstrategie signalisiert haben. Zudem wird die Umfrage auf zusätzliche Verteiler erweitert. Hier werden die HyStarter-Akteure aus der Energieversorgung (EVM und Stadtwerke Neuwied), der Kraftstofflogistik (RWZ), die Stadtwerke Koblenz, die WFG Mittelrhein und das H2BZ Netzwerk RLP e. V. unterstützend mit eingebunden. Ziel ist es, die potenzielle Wasserstoff-Unternehmenslandschaft möglichst genau zu ermitteln.

In regelmäßigen Netzwerktreffen soll die Clusterbildung forciert werden, hier begleiten u. a. die IHK Koblenz, die WFG Mittelrhein und die Initiative Koblenz-Mittelrhein den Prozess. Ein stetiger Austausch findet ebenfalls mit den Akteuren aus Kaisersesch im benachbarten Landkreis Cochem-Zell statt, die derzeit in einem vom BMWK geförderten Reallabor eine zusammenhängende Wasserstoffinfrastruktur erproben.

Auch bei einem Hochlauf der dezentralen Wasserstoffproduktion werden, wie die Umfrage bereits andeutet, die Industrieunternehmen auf die Wasserstoffversorgung durch den Anschluss an das Wasserstoffkernnetz angewiesen sein. Daher ist es von großer Bedeutung, die Abnahmestandorte und -mengen detailliert zu erfassen und mögliche Senken zu identifizieren. Mit diesen Informationen kann sich Rheinland-Pfalz innerhalb der Planung des Bundes für den Anschluss der Region an das Wasserstoffkernnetz einsetzen, um die Dekarbonisierung vorwärtszubringen.

Das Gebiet Mittelrhein-Westerwald besitzt ein theoretisches Potenzial von 279 MW Windenergie und 546 MW Solarenergie.⁹ Im Rahmen der Fortführung des Wasserstoffprojektes der Region Mittelrhein wird das Potenzial im nächsten Schritt um das EE-Potenzial der Eifel erweitert. Ziel der Landesregierung ist es, die Windenergieflächen von derzeit 1,2% auf 2,2% gemessen an der Landesfläche zu erweitern. In der Region bringen sich dafür die EVM, der Landesverband Erneuerbare Energie Rheinland-Pfalz/Saarland e. V. und die RWZ mit ihrer Expertise zur Erschließung und Entwicklung der benötigten Flächen ein. Mit einer langjährigen Expertise in der Planung, dem Bau und dem Betrieb von Wind- und PV-Anlagen verfügen diese Beteiligten über umfassende Erfahrung.

⁹ Quelle: Berechnungen H2Scout.eu auf Basis der Geodaten des Agora Potenzial- und Windflächenrechners (<https://zenodo.org/record/6728382>)

Für die Akzeptanzanalyse werden die Hochschule Koblenz und die Universität Koblenz einbezogen, bspw. im Zusammenhang mit Abschlussarbeiten und praxisorientierten Projekten kann das Stakeholdermanagement erfasst und unterstützt werden.

Als weitere Komponente für ein erfolgreiches Stakeholdermanagement hinsichtlich der Erschließung neuer Fläche für EE-Anlagen und speziell zur Schaffung eines Mehrwerts für die Region sollte die Gründung einer Energiegenossenschaft in Betracht gezogen werden. Unter Beteiligung verschiedener Kommunen kann die Energieversorgung eigenständiger, unabhängiger und mit deutlich mehr Akzeptanz der Bürger:innen gestaltet werden. Die Neue Energie Bendorf eG kann als Genossenschaft hier beratend begleiten. Darüber hinaus kann geprüft werden, inwiefern die geplanten Aktivitäten in die Struktur der Neue Energie Bendorf eG eingebunden werden können.

Ein wichtiger Teil der Clusterbildung ist der Wissensaufbau im Gebiet der Service-, Prüf- und Reparaturstätten für die Wasserstoffproduktion. Fachhochschulen und Hochschulen sollen in Kooperation mit den Unternehmen der Region gezielt Fachkräfte fördern. Dafür sollen Ausbildungsberufe geschaffen und die begleitende Forschung intensiviert werden.

Regionale Herausforderungen

- Entwicklung der „Energierregion“ mit geeigneten Strukturen und Prozessen für überregionale, politische Entscheidungsfindungsprozesse und Abstimmungen.
- Für die Dekarbonisierung der Industrie muss in einem ersten Schritt ein Überblick über die Akteurslandschaft erstellt werden. Zunächst gilt es u. a., potenzielle Abnehmer von Wasserstoff zu identifizieren, das Interesse zur Einbindung in eine gemeinsame Strategie zu eruieren, die benötigten H₂-Mengen zu evaluieren und die Zeiträume für Prozessanpassung bzw. -umrüstung aufzunehmen.
- Die Nutzungsflächen für EE-Anlagen müssen erweitert und der Ausbau beschleunigt werden.
- Im Zuge der Wasserstoffproduktion soll Wissen aufgebaut und in der Region verankert sowie institutionalisiert werden. Zudem sollen Service-, Prüf- und Reparaturstätten entstehen.

Lösungsansätze

- Frühzeitige Einbindung von Bürgermeister:innen und Landräten sowie Gemeindevertretungen und -parlamenten zur Identifizierung geeigneter Steuerungsstrukturen und Verantwortlichkeiten.
- Eine erweiterte Unternehmensumfrage soll Aufschluss darüber geben, welche Unternehmen interessiert an einer Integration in die Wasserstoffstrategie sind. Zudem kann so eine erste Einschätzung zu den aktuellen Dekarbonisierungs- und H₂-Aktivitäten und derzeitigen Energieverbräuchen getroffen werden. Im Anschluss folgen detaillierte Befragungen, Gespräche mit den interessierten Unternehmen werden intensiviert und Netzwerktreffen werden initiiert.
- Akzeptanzsicherung für den Ausbau von erneuerbaren Energien und Schaffung eines Mehrwerts durch die Dekarbonisierung der regionalen Wirtschaft mittels Direktstromnutzung und nachfrageorientierter Wasserstoffproduktion im Einklang.
- (Fach)-Hochschulen sollen in die Wasserstoffstrategie eingebunden werden. Es werden enge Kooperationen mit Unternehmen etabliert und gezielt Ausbildungsstätten mit dem Fokus auf erneuerbare Energien und Wasserstoff geschaffen.

Externer Unterstützungsbedarf

Damit die Energieregion Mittelrhein-Eifel-Westerwald proaktiv entwickelt und gestaltet werden kann, sind ein gemeinsames Verständnis der jeweiligen Kompetenzen und die Identifizierung der Synergien grundlegend.

Dafür muss zunächst eine organisatorische Struktur gebildet werden. Die Aufgaben bestehen u. a. aus der Netzwerkarbeit für die Organisation von regelmäßigen Treffen, der Vor- und Nachbereitung und dem Monitoring. Weitere administrative Aufgabenfelder ergeben sich aus der Netzwerkerweiterung, der Fördermittelbeantragung, der Erstellung von Kompetenzclustern der Akteure oder der Organisation von politischen Auftritten. Die inhaltliche Arbeit sollte sich auf verschiedene Bereiche verteilen, dazu zählen bspw. die Entwicklung des Hafengebiets, die Erschließung der Region für die Wasserstoffinfrastruktur und regenerative Energieanlagen oder die Qualifikation und Weiterbildung von Fachkräften und Behörden.

Sowohl bei den organisatorischen als auch bei den inhaltlichen Tätigkeiten ist eine Unterstützung von außen denkbar. So kann die Neutralität der strukturgebenden Funktion bewahrt und eine unabhängige Perspektive geschaffen werden.

Zeitplanung

Im Jahr 2024: Die Strukturen für ein Netzwerk mit dem Fokus Energie in der Region sind ausformuliert und die Arbeitsgruppen werden gebildet. Die Unternehmensbefragung wurde erweitert und erste Industrieunternehmen nehmen an den Netzwerktreffen teil. Stellungnahmen und öffentliche Beiträge, die vom Netzwerk getragen werden, unterstreichen die Bedeutung des Wasserstoffkernnetzes für die Region.

Die EE-Potenzialflächen in der Region wurden vollständig identifiziert und die Eigentümer zur Sicherung der Flächen für eine Eigenstromproduktion zur Nutzung in der Elektrolyse sowie der Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems durch Stromverkäufe am Strommarkt angesprochen.

Im Jahr 2025: Die Stadt Bendorf hat gemeinsam mit dem Netzwerk Fördermittel akquiriert und eine Machbarkeitsstudie zur detaillierten Analyse der Wasserstoffabnahme, der regionalen Wasserstoffproduktion und Erschließung von Flächennutzung für regenerative Energiequellen ausgeschrieben und vergeben. Die Netzwerkarbeit stärkt die Verbindung von Verwaltung, Verbänden und Unternehmen. Erste wasserstoffspezifische Kooperationen zwischen Hochschulen und Unternehmen entstehen. Zudem wird an einem Konzept für die Etablierung von Ausbildungsberufen mit dem Fokus Wasserstoffwirtschaft gearbeitet.

Im Jahr 2026: Auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse beginnen die Planungen der Flächennutzung für EE-Anlagen und Wasserstoffproduktion, in das Konzept wird das zuständige Landesministerium aktiv eingebunden.

Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **Rheinhafen Bendorf zur Versorgung mit regenerativem Strom:** Der Elektrolyseur im Rheinhafen soll grünen Wasserstoff produzieren und im Idealfall mit grünem Strom beliefert werden, der komplett regional erzeugt wird.
- **Grünstrombezug von Hy.Bendorf aus der Region:** Die Wasserstoffproduktion des Projektes Hy.Bendorf soll mit erneuerbarem Strom aus der Region betrieben werden.
- **Bendorf und Umgebung mit SmartQuart Kaisersesch:** Um Wissen auszutauschen finden regelmäßige Zusammenkünfte zwischen den verantwortlichen Vertreter:innen der Städte Bendorf und Kaisersesch, die ein H₂-Reallabor betreiben, statt.

Im Rahmen der HyStarter-Strategiedialoge wurde eine Vielzahl an Ideen entwickelt, wie die regionale Wasserstoffwirtschaft in Bendorf und der Region gestaltet werden sollte. Die Diskussionen haben verdeutlicht, dass die gesellschaftliche Transformation ein Zusammenspiel nicht nur der regionalen Akteure in und um Bendorf erfordert, sondern auch einer Unterstützung durch die Landes- und Bundespolitik sowie der Hersteller von Wasserstofftechnologien bedarf. Gleichzeitig können Regionen viel mehr sein als nur Käufer von Technologien und Konsumenten von Wasserstoff – sie geben wertvolle Hinweise auf die Eignung der entwickelten Technologien im Alltagsbetrieb und können die Markteinführung durch unterschiedlichste Maßnahmen unterstützen. Im Folgenden sind Kooperationsangebote und Wünsche des HyStarter-Akteursnetzwerks Bendorf an die Politik und die Hersteller von Wasserstofftechnologien formuliert.

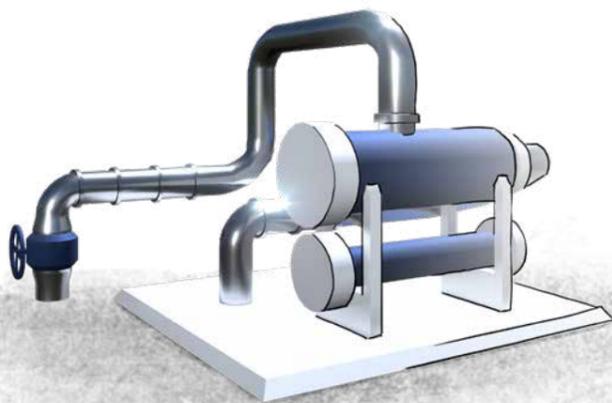
Kooperationsangebote der Region

Die Nutzung von Wasserstoff in den regionalen Verkehrs- und Wärmemärkten konkurriert mit anderen emissionsarmen Technologiesystemen und Kraftstoffen. Zur Unterstützung der Markteinführung von Wasserstofftechnologien bieten die Akteure der HyStarter-Region Bendorf an, die Handlungs- und Gestaltungsmöglichkeiten für Kommunen, Gemeinden, Städte und Landkreise zu analysieren und die Ergebnisse zu kommunizieren sowie Vorschläge in folgenden Themenbereichen, im Sinne der Wasserstoffstrategie von Rheinland-Pfalz, im nördlichen Landesgebiet, zu entwickeln und bereitzustellen:

- Qualifizierung und Kompetenzaufbau bei Genehmigungsbehörden (Behördenschulung, Informationsmaterialien).
- Gesellschaftlicher Diskurs zur Wasserstoffwirtschaft (proaktive Gestaltung unter Einbeziehung von Politik und Verwaltung, Bürger:innen, Unternehmen, Verbänden, Zivilgesellschaft).
- Rolle von Landkreisen im Aufbau einer regionalen Wasserstoffwirtschaft (exemplarisch am Beispiel Mayen-Koblenz: Flächensicherung für den Ausbau erneuerbarer Energien, Integration von H₂ in existierende Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepte, Nutzung von Wasserstoff in eigenen Liegenschaften und Flotten etc.).
- H₂ in der kommunalen Wärmeleitplanung (Blaupausen und Handlungsempfehlungen).
- Unterstützung der Landesregierung bei der Entwicklung geeigneter Fördermaßnahmen für die Umsetzung der Ergebnisse der Machbarkeitsstudie zum Thema „Untersuchung der Rolle von Binnenhäfen als H₂-Hubs“.

Darüber hinaus haben sich die Akteure der HyStarter-Region Bendorf bereit erklärt, folgende Beiträge zur Erschließung der in der Region vorhandenen Potenziale zu leisten:

- „Carbon contracts for difference“ – Unterstützung der Clusterbildung von Unternehmen und Akteuren mit dem Ziel, das Förderinstrument im Rahmen von Verbundvorhaben auch kleineren Akteuren zugänglich zu machen.
- Fachkräftesicherung durch Anpassung der Curricula und Lehrinhalte an Hochschulen und Universitäten, stärkere Berücksichtigung der Wasserstoffthemen in der beruflichen Aus- und Weiterbildung (Berufsschulen), Einrichtung von Stiftungsprofessuren.
- Regionale Ressourcen erschließen: Den notwendigen politischen und gesellschaftlichen Diskurs gemeinsam regional führen und konstant präsent halten. Die Erschließung der regionalen Ressourcen zeitnah umsetzen.



Wünsche an die Landespolitik

Im November 2022 wurde die Wasserstoffstrategie des Landes Rheinland-Pfalz veröffentlicht. In dieser Strategie bleibt das nördliche Rheinland-Pfalz strukturell weitestgehend unberücksichtigt. Im Rahmen einer nächsten Überarbeitungsphase sollten Beteiligungsprozesse implementiert werden, die bestehende H₂-Netzwerke stärker einbinden und vorhandene Planungen und Ideen zur dezentralen Wasserstoffwirtschaft aufgreifen und integrieren. Auch ist es wichtig, Verantwortlichkeiten zur Umsetzung der in der Wasserstoffstrategie definierten Roadmap klar zu benennen, so dass Aktivitäten leichter koordiniert und Fragen gezielt adressiert werden können. Des Weiteren wäre es hilfreich, wenn:

- Planungsprozesse für die Erschließung von erneuerbaren Energien zeitlich verkürzt werden, um den Hochlauf einer grünen Wasserstoffwirtschaft nicht unnötig zu verzögern und die in der Region produzierten Mengen Wasserstoff im THG-Quotensystem des Verkehrssektors gemäß 37. BImSchV anrechenbar zu platzieren,
- die Behörden mit dem Ziel des Kompetenzaufbaus überregional vernetzt werden, um Erfahrungswerte und Best-Practice aus vergleichbaren Genehmigungsverfahren zu teilen und zu nutzen,
- Maßnahmen zur Förderung oder Koordinierung von Aktivitäten im Wasserstoffbereich sich nicht auf Innovationen beschränken, sondern auch Netzwerke, Personalaufstockung, Qualifikationsmaßnahmen und Studien inkludieren,
- die Vernetzung von Akteuren und Aktivitäten innerhalb von Rheinland-Pfalz gestärkt werden, z. B. in Form eines „Runden Tisches H₂ in RLP“,
- die Erschließung von erneuerbaren Energien für die Region politisch unterstützt und die Entwicklung und Umsetzung von Konzepten bei Bedarf durch eine regionale Kompetenz- und Transferstelle im nördlichen Rheinland-Pfalz begleitet werden,
- Kommunaler Klimaschutz zur Pflichtaufgabe wird, um Investitionen auch in verschuldeten Kommunen zu ermöglichen und eine kommunale Handlungsfähigkeit sicherzustellen.

Wünsche an die Bundespolitik und die H₂-Industrie

- **Die Anlagen, Komponenten und Fahrzeuge müssen in ausreichender Menge am Markt verfügbar sein.** Aktuell ist die Anbieterseite noch nicht ausreichend diversifiziert. Die Entscheidung für den Einsatz der Wasserstofftechnologie erfordert im Rahmen von Ausschreibungen eine Mindestanzahl von Bietern, um wettbewerbliche Angebote einzuholen. Gleichzeitig muss man als Anwender darauf vertrauen können, dass die erforderlichen Lieferketten existieren, um im Fall von Reparaturarbeiten oder Kapazitätserweiterungen kurze Lieferzeiträume über die gesamte Lebensdauer der Technologien zu realisieren. Gleiches gilt für die Verfügbarkeit von ausreichend qualifizierten Fachkräften zur Instandhaltung und zeitnahen Reparatur der Fahrzeuge und Anlagen. Idealerweise werden hierbei lokale Fachkräfte entsprechend weitergebildet und eingesetzt. Es wäre wünschenswert, wenn die H₂-Industrie den lokal ansässigen und interessierten Betrieben entsprechende Weiterbildungsangebote zur Qualifizierung ihrer Mitarbeiter:innen außerhalb der schulischen Ausbildung (ggfs. auch in Kooperation mit der Hochschule bzw. Universität Koblenz) anbieten würde.
- **Zur Sicherstellung von beschleunigten Genehmigungsprozessen** sind für Komponenten, Technologien und Prozesse Standards sowie einheitliche Normen und Regularien zu entwickeln und in Verordnungen auf Länder- und Bundesebene zu verankern. Ziel sollte sein, diese Rahmenbedingungen grenzübergreifend mit den europäischen Nachbarstaaten abzustimmen. Ein drängendes Thema in diesem Kontext ist die Kompatibilität der technischen Schnittstelle zwischen Betankungsanlagen und Trailern / Speichern. Nur so kann sichergestellt werden, dass Lösungen auch system- und herstellerübergreifend einsetzbar sind.
- **Die Anrechenbarkeit von klimaneutral erzeugtem Wasserstoff auf die THG-Quoten des Verkehrssektors muss gewährleistet sein** und darf sich nicht auf die zum Zeitpunkt der HyStarter-Strategiedialoge diskutierten engen Grenzen der 37. BImSchV beschränken.
- **Eine zuverlässige und verbindliche Planung des Infrastrukturhochlaufs ist sicherzustellen**, um regionale Aktivitäten und Hochläufe an den zu erwartenden H₂-Importen und leitungsgebundenen Verteilnetzstrukturen für Wasserstoff auszurichten.

Weitere Informationen zu den aktuellen Wasserstofftechnologien (Verfügbarkeit, Reifegrad (Technology Readiness Level), Funktionsweise, Hersteller u. v. m.), eine Übersicht zu den rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen sowie Informationen zu aktuellen Förderprogrammen finden Sie unter den nachfolgenden QR-Codes.

Aktuelle Förderprogramme



- Förderprogramme auf EU-Ebene
- Förderprogramme auf Bundes-Ebene

Gesetze und Regulatorik



- Gesetzeslandkarte zu nationalen Gesetzen und Verordnungen

Wasserstoffanwendungen



- Straßenfahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb
- Weitere mobile Anwendungen
- Gebäude- und Standortenergieversorgung
- Wasserstoffproduktion
- Wasserstofftransport und -abgabe

ASF	Abfallsammelfahrzeuge
BAB	Bundesautobahn
BImSchG / BImSchV	Bundesimmissionsschutzgesetz / Bundesimmissionsschutzverordnung
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BUS	Bendorfer Umschlag- und Speditionsgesellschaft (regionaler Akteur)
BZ	Brennstoffzelle
CO₂	Kohlenstoffdioxid
EE	Erneuerbare Energien
EVM	Energieversorgung Mittelrhein AG (regionaler Akteur)
FNB	Fernleitungsnetzbetreiber Gas
GmbH	Gesellschaft mit begrenzter Haftung
H₂	Wasserstoff
ha	Hektar (10.000 m ²)
IHK	Industrie- und Handelskammer
kW / kWh	Kilowatt (Leistung), Kilowattstunden (Arbeit)
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
Lkw	Lastkraftwagen
LOI	„Letter of Intent“ (Absichtserklärung)
Mio	Millionen
MW / MWh	Megawatt (Leistung) / Megawattstunden (Arbeit)
Pkw	Personenkraftwagen
PV	Photovoltaik
O₂	Sauerstoff
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PPA	Power Purchase Agreement (Stromliefervertrag)
RLP	Rheinland-Pfalz
RWZ	Raiffeisen Waren-Zentrale Rhein-Main eG (regionaler Akteur)
SGD	Struktur- und Genehmigungsdirektion
t	Tonnen (1.000 kg)
TEN-T	Trans-European Transport Network
THG	Treibhausgas
VRM	Verkehrsbund Rhein-Mosel
WFG	Wirtschaftsförderungsgesellschaft



Region
Bendorf

H₂