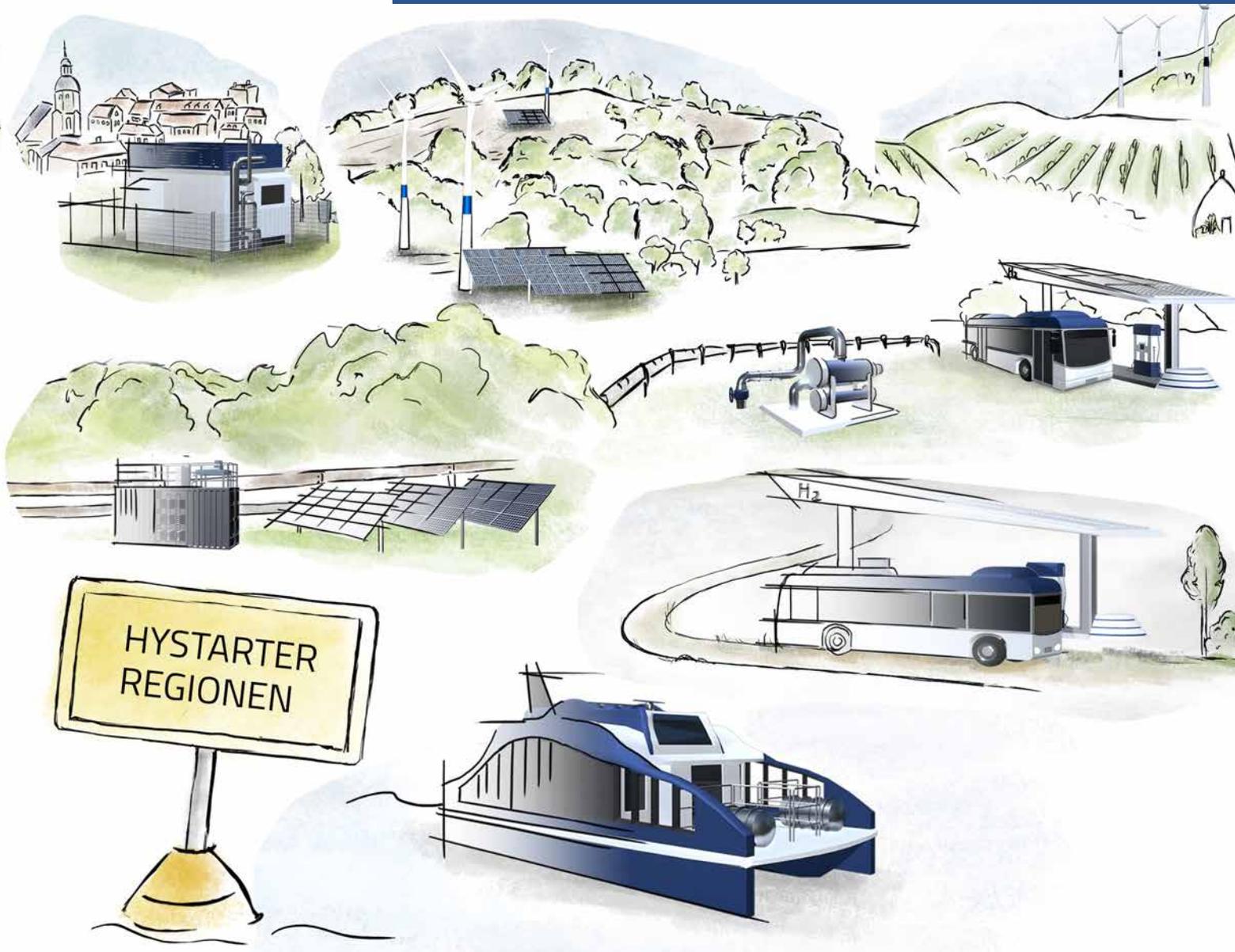


H<sub>2</sub>O

ERGEBNISBERICHT  
**HYSTARTER-REGIONEN IN  
DEUTSCHLAND 2021 – 2023**



Gefördert durch:



Koordiniert durch:



Projekträger:



**Vorwort (BMDV)** ..... 3

**1. HyStarter II und seine Regionen** ..... 4

    Altenburger Land ..... 6

    Bad Bentheim ..... 8

    Bendorf ..... 10

    Eichstätt ..... 12

    Göppingen ..... 14

    Kulmbach ..... 16

    Landeshauptstadt München ..... 18

    Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg & Landkreis Mecklenburgische Seenplatte ..... 20

    Ostfriesland ..... 22

    Perl ..... 24

    Rheinessen-Nahe ..... 26

    Kreis Soest ..... 29

    Westpfalz ..... 31

    Wismar ..... 34

    Zweckverband InterFranken ..... 36

**2. Wasserstoffsznarien der HyStarter-Regionen im Vergleich** ..... 38

**3. Technologiekonzepte** ..... 42

**4. Entwicklung von Wasserstoffregionen – Erfahrungen zu Best-Practices und Lessons Learned** ..... 44

**5. Übersicht über Empfehlungen und Erwartungen an die Politik, Kooperationsangebote aus den Regionen** ..... 58

**6. Abriss über Wasserstofftechnologien in den Regionen** ..... 60

**7. Staatliche Unterstützung von Wasserstoffregionen** ..... 62

**Anhang** ..... 66

**Abkürzungsverzeichnis** ..... 67

**IMPRESSUM**

**Herausgeber**

Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV)  
 Invalidenstr. 44 | 10115 Berlin

**Koordiniert durch**

NOW GmbH | Fasanenstr. 5, 10623 Berlin  
 www.now-gmbh.de

**Redaktion**

Martin Hellwig (Spilett n/t GmbH)

Unter Mitarbeit von:

**Kapitel 1:** Merle Sölter und Nadine Hölzinger (Spilett n/t GmbH), Anke Schmidt, Eike Friedrichs und Nils Werner (Nuts One GmbH) und Dr. Frank Koch (EE ENERGY ENGINEERS GmbH); **Kapitel 2:** Nadine Hölzinger (Spilett n/t GmbH); **Kapitel 3:** Dr. Frank Koch (EE ENERGY ENGINEERS GmbH); **Kapitel 4:** Nadine Hölzinger (Spilett n/t GmbH) und Anke Schmidt (Nuts One GmbH); **Kapitel 5 und 7:** Nadine Hölzinger (Spilett n/t 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**

PROF. DR. KLAUS BONHOFF



© BMDV

Sehr geehrte Damen und Herren,

unsere Welt steht vor drängen- den Herausforderungen im Bereich des Klimawandels, der Energiesicherheit und der Dekarbonisierung. Wasserstoff hat das Potenzial, große Mengen erneuerbarer Energie in unser Energiesystem zu integrieren und gleichzeitig Wirtschaftswachstum, Beschäftigung und Innovation zu fördern. Deutschland hat sich ehrgeizige Ziele gesetzt, um bis 2045 klimaneutral zu werden. Wasserstoff wird hierbei auch in der Mobilität eine zentrale Rolle spielen.

Unsere Aufgabe ist es, die Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor bis zum Jahr 2030 auf 85 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> zu reduzieren. Dieses Ziel können wir erreichen, indem wir beispielsweise lokale Energiequellen nutzen, um vor Ort Strom und alternative Kraftstoffe aus erneuerbaren Energien in Verbindung mit elektrischen Antrieben in das Verkehrssystem zu integrieren. Entscheidend dafür sind der Ausbau des Tankstellennetzes, die Produktion von grünem Wasserstoff und die synergetische Nutzung von Wasserstoff und seinen Nebenprodukten, um Geschäftsmodelle frühzeitig zu entwickeln.

Die integrierte Förderung von Wasserstoffregionen und die Betrachtung der gesamten Wertschöpfungskette in den Regionen führt zur Nutzung von Synergien und gleichzeitig zu einer höheren Auslastung der Anlagen. Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr hat bislang für das Programm HyLand Haushaltsmittel in Höhe von rund 113 Millionen Euro aus dem Nationalen Innovationsprogramm Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie (NIP II) bereitgestellt.

In der zweiten Phase des HyLand-Wettbewerbs haben 15 HyStarter-Regionen eindrucksvoll unter Beweis gestellt, dass Wasserstoff flächendeckend fossile Brenn- und Kraftstoffe in der Mobilität, Industrie und im Wärmesektor ersetzen kann. Der vorliegende Abschlussbericht zeigt, welche Dynamik und Motivation aus der Zusammenarbeit lokaler Akteure entstehen kann. Er beschreibt die angewandten Instrumente und Methoden sowie die entstandenen regionalen Roadmaps, die aufzeigen, wie und wann Wasserstofftechnologien zum Einsatz kommen können.

Neben der Arbeit in den Regionen steht die Vernetzung der Teilnehmer innerhalb des HyLand-Netzwerkes im Fokus. Zum Netzwerk gehören neben den HyStartern auch Regionen der weiteren Kategorien HyExperts und HyPerformer. Im Netzwerk gilt es, die Erfahrungen und das Wissen entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu teilen und Synergien zu heben, um Doppelarbeiten zu vermeiden. Viele der HyLand-Projekte haben eine Vorreiter- und Vorbildfunktion entwickelt und dienen als Blaupause für andere Regionen – national und international.

Die Zukunft der Mobilität ist grün, sauber und nachhaltig, und Wasserstoff wird zweifellos eine tragende Säule dieser Transformation sein. Mit dem HyLand-Programm haben wir uns gemeinsam auf den Weg gemacht, um emissionsfreie Mobilität zu gestalten. Diesen Weg wollen wir auch weiterhin mit der Fortsetzung des HyLand-Programmes beschreiten.

**Prof. Dr. Klaus Bonhoff**

Leiter der Grundsatzabteilung,  
 Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV)



# 1. HYSTARTER II UND SEINE REGIONEN

HyStarter – die Zukunft mit Wasserstoff gestalten. Unter diesem Motto erarbeiteten im Zeitraum 2021 bis 2023 im Rahmen der zweiten Runde des durch die Bundesregierung initiierten HyLand-Wettbewerbs insgesamt 15 Regionen in Deutschland Konzepte für eine regionale Wasserstoffwirtschaft. Begleitet wurden sie in diesem Roadmap-Prozess durch Expert\*innen der Beratungsunternehmen EE ENERGY ENGINEERS, der Nuts One und der Spilett new technologies. Die regionalen Akteure aus Politik und Verwaltung, aus Industrie, kommunalen und privaten Unternehmen, aus Verbänden, Zivilgesellschaft und Forschung erarbeiteten im Rahmen von jeweils sechs ganztägigen Strategiedialogen ein Zielbild für ihre Wasserstoffregion 2030, entwickelten Strategien zur Realisierung dieser Vision und identifizierten erste konkrete Projekte, die im Rahmen von Technologiekonzepten auf ihre technische Machbarkeit hin diskutiert und überprüft wurden. Um die Umsetzung der Ideen im Anschluss an HyStarter zu erleichtern, wurden für die folgenden 24 Monate bzw. für den Zeitraum bis 2030 Fahrpläne erstellt, die konkrete Aktivitäten, Zeit- und Meilensteinpläne umfassen sowie Verantwortlichkeiten benennen. Ergänzt wurden die

Diskussionen in den Strategiedialogen durch bedarfsorientierte Workshops zu alternativen Wasserstoffherzeugungspfaden, den Transportoptionen für Wasserstoff, den Anwendungsmöglichkeiten in den Sektoren Verkehr, Industrie und Standortenergieversorgung sowie zu den rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen.

Die Auswahl der HyStarter-Regionen erfolgte durch das BMDV und spiegelt die Vielfalt der regionalen Besonderheiten in Deutschland wider: Eine Großstadtregion mit über 1,5 Mio. und eine Gemeinderegion mit rund 8.000 Einwohner\*innen, Küstenregionen an Nord- und Ostsee und Mittelgebirgsregionen, eine Region im norddeutschen Tiefland und eine Region an einer starkfrequentierten Wasserstraße. Allen Regionen gemein sind die hohe Motivation und das große Engagement im HyStarter-Projekt. Die Akteure aller Regionen erkennen den Mehrwert einer klimaneutralen Energieversorgung auf der Basis von grünem Wasserstoff und sind bereit, Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien im Alltag einzusetzen, bestehende Infrastrukturen umzurüsten und Prozesse anzupassen.



Abbildung 1: Übersicht HyStarter-Regionen © BMDV/ Spilett n/t, Quelle: OpenStreetMap, 2023

## Initiatoren

Landkreis Altenburger Land, Fachdienst Wirtschaft, Tourismus und Kultur

## Beteiligte Akteure

Aus- und Weiterbildungsverbund – AWA e. V., Altenburger Kraftfutterwerk und Getreidehandel (ALKA) GmbH, Landwirtschaftsbetrieb Bubinger, Energie- und Wasserversorgung Altenburg (EWA) GmbH, ENGO Energiegenossenschaft Ostthüringen eG, GP Günter Papenburg AG, HYPOS e. V., HySON gGmbH, IHK Ostthüringen zu Gera, ITEL – Deutsches Lithiuminstitut GmbH, Karl Fischer Agrarhandel Pontewitz, Landkreis Altenburger Land, Landesentwicklungsgesellschaft Thüringen mbH (LEG Thüringen), Meuselwitz Guss Eisengießerei GmbH, Gemeinde Nobitz, Stadtwerke Schmölln GmbH, Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur GmbH (THEGA), THÜSAC Personennahverkehrsgesellschaft mbH, Wirtschaftsvereinigung Altenburger Land, Metropolregion Mitteldeutschland (WAMM) e. V., FRAMO GmbH. Einige Unternehmen bereicherten die Diskussionen in vereinzelt Strategiedialogen wie u. a. inca-fiber GmbH, KAG Altenburger Museen, die VNG-Gruppe und Zukunft LAND GmbH.

## Regionale Ausgangslage und Kontext

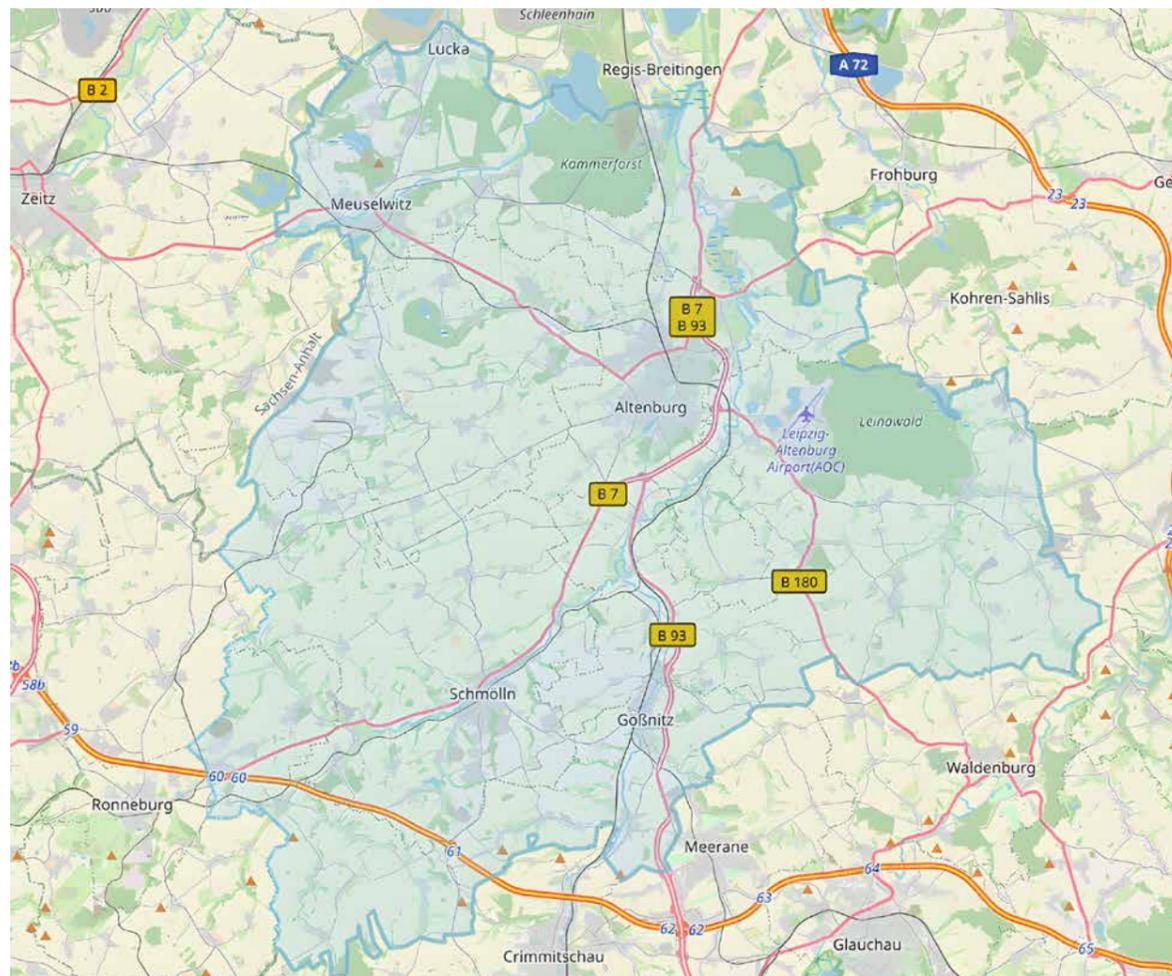


Abbildung 2: Wasserstoffregion Altenburger Land © BMDV/ Spilett n/t, Quelle: OpenStreetMap, 2023

Der thüringische Landkreis Altenburger Land liegt im Dreiländer-Eck von Thüringen, Sachsen und Sachsen-Anhalt. Die geographisch günstige Lage im Zentrum der mitteldeutschen Wirtschaftsregionen Leipzig, Halle, Chemnitz,

Zwickau und Jena wird mit einer hervorragenden infrastrukturellen Anbindung, durch eine wichtige europäische Hauptverkehrsachse, einem bestehenden Netz zur Distribution von Wasserstoff in Mitteldeutschland sowie

bestehenden Erdgas-Fernleitungen ergänzt. Der Landkreis ist geprägt durch stetiges Wirtschaftswachstum mit einer leistungsfähigen Industrie, zu der beispielsweise Maschinen- und Fahrzeugbau oder Metallverarbeitung gehören. Die Landwirtschaft ist ein weiterer Schwerpunkt der regionalen Wirtschaft und der Ausbau der erneuerbaren Energien ein wachsender Zweig. Durch den sehr

heterogen besetzten Kreis der Projektteilnehmer, die in allen Wertschöpfungsstufen einer Wasserstoffwirtschaft angesiedelt sind, konnten innovative und unkonventionelle Ansätze entwickelt werden. Die vielfältigen Wasserstoffaktivitäten in Thüringen und die gute Vernetzung der Akteure, waren eine Bereicherung und Motivation für die Zusammenarbeit auch über das HyStarter-Projekt hinaus.

## Die Wasserstoffregion Landkreis Altenburger Land im Jahr 2030



Abbildung 3: Optionen der Wasserstoffproduktion und der Wasserstoffanwendungen in der Region Landkreis Altenburger Land

Im Altenburger Land wird grüner Wasserstoff überwiegend mittels Elektrolyse mit Strom aus regionalen Photovoltaik- und Windenergieanlagen erzeugt. Dabei wird auch der Überschussstrom aus Anlagen genutzt, die ihre Elektrizität nicht ins Stromnetz einspeisen können und regelmäßig abgeschaltet werden müssen. Die Standortwahl der Elektrolyseanlagen berücksichtigt die regionalen Gegebenheiten zur Nutzung des Wasserstoffs, des Sauerstoffs und der Abwärme sowie die Wasserverfügbarkeit und Infrastrukturanbindung.

Der grüne Wasserstoff wird insbesondere der mittelständischen Wirtschaft in der Region über bestehende und neu gebaute Wasserstoffpipelines zur Verfügung gestellt. Dazu wurde das Altenburger Land an das mitteldeutsche Wasserstoffnetz angebunden. Die Dekarbonisierungsstrategien der regionalen Industrieunternehmen mit hohem Energiebedarf haben nach ersten Prüfungen zur Umstellung der Herstellung der Prozesswärme von Erdgas auf Wasserstoff mit der Implementierung der Wasserstofftechnologien begonnen.

Für die klimaneutrale Gestaltung des Verkehrssektors ist der Dreiklang aus Verkehr vermeiden, Verkehr verlagern

und Verkehr verbessern (Antriebwende) umgesetzt. Neben batterieelektrischen Fahrzeugen werden insbesondere im ÖPNV auch wasserstoffbetriebene Brennstoffzellen-Busse eingesetzt. Zur Versorgung dieser Fahrzeuge sind Wasserstofftankstellen in Betrieb, die auch den Durchgangsverkehr, vor allem dem Schwerlastverkehr zur Verfügung stehen.

Als ein erster Schritt zur Dekarbonisierung der regionalen Wärmeversorgung wird ein Wohnquartier mit brennstoffzellenbetriebenen BHKWs versorgt. Zusätzlich sind die Gasnetze H2-ready und integrieren den grünen Wasserstoff in die bestehende Infrastruktur.

Es wurde eine regionsweite Koordinierungsstelle eingerichtet, die die Anbieter und Verbraucher von Wasserstoff zusammenbringt, die Bürger\*innen des Landkreises regelmäßig über aktuelle Projekte informiert und so die Akzeptanz der neuen Technologie fördert. Die für die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien benötigten Fachkräfte werden in enger Abstimmung mit den Unternehmen in Altenburg ausgebildet.

## Initiatoren

Stadt Bad Bentheim und Energieversorgung Bad Bentheim GmbH & Co. KG

## Beteiligte Akteure

ABO Wind AG, Agrowea GmbH & Co. KG, ARAL, Stadt Bad Bentheim, BayWa r.e. Wind GmbH, Bentec GmbH, Bentheimer Eisenbahn AG, B.E.S. GmbH & Co. KG, Energieversorgung Bad Bentheim GmbH & Co. KG, Fachklinik Bad Bentheim, Hitachi Zosen INOVA AG, Model Group Holding AG, Prowind GmbH, Q1 Energie AG, Thyssengas GmbH, Westenergie AG.

## Regionale Ausgangslage und Kontext

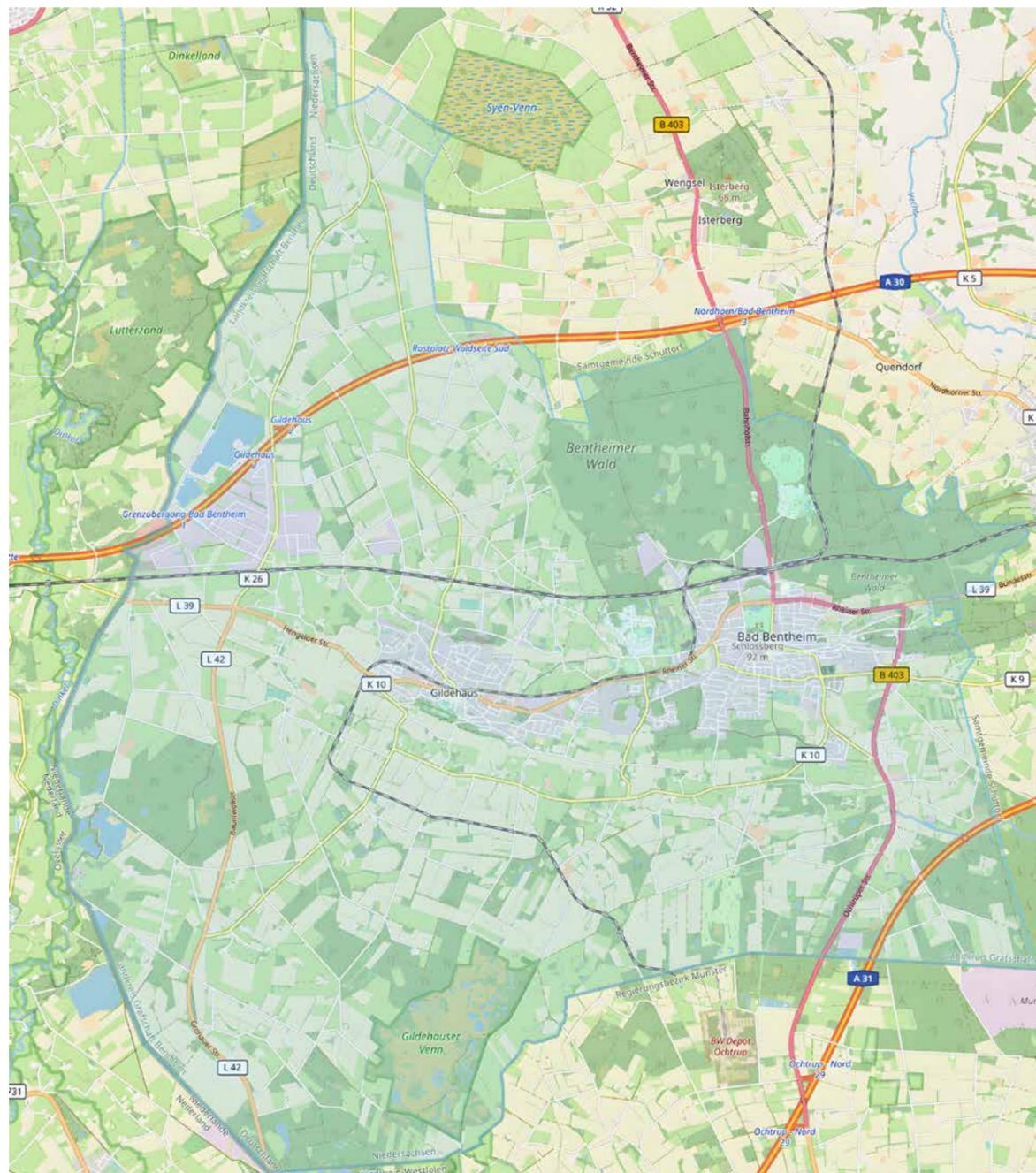


Abbildung 4: Wasserstoffregion Bad Bentheim © BMDV/ Spielt n/t, Quelle: OpenStreetMap, 2023

Die Stadt Bad Bentheim liegt im Landkreis Grafschaft Bentheim in Niedersachsen und befindet sich im Nordwesten Deutschlands, an der Grenze zu den Niederlanden. Der Wirtschaftsstandort ist geprägt von einem mehr als 160 ha großem Gewerbepark sowie von der Landwirtschaft, dem Handel und dem Tourismus. Der Verlauf zweier hochfrequenter Bundesautobahnen durch das Stadtgebiet

erzeugt ein hohes Verkehrsaufkommen, insbesondere im Bereich des überregionalen Schwerlastverkehrs. Außerdem kreuzen zwei Ferngasleitungen die Stadt. Neben dem Gewerbestandort bildet der Gesundheitstourismus mit einem Fachklinikum und Mineralthermen ein weiteres wirtschaftliches Standbein der Region.

## Die Wasserstoffregion Bad Bentheim im Jahr 2030

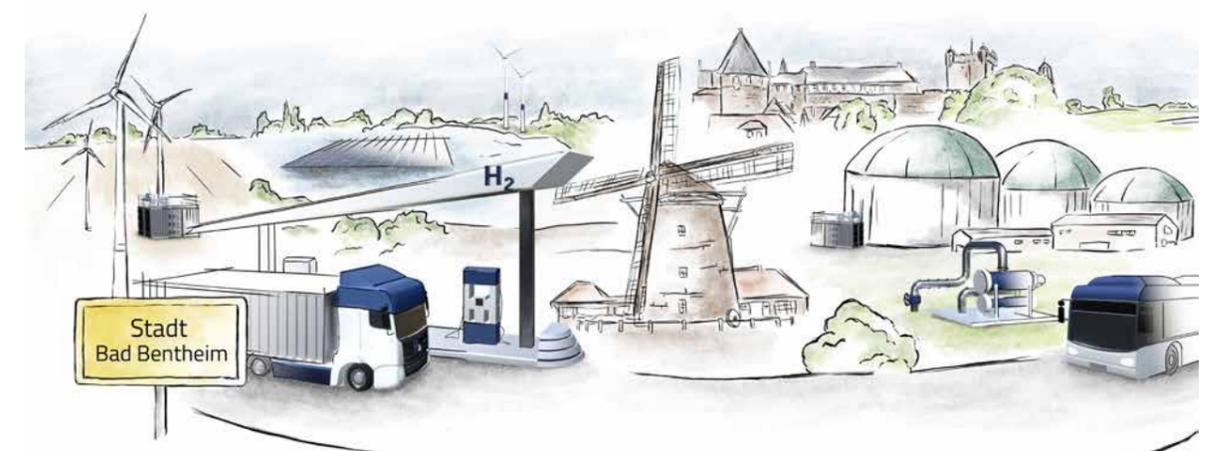


Abbildung 5: Optionen der Wasserstoffproduktion und der Wasserstoffanwendungen in der Region Bad Bentheim

Ein zentrales Projekt in der Region bildet die biologische Methanisierung von regionalem Biogas mit grünem Wasserstoff, das von der Projektgesellschaft Bioenergiepark Bad Bentheim getragen wird. Die lokalen Akteure des Bioenergieparks leisten damit einen wesentlichen Beitrag zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung in der Region. Daneben trägt die Abwärme der Methanisierungs- und der Elektrolyseanlagen einen weiteren Teil zur Wärmeversorgung bei. Überschüssiges Biomethan wird ins Erdgasnetz eingespeist oder als Übergangslösung in zwölf Bussen des ÖPNV oder in Lkw eingesetzt. Damit nimmt die Region eine überregionale Leuchtturmfunktion für die Nutzung von Wasserstoff in der biologischen Methanisierung ein.

Durch das große Flächenpotenzial für die Erzeugung von Windenergie und Solarstrom wird ein bedeutender Teil davon zur Produktion von regionalem grünem Wasserstoff verwendet. Eine Wasserstofftankstelle an der BAB 30, einer wichtigen Ost-West-Achse für den europäischen Güterver-

kehr, versorgt brennstoffzellenbetriebene Lkws mit grünem Wasserstoff und senkt so die lokalen CO<sub>2</sub>-Emissionen dieses Sektors. Da die Wasserstoffproduktion den regionalen Bedarf deutlich übersteigt, werden die Überschüsse über die bestehenden Pipelines exportiert. Die dafür notwendigen Einspeisepunkte liegen im Stadtgebiet, so dass dafür nur kurze Wege überbrückt werden müssen.

Die Wasserstoffregion Bad Bentheim ist als Teil des Landkreises Grafschaft Bentheim eingebunden in die überregionalen Wasserstoffaktivitäten im Emsland, in den Niederlanden und in Nordrhein-Westfalen. Als Wasserstoffquelle profitiert Bad Bentheim mit seiner vorteilhaften geografischen Lage schon von diversen Wasserstoffanwendungen und kann durch einzelne Leuchtturmprojekte als Best-Practice-Anwendung mittel- und langfristig einen Beitrag zum Hochlauf der europäischen Wasserstoffwirtschaft leisten.

## Initiatoren

Stadt Bendorf

## Beteiligte Akteure

BDH-Klinik Vallendar gGmbH, Bundesverband Windenergie e. V., BUS Bendorfer Umschlag- und Speditions GmbH & Co. KG, Contargo GmbH & Co. KG, Energieversorgung Mittelrhein AG, GP JOULE, Grauel + Werth Ingenieurgesellschaft für Umwelttechnik GmbH, Hochschule Koblenz, Hy.Bendorf, H2BZ Netzwerk RLP, HWK Koblenz, IHK Koblenz, Ingenion GmbH, iph Hähn GmbH, iplas Innovative Plasma Systems GmbH, Kreisverwaltung Mayen-Koblenz, Landesverband Erneuerbare Energie Rheinland-Pfalz/Saarland e. V., Mabanaft GmbH & Co. KG, Mathias Normann Spedition GmbH & Co. KG, Neue Energie Bendorf eG, Ökonolog GmbH, Raiffeisen Waren-Zentrale Rhein-Main AG, Rheinhafen Bendorf GmbH, SGD Nord, SmartQuart Kaisersesch, Stadt Bendorf, Stadtwerke Koblenz GmbH, Stadtwerke Neuwied GmbH, Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord / SGD Nord, Universität Koblenz, VG Vallendar, Wirtschaftsförderungsgesellschaft am Mittelrhein mbH.

## Regionale Ausgangslage und Kontext

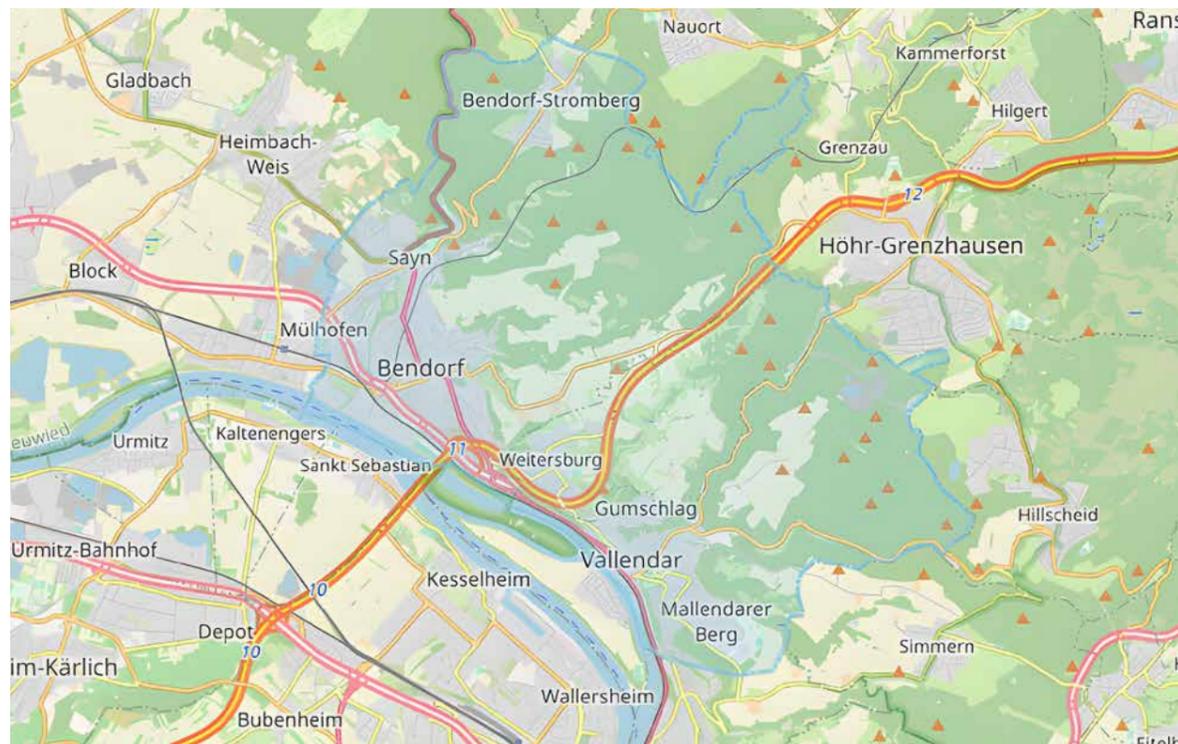


Abbildung 6: Wasserstoffregion Bendorf © BMDV/ Spilett n/t, Quelle: OpenStreetMap, 2023

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. Ein bedeutender Wirtschaftsfaktor Bendorfs ist der Rheinhafen, der sich im Eigentum der Rheinhafen GmbH befindet. Dieser Stromhafen ist nach dem Rheinhafen Andernach der zweitgrößte am Mittelrhein und damit einer der umsatz-

stärksten 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. Zudem ist das Hafengebiet aufgrund der hervorragenden logistischen Anbindung ein nachgefragter Gewerbestandort. Die Stellung des Rheinhafens und der dort ansässigen Gewerbetreibenden ist ein

wichtiger Anker der Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft in Bendorf sowie der Region und trägt zur Sicherung der Wertschöpfung, vor allem durch die regionalen Geschäftsverbindungen z. B. mit Lieferanten und Speditionen, die den Hafen nutzen bzw. anfahren, bei. Moderate Wachstumserwar-

tungen in den heutigen Kernkompetenzen des Bendorfer Hafens erfordern jedoch eine Neuausrichtung, denn vor allem die sinkenden Prognosen bei der Nachfrage fossiler Brennstoffe, aber auch der Umschlag konventioneller Güter zeigen langfristig wenig Wachstumspotenzial.

## Die Wasserstoffregion Bendorf im Jahr 2035



Abbildung 7: Optionen der Wasserstoffproduktion und der Wasserstoffanwendungen in der Region Bendorf

Die Entwicklung des Rheinhafen Bendorf zum regionalen Wasserstoff-Hub hat eine Strahlkraft und konnte den Hochlauf der Region Mittelrhein-Eifel-Westerwald zur Wasserstoffregion deutlich beschleunigen. Die Dekarbonisierung der Industrie mit Wasserstoff ist weit vorangeschritten und die Klimaschutzziele konnten vorzeitig erreicht werden. Ein wichtiger Faktor der Beschleunigung war die Anbindung des Rheinhafens in Bendorf an das europäische Wasserstoffkernnetz im Jahr 2035, die mit Unterstützung der Landesregierung im Herbst 2023 in die Bundesnetzplanung aufgenommen und deren Realisierung mit Nachdruck verfolgt wurde. Damit wird eine Versorgungssicherheit gewährleistet, die in Kombination mit wirtschaftlich attraktiven Langfristverträgen zur Belieferung von Wasserstoff aus regionalen und überregionalen Quellen einen wichtigen Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit der Industrie leistet.

Der Wasserstoff-Hub am Hafen Bendorf verfügt neben dem Anschluss an das Wasserstoffkernnetz auch über eine eigene elektrolytische Wasserstoffproduktion von 30 MW, die mit Wasser aus dem Hafenbrunnen gespeist wird und Teile des Wasserstoffbedarfs des kommunalen Wärmemarktes und des regionalen Verkehrssektors in der Region Mittelrhein-Eifel-Westerwald deckt. Jeder fünfte Lkw fährt mit Wasserstoff und tankt an einer der mittlerweile zehn öffentlichen Wasserstofftankstellen, die in der Region zu diesem Zweck errichtet wurden. Auch die Kommunen der Region sind diesem Beispiel gefolgt und

haben begonnen, ihre Fahrzeugflotten auf Brennstoffzellenantrieb umzurüsten. Im Jahr 2035 fährt bereits jeder vierte Bus im ÖPNV und jedes siebte Abfallsammelfahrzeug emissionsfrei mit erneuerbarem Wasserstoff aus der Region. Der grüne Strom für die Elektrolyse entstammt aus den 56 neu gebauten Windkraftträdern und den 317 ha PV-Anlagen.

Der Sauerstoff aus der Elektrolyse wird an regionale Klärwerke sowie nach Aufbereitung an die regionalen Kliniken geliefert. Die Abwärme der Elektrolyseanlagen wird in das Nahwärmennetz der Stadt Bendorf eingespeist, das im Rahmen der Wärmeleitplanung als geeignete Infrastruktur zur Dekarbonisierung der Innenstadt identifiziert wurde. Eine bundesweite Aufmerksamkeit erzielte der Rheinhafen durch die Inbetriebnahme der ersten Betankungsinfrastruktur für den Güterbinnenschiffverkehr am Rhein. Somit konnte die Firma Contargo als Vorreiter demonstrieren, dass Wasserstoff eine technisch und wirtschaftlich darstellbare Alternative zu Ammoniak, Methanol oder eFuels in der Binnenschifffahrt ist. Die frühzeitige Beteiligung und Qualifizierung der Mitarbeiter\*innen in den Genehmigungsbehörden stellt einen wichtigen Standortvorteil im Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft in der Region Mittelrhein-Eifel-Westerwald dar. Durch die resultierende Verkürzung von Genehmigungsprozessen und die kooperative Zusammenarbeit aller Beteiligten können wichtige Projektvorhaben in die Region geholt und die Eintrittshürde bei manchen Akteuren gesenkt werden.

### Initiatoren

Landratsamt Eichstätt

### Beteiligte Akteure

Landratsamt Eichstätt, Stadtwerke Eichstätt Versorgungs- GmbH, Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt, BAUCH Engineering GmbH & Co.KG, CGS Analyse-, Mess- und Regeltechnik GmbH, pepper motion GmbH, Hirsch Engineering Solutions GmbH, Rudolph Logistik Gruppe SE & Co. KG, Auto Sigl Pkw-Spezialtransporte GmbH, Solarbayer GmbH, Karl Daum GmbH, Biersack Technologie GmbH & Co. KG, Ernst Ziegelwerk GmbH & Co. KG, Josef Kerner Energiewirtschafts-GmbH, Bayernwerk Netz GmbH, Elektro Seber GmbH, ratiotherm GmbH & Co. KG, Taxi Schneider UG, Familie Kammermeier – Riedelshof, Brauerei Gutmann e.K., reengineering GmbH, Jäggle GmbH, NEW Bürgerwind Walting GmbH & Co.KG, Werner Weitner GmbH und weitere.

### Regionale Ausgangslage und Kontext

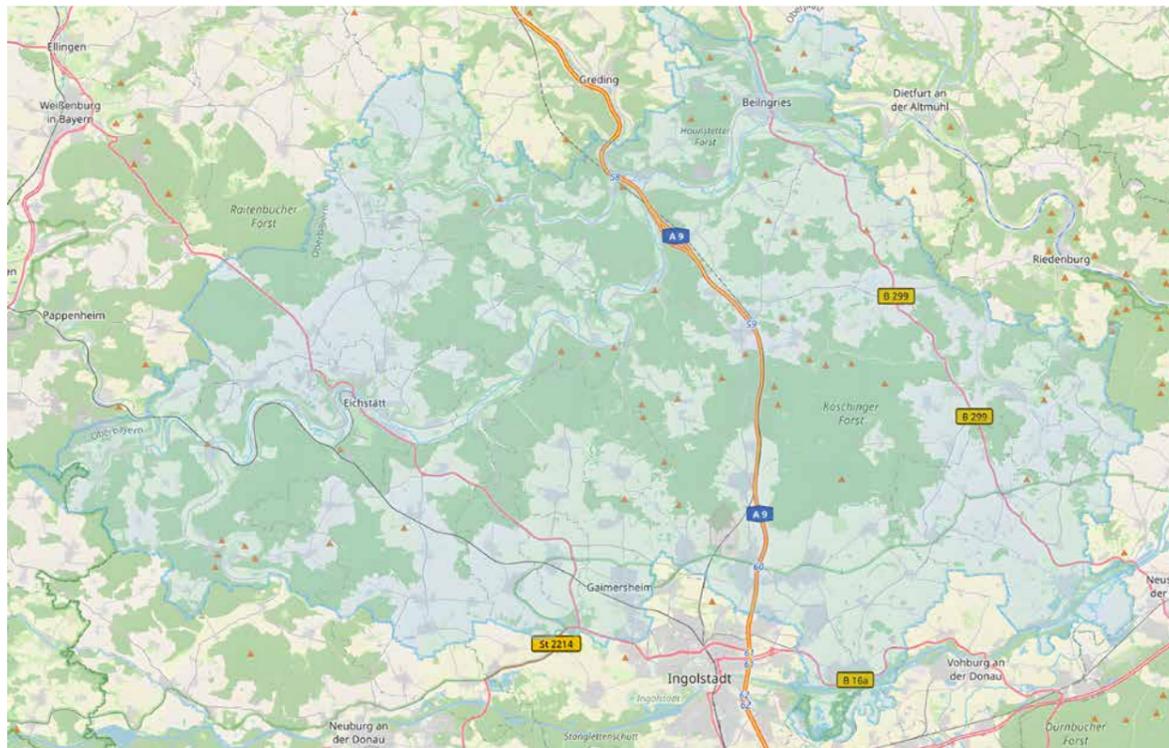


Abbildung 8: Wasserstoffregion Eichstätt © BMDV/ Spilett n/t, Quelle: OpenStreetMap, 2023

Als eine der wirtschaftsstärksten Regionen in Bayern stellt der Landkreis Eichstätt, umgeben von den Zentren Nürnberg, München, Augsburg, Regensburg und Ingolstadt den geographischen Mittelpunkt Bayerns dar. Viele mittelständische und größere Industriebetriebe kennzeichnen den Wirtschaftsstandort und insbesondere den industriell-gewerblich geprägten Süden des Landkreises, während sich der Norden stärker durch Landwirtschaft, Tourismus und die Steinindustrie auszeichnet. Durch die räumliche Nähe zum Automobilstandort Ingolstadt ist die Region

auch stark von der Automobilwirtschaft und ihrer Zulieferindustrie geprägt. Zudem ist der Landkreis an verschiedene Verkehrsachsen angebunden und mit zahlreichen HyLand-Regionen und Wasserstoffinitiativen in Bayern gut vernetzt. So grenzt unmittelbar an den Landkreis die HyExpert-Region Ingolstadt. Auch die Aktivitäten von HyBayern (HyPerformer-Region) finden unweit der Landkreisgrenzen statt. Darüber hinaus sind zahlreiche weitere HyStarter und HyExpert-Regionen im Freistaat beheimatet.

### Die Wasserstoffregion Landkreis Eichstätt im Jahr 2030

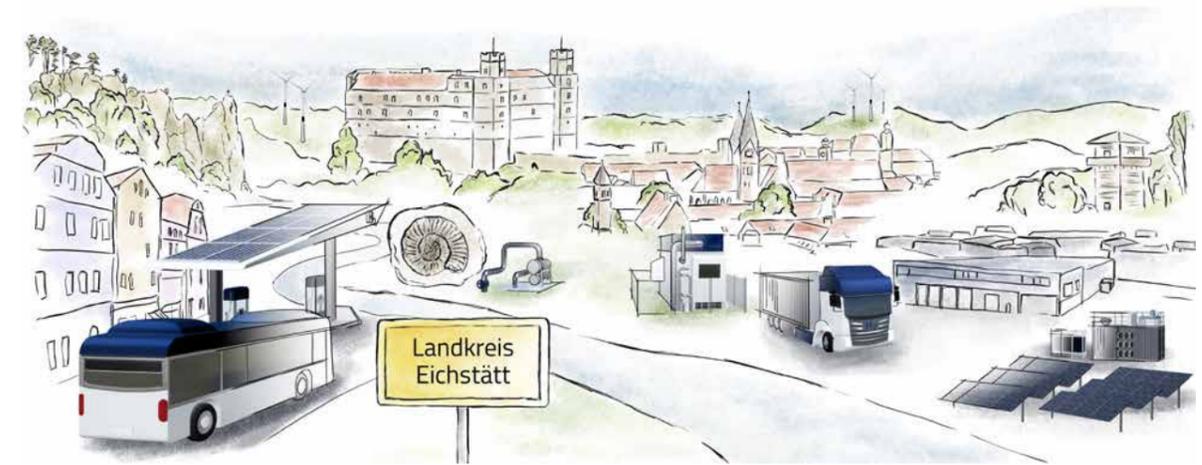


Abbildung 9: Optionen der Wasserstoffproduktion und der Wasserstoffanwendungen in der Region Eichstätt

Im Sinne eines dezentralen Ansatzes baut der Landkreis Eichstätt regionale Kapazitäten für grünen Wasserstoff auf. Die dafür notwendigen Elektrolysekapazitäten sowie Windenergie- und Solarstromanlagen befinden sich ebenfalls größtenteils in regionaler Hand. Dadurch wird eine hohe regionale Wertschöpfung generiert, die sich positiv auf die Akzeptanz der neuen Technologien auswirkt. Aus naturräumlichen Gründen sind Wasser und Biomasse (für die Dampfreformierung) zur Herstellung von Wasserstoff limitiert. Daher kann bei der Versorgung der Bedarfe der Import von erneuerbarem Strom und grünem Wasserstoff eine Rolle spielen.

Der Mobilitätssektor stellt einen entscheidenden Einsatzbereich von Wasserstoff zur Senkung der regionalen CO<sub>2</sub>-Emissionen dar. Er wird dort eingesetzt, wo die batterieelektrische Alternative vor großen Herausforderungen steht, und unterstützt Logistikunternehmen, Betreiber des ÖPNV, kommunale Nutzfahrzeuge und weitere Fahrzeugflotten bei der Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben. Die entsprechende Tankstelleninfrastruktur ist ausgerollt. Im Industriebereich ist die Substitution von Erdgas sukzessiv vorangetrieben worden und die Nutzung von Wasser-

stoff als Ersatzbrennstoff bildet die zweite Säule der regionalen Wasserstoffnutzung. Die zahlreichen produzierenden Unternehmen der Region profitieren nicht nur von sinkenden Kosten (u. a. durch die wegfallende CO<sub>2</sub>-Steuer), sondern auch von einer hohen Planungs- und Versorgungssicherheit sowie einem umweltfreundlichen Image. Als ein weiterer Baustein wurde die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung vorangetrieben und der Einsatz von fossilen Energieträgern deutlich reduziert. Neben dem Einsatz von brennstoffzellenbetriebenen BHKWs werden auch die Abwärmemengen der Elektrolyseanlagen integriert.

Durch die frühzeitige Organisation und regelmäßige Durchführung von Informationskampagnen und den frühen Start von Pilotprojekten konnte die neue Technologie auch für die Bürger\*innen sichtbar gemacht und damit die Akzeptanz deutlich erhöht werden. Der Kreis derer, die sich im Feld der Wasserstoffherzeugung und der Wasserstoffnutzung engagieren, ist stark gewachsen, so dass immer neue Ideen entwickelt werden. Die Vernetzung und die Kooperationen außerhalb der Landkreisgrenzen begünstigen den Hochlauf der regionalen Wasserstoffwirtschaft und stärkt das Wirtschaftsgefüge des Kreises nachhaltig.



## Initiatoren

Energieagentur Landkreis Göppingen gGmbH

## Beteiligte Akteure

Energieagentur Landkreis Göppingen gGmbH, Alb- Elektrizitätswerk Geislingen-Steige eG, Hochschule Esslingen, Energieversorgung Filstal GmbH & Co. KG, Freiheit Consulting GmbH, GAIA NUOVA construction & design GmbH, Hochschule Geislingen, Gotthold Haller Spedition GmbH, GP JOULE Hydrogen GmbH, Hy.Teck GmbH & Co. KG, Industrie- und Handelskammer Bezirkskammer Göppingen, Kreishandwerkskammer Göppingen, Landratsamt Göppingen – Amt für Mobilität und Verkehrsinfrastruktur, Leonard Weiss GmbH & Co.KG, Rationelle Energie Süd GmbH, Stadt Geislingen, Steinbeis-Innovationszentrum Energieeffiziente und emissionsfreie Technologien (SIEET), Steinbeis-Transferzentrum Energie- und Mobilitätssysteme (STEM), Wirtschaftsförderung – Landkreis Göppingen, Wirtschaftsförderung - Stadt Göppingen und weitere.

## Regionale Ausgangslage und Kontext

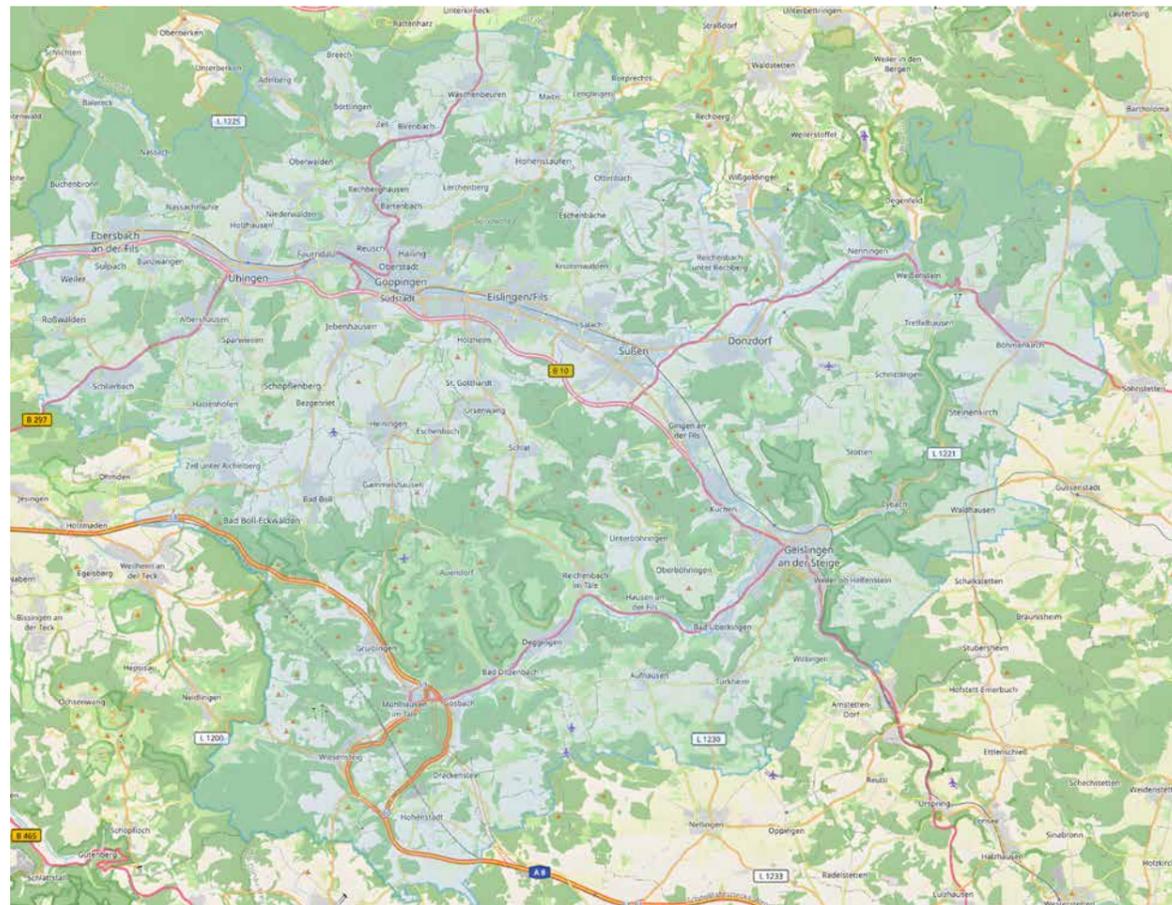


Abbildung 10: Wasserstoffregion Göppingen © BMDV/ Spilett n/t, Quelle: OpenStreetMap, 2023

Der Landkreis Göppingen liegt im Regierungsbezirk Stuttgart, im Südosten von Baden- Württemberg. Er verfügt über gute wirtschaftliche Rahmenbedingungen, wie eine gute (inter-)nationale infrastrukturelle Anbindung, zahlreiche Bildungsmöglichkeiten und einer Landschaft mit hohem Freizeitwert. Somit bietet der Kreis eine hohe Lebensqualität und ist ein attraktiver Wirtschaftsstandort.

Hinsichtlich seiner Energiewendeaktivitäten haben sich die Kreisverwaltung, die Energieagentur sowie viele Unternehmen und Organisationen bereits mit dem Thema Wasserstoff und Brennstoffzelle beschäftigt. Einige der Akteure waren an der Entwicklung von Wasserstoffprojekten zum Aufbau eines H<sub>2</sub>-Marktes und der Entwicklung einer H<sub>2</sub>-Pipeline in der Region Stuttgart und Nachbarregionen beteiligt.

## Die Wasserstoffregion Landkreis Göppingen im Jahr 2030



Abbildung 11: Optionen der Wasserstoffproduktion und der Wasserstoffanwendungen in der Region Landkreis Göppingen

Aufbauend auf dem integrierten Klimaschutzkonzept des Landkreises, das für die Zukunft eine treibhausgasneutrale Deckung des gesamten Endenergiebedarfs anstrebt, wurden erste Pilotprojekte für den Aufbau einer regionalen Wasserstoffwirtschaft entwickelt und umgesetzt. Dabei ist es den Akteuren besonders wichtig, auf das vorhandene Wissen von Expert\*innen in der Region und auf regionale Untersuchungen zu bauen. Die Pilotprojekte verfolgen das Ziel, den Ausbau der erneuerbaren Energien zu forcieren, eine nachhaltige Regionalentwicklung zu unterstützen, den Klimaschutz voranzubringen und weiterhin eine zukunftsfähige und innovative Region zu bleiben.

Die Nutzung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien wird vorzugsweise zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Mobilität, hier insbesondere im ÖPNV, der Logistik, teilweise im Bausektor sowie in der Gebäudeenergieversorgung eingesetzt. Ebenso wurden Projekte zur Substitution von Erdgas durch Wasserstoff in energieintensiven Industrieunternehmen geprüft und erste Pilotprojekte umgesetzt. Zur Produktion der dafür notwendigen Mengen grünen Wasserstoffs, wurden alle Potenziale zur Erzeugung regenerativen Stroms im Landkreis analysiert und vorhandene Potenziale ausgeschöpft: Geeignete Dachflächen, vorhandene Freiflächen und landwirtschaftlich genutzte Flächen wurden auf ihre Tauglichkeit zur Solarstromproduktion genauso überprüft, wie die Zusammenlegung von Freiflächen im Außenbereich zur Windenergienutzung. Für die Wasserstoffherzeugung wurden ebenfalls

dezentrale Quartierskonzepte untersucht. Zur Gewährleistung einer langfristigen Versorgungssicherheit sowie zusätzlichen Ex- und Importoptionen ist eine Anbindung an eine Wasserstoffpipeline geplant.

Im Verkehrssektor bildet die Nutzung von BZ-Bussen, insbesondere in topographisch anspruchsvollen Routen des öffentlichen Nahverkehrs, ein Leuchtturmprojekt mit zukunftsweisendem Charakter. Die öffentliche Hand als Aufgabenträger des ÖPNV, setzt hier Impulse durch entsprechende Ausschreibungskriterien und den Rollout der notwendigen Infrastruktur. Die Vorteile, die ein Brennstoffzellenantrieb gegenüber einem batterieelektrischen Antrieb aufweist, werden auch in der Logistik genutzt und somit die Dekarbonisierung auch in diesem Sektor forciert. Potenzialanalysen bieten die wirtschaftlichen und technischen Grundlagen für Alternativen im Gebäudebereich und unterstützen Entscheidungen von Bauträgern, Unternehmen und Kommunen bei der Planung von klimaneutralen Gebäuden.

Als ein bedeutsamer Aspekt zur regionalen Wertschöpfung und zur Schaffung von regionalem Know-how hat sich ein erweitertes Aus- und Weiterbildungsangebot erwiesen. Neben der Hochschule unterstützen u. a. die Kreishandwerkskammer und die IHK sowie die mittelständischen Unternehmen der Region die Ausbildung junger Fachkräfte, die die regionale Wasserstoffwirtschaft maßgeblich tragen.

**Initiatoren**

Landkreis Kulmbach, in Zusammenarbeit mit dem Institut für Energietechnik OTH Amberg-Weiden und MSR-Innovations

**Beteiligte Akteure**

AGO GmbH, Anlagenbau Neundörfer GmbH, ASK August Schneider GmbH & Co. KG, Autotechnik Hahn e.K., Azure H2, Bayernwerk AG, BDS Mehrwert GmbH Büro Oberfranken, BGU Großmaschinen GmbH & Co. KG, Bildungswerk Bayern, Bosch Thermotechnik / Buderus Kulmbach, Emons Spedition & Logistik, Energieagentur Nordbayern GmbH, Evangelische Kirche, Fahrzeugbau Schubert GmbH, Franken Maxit Azendorf, Frenzelit GmbH, Hartsteinwerke Schicker GmbH & Co. KG, Helfrich Ingenieure Projektierungsgesellschaft mbH, IB Steuerungs- und Automatisierungstechnik Trebgast, IHK für Oberfranken Bayreuth, Institut für Energietechnik / OTH Amberg-Weiden, Kulmbacher, Brauerei, Maschinenring Kulmbach e.V., MSR-Innovations, Münch Energie, Raimund Transport und Baustoff GmbH, Raps GmbH & Co. KG, Riedel Kooling / Glen Dimplex Deutschland, SCHWENDER Energie- und Gebäudetechnik GmbH & Co. KG, Spedition Murrmann, Stadtbuss Kulmbach GmbH, Stadtwerke Kulmbach, Südwerk-Gruppe, Universität Bayreuth / Zentrum für Energietechnik, VA Verkehrsakademie Holding GmbH & Co. KG, W.E.T. Wasser.Energie.Technologie GmbH und weitere.

**Regionale Ausgangslage und Kontext**

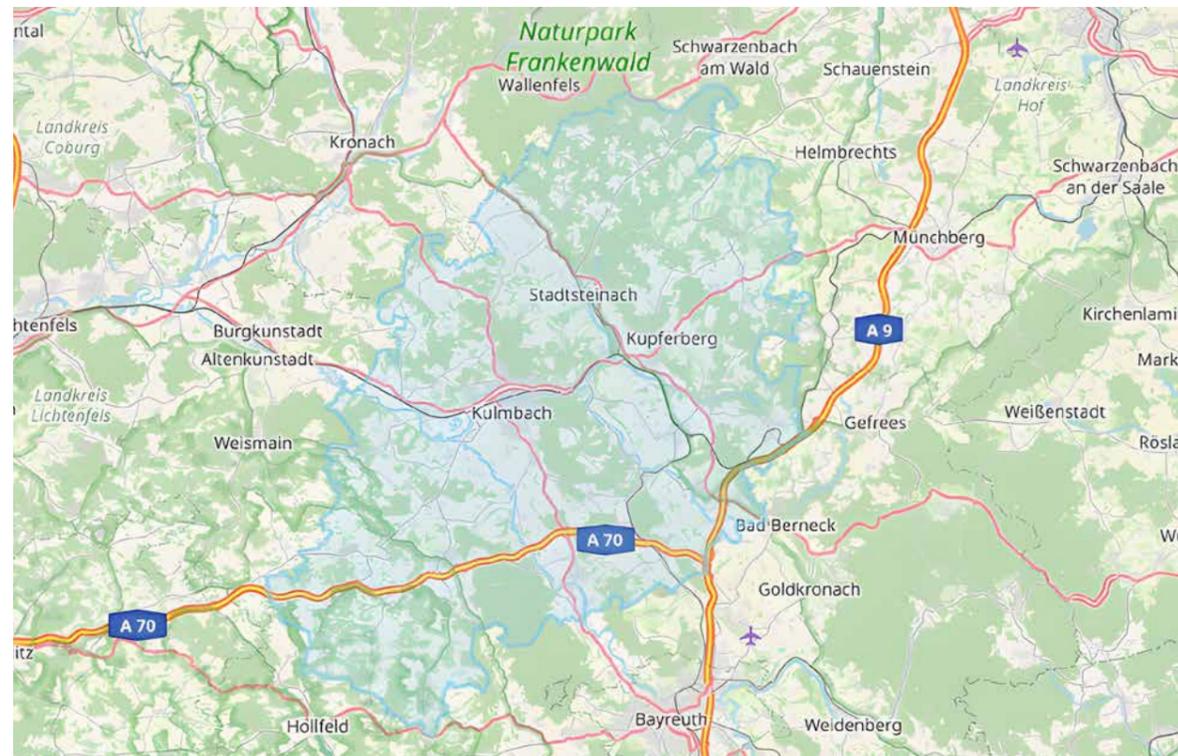


Abbildung 12: Wasserstoffregion Kulmbach © BMDV/ Spilett n/t, Quelle: OpenStreetMap, 2023

Der Landkreis Kulmbach liegt in der Mitte des Regierungsbezirks Oberfranken und besteht aus 22 Städten, Gemeinden und Märkten. Er entwickelte bereits in den 1990er Jahren Leitprojekte im Hinblick auf Nachhaltigkeit, Energieeinsparung, Ressourcenschonung und Klimaschutz. Unter der Federführung des Landkreises wurde in Kooperation mit allen Landkreisen Oberfrankens als zukunftsweisendes Projekt die Gründung der Energieagentur Oberfranken e.V. im Jahre 1998 initiiert und 2011 in Kooperation mit der

Energierregion Nürnberg e.V. die Energieagentur Nordbayern GmbH gegründet. Der Landkreis Kulmbach hat bereits ein integriertes Klimakonzept mit digitaler CO<sub>2</sub>-Bilanzierung, Klimaschutzfahrplan, Maßnahmenkatalog und ein Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit erarbeitet. Dabei zeigte sich auch eine große Aufgeschlossenheit gegenüber neuen Technologien der Wasserstoffherzeugung und -nutzung, die im HyStarter-Prozess ihren Ausdruck fanden.

**Die Wasserstoffregion Landkreis Kulmbach im Jahr 2030**



Abbildung 13: Optionen der Wasserstoffproduktion und der Wasserstoffanwendungen in der Region Kulmbach

Nach den bisherigen Aktivitäten und Projekten mit Wasserstoffbezug im Landkreis wurde die Notwendigkeit erkannt, nun weitere mutige Schritte in Richtung Zukunft zu gehen und dabei auf Wasserstoff als Energieträger zur Reduzierung klimaschädlicher Emissionen im Verkehr, der Industrie und bei der Gebäudeenergieversorgung zu setzen. Um die dafür notwendigen Mengen grünen Wasserstoffs vorhalten zu können und eigene Erzeugungskapazitäten aufzubauen, ist die Produktion grünen Stroms mittels Windenergie- und Solarstromanlagen deutlich ausgebaut worden. Ein ausgearbeiteter Energienutzungsplan, der auch den Handlungsbaustein Wasserstoff sowie mögliche Standorte für Elektrolyseure beinhaltet, wurde erstellt. Neben der Wasserelektrolyse sind auch Projekte zu alternativen Erzeugungspfaden, wie die Pyrolyse oder die Dampfreformierung, entwickelt worden.

Die bereits 2025 umgesetzte Wasserstofftankstelle im Stadtgebiet Kulmbach bildet die Drehscheibe für eine regionale emissionsarme Mobilität. Unternehmen nutzen dieses zentrale Vorhaben zur Umstellung ihrer Flotte auf Brennstoffzellenantriebe. Insbesondere der Schwerlastverkehr sowie Sondermaschinen in den Steinbrüchen bieten im Kreis einen Bereich, in dem mit der Nutzung von Wasserstoff die lokalen CO<sub>2</sub>-Emissionen deutlich gesenkt werden können. In vielen Dörfern und ländlichen Siedlungen ist ein Großteil der Gebäude noch von Ölheizungen und Flüssiggas abhängig. Öffentlichkeitswirksame Bürgerveranstaltungen für die Errichtung eines Nahwärmenetzes in Verbindung mit

einer H<sub>2</sub>-Erzeugungsanlage haben aber dazu geführt, dass erste Projekte in Angriff genommen wurden, um die Abwärme der Elektrolyseanlagen in einem Nahwärmesystem zu nutzen.

Als ein wichtiger Baustein zur erfolgreichen Initiierung einer Wasserstoffwirtschaft in der Region Kulmbach hat sich die frühzeitige Aus- und Weiterbildung sowie die Qualifizierung von Fachkräften erwiesen. In der Berufsschule Kulmbach liegt ein inhaltlicher Schwerpunkt auf der Entwicklung und Anwendung neuer Technologien zur Wasserstoffnutzung und zur Wasserstoffherzeugung und wurde entsprechend im Curriculum festgelegt. Die Verkehrsakademie Kulmbach hat für ihre Schulungszwecke der Komplettdienstleistung der Verkehrswirtschaft bereits seit langer Zeit Wasserstoff im Lehrplan eingebaut und hat mehrere Berufskraftfahrer\*innen an Fahrzeugen mit Brennstoffantrieben ausgebildet.

Seit der ersten Kulmbacher H<sub>2</sub>-Roadshow im September 2022 hat sich das Format bewährt und ist mit seinem jährlichen Turnus mittlerweile zu einem überregional bekannten Event herangewachsen. Eine Vielzahl namhafter Unternehmen und Forschungseinrichtungen präsentiert an jeweils zwei Tagen ihre Produkte und Forschungsgegenstände dem interessierten Fachpublikum und der Öffentlichkeit – ein essenzieller Schritt für die Schaffung von Akzeptanz von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien und für die Gewinnung weiterer und umsetzungswilliger Akteure.

## Initiatoren

Landeshauptstadt München, Referat für Klima- und Umweltschutz, Sachgebiet „Klimaneutrale Antriebe“

## Beteiligte Akteure

Abfallwirtschaftsbetrieb München, ARTHUR BUS GmbH, Bayerische Forschungsallianz GmbH, Bayernets GmbH, Bayerngas GmbH, BMW AG, Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V., Gienger Logistik KG, H2 Süd e. V., IHK für München und Oberbayern, KEYOU GmbH, Landeshauptstadt München, Direktorium, Landeshauptstadt München, Münchner Stadtentwässerung, Landeshauptstadt München, Referat für Arbeit und Wirtschaft, Landesverband Bayerischer Spediteure e. V., Landesverband Bayerischer Taxi- und Mietwagenunternehmen e. V., Landesverband Bayerischer Transport- und Logistikunternehmen e. V., Linde GmbH, Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH, MAN Truck & Bus SE, STAATLICHES HOFBRÄUHAUS MÜNCHEN, Stadtwerke München GmbH, TÜV SÜD AG, Tyczka Hydrogen GmbH, UnternehmerTUM GmbH, Wacker Chemie AG.

## Regionale Ausgangslage und Kontext

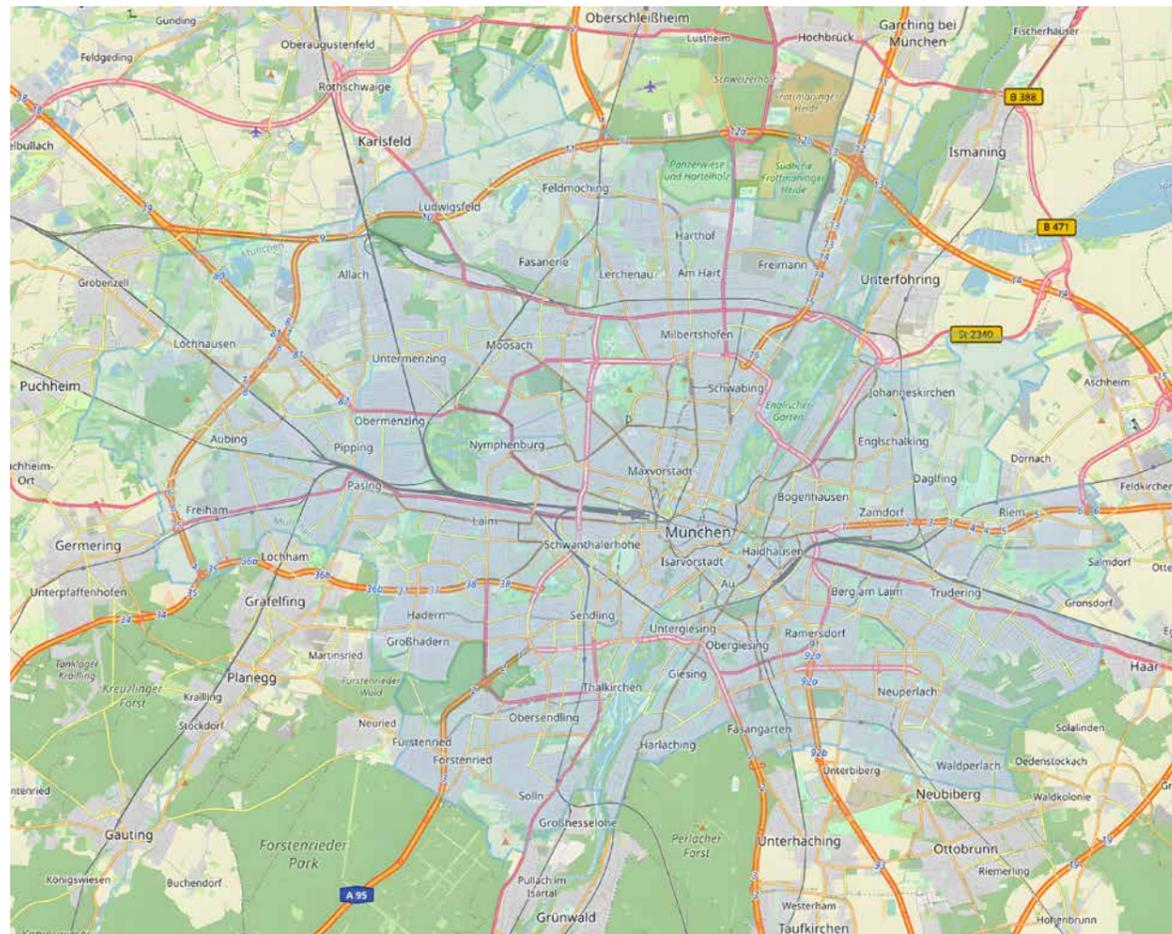


Abbildung 14: Wasserstoffregion München © BMDV/ Spilett n/t, Quelle: OpenStreetMap, 2023

Die bayerische Landeshauptstadt München (LHM) ist ein attraktiver Wirtschafts- und Innovationsstandort in Europa und durch namhafte Global Player, insbesondere im industriellen und im Hightech-Bereich, eine breite Basis eines innovativen Mittelstandes und einer breit aufgestellten Start-Up-Szene gekennzeichnet. Hinzu kommt eine Vielzahl an Forschungseinrichtungen, Hochschulen und Universitäten. Diese schaffen ein Umfeld, in dem seit

vielen Jahren überaus erfolgreich neue Produkte und Dienstleistungen entwickelt werden. Innovation, Forschung und Wissenschaft sind die wesentlichen Rahmenbedingungen für die Wettbewerbsfähigkeit und den Erfolg Münchens als digitaler Zukunftsstandort. In diesem Kontext gilt es, neue und zukunftsfähige Technologien wie die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie und deren Potenziale für die LHM zu analysieren und zu entwickeln.

## Die Wasserstoffregion München im Jahr 2030



Abbildung 15: Optionen der Wasserstoffproduktion und der Wasserstoffanwendungen in der Region München

Die ehrgeizigen Klimaziele der LHM und der umfassende, gemeinsam mit der Stadtgesellschaft entwickelte Maßnahmenplan zur Erreichung der Klimaneutralität 2035 ist maßgeblich für das Handeln der Stadt in den Bereichen der Energiebereitstellung und den unterschiedlichen Endenergiesektoren Gebäude, Verkehr, Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. Aufgrund der Größe und Dichte sowie der großen Konkurrenz um Freiflächen ist die Stadt weiterhin auf ein hohes Maß an netzgebundener Strom- und Wärmeversorgung angewiesen. Im Gebäudesektor sind erste, dezentrale Projekte zur Deckung der Spitzenlast entwickelt. Zur Ergänzung der Geothermieanlagen und Großwärmepumpen zur Versorgung des Fernwärmenetzes, wird ein Teil der vorhandenen Fernwärmemengen emissionsfrei durch Wasserstoff bereitgestellt, um sukzessiv den Einsatz von fossilen Energieträgern zu reduzieren.

Die vorhandene Infrastruktur von Wasserstofftankstellen im Stadtgebiet konnte deutlich erweitert werden. Die

geographische Lage der Stadt und der urbane Charakter sind ausschlaggebend dafür, dass die Versorgung mit regionaler, erneuerbarer Energie zur Stromversorgung oder zur Wasserstoffherstellung auch unter günstigen Rahmenbedingungen nur zu einem sehr geringen Anteil gesichert werden kann. Daher ist der Import von grünem Wasserstoff zur Bedarfsdeckung notwendig und wird über einen Anschluss an das European Hydrogen Backbone, das im Osten an der Stadt vorbeiführt, sowie durch kleinere Wasserstoffherzeugungsanlagen im Münchener Umland gewährleistet.

Durch diese Maßnahme werden die Wasserstofftankstellen an den hochfrequentierten Bundesautobahnen rund um München mit grünem Wasserstoff versorgt. Neben den regionalen Logistikunternehmen und den städtischen Betrieben, die ihre Fahrzeugflotte auf Brennstoffzellenantriebe umgestellt haben, nutzen auch BZ-Lkw internationaler Speditionen diese Tankstellen.

## Initiatoren

Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg unter Mitarbeit der IHK Neubrandenburg für das östliche Mecklenburg-Vorpommern, der Neubrandenburger Stadtwerke GmbH und der Wirtschaftsförderung Mecklenburgische Seenplatte.

## Beteiligte Akteure

Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg, Deutsche Eisenbahn Service AG, Diakoniewerkstätten Neubrandenburg gGmbH, EDF DEUTSCHLAND GMBH, Emevo, FairWind Deutschland GmbH, GP JOULE, IHK Neubrandenburg für das östliche Mecklenburg-Vorpommern, Landesenergie- und Klimaschutzagentur Mecklenburg-Vorpommern GmbH, NB-Propangas-Service GmbH, Neubrandenburger Stadtwerke GmbH, REMONDIS Seenplatte GmbH, WIND-projekt Ingenieur- und Projektentwicklungsgesellschaft mbH (WIND-projekt), Stadtwerke Malchow, Sunfire Fuell Cell GmbH, Webasto Neubrandenburg GmbH, Wirtschaftsförderung Mecklenburgische Seenplatte GmbH und weitere

## Regionale Ausgangslage und Kontext

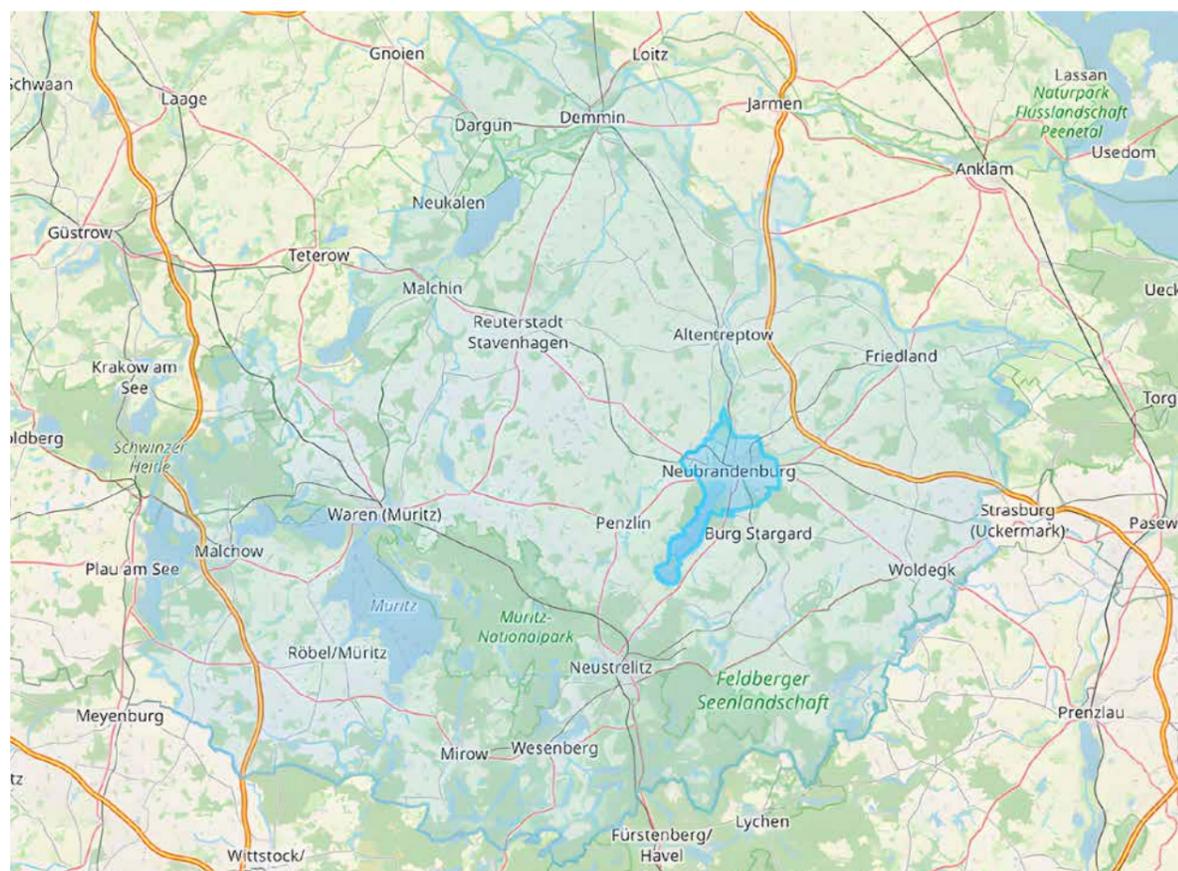


Abbildung 16: Wasserstoffregion VTS Neubrandenburg © BMDV/ Spilett n/t, Quelle: OpenStreetMap, 2023

Der Landkreis Mecklenburgische Seenplatte mit seinem Verwaltungssitz, der Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg ist flächenmäßig der größte Landkreis Deutschlands. Die regionale Wirtschaft ist neben dem Tourismus, bedingt durch die eher ländliche und Seen reiche Umgebung, von Landwirtschaft und verschiedenen, meist mittelständischen Unternehmen geprägt. Die Region bringt mit seinen flachen Landschaftsstrukturen ideale Standortbedingungen für erneuerbare Energien mit und ist bereits

frühzeitig in die Erzeugung erneuerbarer Energien aus Wind, Sonne und Biomasse eingestiegen. Diese Voraussetzungen bieten grundsätzlich ein hohes Potenzial zur Produktion von grünem Wasserstoff und damit zu einer zuverlässigen Bereitstellung von emissionsfreier Energie für die Bürger\*innen und die ansässigen Gewerbe- und Industrieunternehmen sowie gute Bedingungen für eine erfolgreiche Initiierung einer regionalen Wasserstoffwirtschaft.

## Die Wasserstoffregion Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg & Landkreis Mecklenburgische Seenplatte im Jahr 2030



Abbildung 17: Optionen der Wasserstoffproduktion und der Wasserstoffanwendungen in der Region Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg Landkreis Mecklenburgische Seenplatte

Die guten Standortbedingungen und die hohen Potenziale zur Erzeugung von grünem Strom aus erneuerbaren Energien sind gut genutzt und ausgeschöpft, die einzelnen Projekte dazu sind zusammengeführt und Synergien konnten gehoben werden. Durch Bürgerenergiegenossenschaften und Bürgerstromtarife profitieren die Bürger\*innen, die regionale Wertschöpfung im Bereich der Energieerzeugung ist deutlich gestiegen.

Der grüne Wasserstoff, produziert aus regionalem, grünem Strom, stellt einen Standortvorteil dar, den viele Unternehmen genutzt haben, in der Region neue Produktionsstandorte zu gründen. Die Verzahnung von regional produziertem Wasserstoff in Wertschöpfungsketten des Landkreises fungiert dabei akzeptanzstiftend, erhöht die Energieunabhängigkeit und ermöglicht eine breite Teilhabe an der Wasserstoffwirtschaft.

Regionale Logistikunternehmen und Flottenbetreiber, wie zum Beispiel die Abfallbetriebe, nutzen in ihren Fahrzeugen den Brennstoffzellenantrieb, um mit grünem Wasserstoff die rechtlichen Vorgaben zu erfüllen und die lokalen CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrs zu reduzieren. Wasserstofftankstellen, die die entsprechenden Bedarfe decken, sind so positioniert, dass sie neben den örtlichen auch die Bedarfe des Schwerlastverkehrs auf der nahegelegenen Bundesautobahn bedienen können.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung sind in der Stadt Neubrandenburg Konzepte zur Nutzung von Alternativen zur Wärmebereitstellung durch Erdgas entwickelt worden. Erste Projekte zur Nutzung von Geothermie- und Solarthermiefähigkeiten sind vielversprechend gestartet,

die ersten BZ-BHKWs mit grünem Wasserstoff sind in Betrieb. Durch die Beimischung von Wasserstoff ins Erdgasnetz konnte der regenerative Anteil der Wärmeversorgung deutlich erhöht werden. Die kritischen Infrastrukturen der Region wie u. a. die Feuerwehr und Rettungsdienste wurden mit BZ-Systemen ausgestattet. Als Teil von Mitteleuropas größter zusammenhängender Seen- und Flusslandschaft verkehren in der Region viele Fahrgastschiffe der lokalen Flottenanbieter. Der Bootstourismus auf den Gewässern der Region, die einen hohen Schutzstatus genießen, ist ein großer Energieverbraucher und eine erhebliche CO<sub>2</sub>-Emissionsquelle. Nach den ersten Pilotprojekten und Testfahrten mit BZ-Schiffen sowie gesetzlichen Einschränkungen der Nutzung von Schiffen mit fossil angetriebenen Verbrennungsmotoren setzen immer mehr Flottenbetreiber auf den Brennstoffzellenantrieb unter Verwendung von regionalem, grünem Wasserstoff. Hierdurch wird dem Tourismus ein Nachhaltigkeitseffekt verliehen, der Ausstrahlungseffekte auf die Entwicklung des Sektors und ähnlich strukturierte Tourismusregionen hat. Nach der erfolgreichen Umrüstung von Triebwagen im Schienenpersonennahverkehr (SPNV) auf Wasserstoff in Brandenburg wird auch die Dekarbonisierung im SPNV in der Mecklenburgische Seenplatte durch die Hybridisierung der Fahrzeuge auf nicht-elektrifizierten Strecken angegangen.

Die Erzeugung von Wasserstoff, der Transport und Einsatz in der Mobilität, der verarbeitenden Industrie, sowie Wärme- und Strombereitstellung verfolgen – mithilfe der jeweiligen Kompetenz der regionalen Akteure – das Ziel der Nachhaltigkeit und somit die kommunalen und nationalen Klimaziele.

## Initiatoren

Landkreis Aurich, Landkreis Leer, Landkreis Wittmund, Stadt Emden, Hochschule Emden/Leer, Industrie- und Handelskammer für Ostfriesland und Papenburg und MARIKO GmbH

## Beteiligte Akteure

AG Reederei Norden-Frisia, Aktien-Gesellschaft Ems, Alterric Deutschland GmbH, Arbeitgeberverband für Ostfriesland und Papenburg e. V., B+ INGENIEUR Gesellschaft mbH, Brons Group, B.u.S. Metallverarbeitungs GmbH, DIRKS Group GmbH & Co. KG, Emdener Hafenförderungsgesellschaft e. V., Energiegenossenschaft für Wittmund eG, Enercon GmbH, epas - Ems Ports Agency & Stevedoring Beteiligungs GmbH & Co. KG, EWE AG, Gasklar GmbH & Co. KG, Gbr. Decker GmbH, Gemeinde Dornum, H2Nord GmbH & Co. KG, Kreisbahn Aurich GmbH, Landkreis Leer Abfallwirtschaftsbetrieb, MACE-AS GmbH, ME Management, MKW - Materialkreislauf- und Kompostwirtschaft GmbH & Co. KG, Naturenergie Ulferts, Niedersachsenports GmbH & Co. KG, Nordseeheilbad Borkum GmbH, SCORE-Tankstellen und Mineralölhandels-GmbH, Spedition Weets GmbH, Stadt Aurich, Stadtwerke Emden GmbH, Stadtwerke Leer AöR, Stahlwerk Augustfehn Schmiede GmbH & Co. KG, Statkraft Markets GmbH, STORAG Etzel GmbH, Verkehrsverbund Ems-Jade (VEJ), VDI-Ostfriesischer Bezirksverein e. V., Volkswagen AG, Weser-Ems Busverkehr GmbH, Wirtschaftsbetriebe der Stadt Norden GmbH.

## Regionale Ausgangslage und Kontext



Abbildung 18: Wasserstoffregion Ostfriesland © BMDV/ Spilett n/t, Quelle: OpenStreetMap, 2023

Schon seit Jahrhunderten wird in der küstennahen Region die Windkraft als Energiequelle genutzt. Dabei hat sie sich in den letzten 30 Jahren zu einem Pionier im Einsatz moderner Windenergieanlagen entwickelt. Da allein mit der Nutzung der Windenergie mehr erneuerbare Energie

erzeugt als in der Region verbraucht wird und diese aufgrund von Stromnetzengpässen nicht abtransportiert werden kann, bietet sich eine Energiespeicherung zum Beispiel in Form von grünem Wasserstoff für die Region an. Mit einer ausgeprägten maritimen Wirtschaft, den Reedereien,

dem Schiffbau und der Güterlogistik sowie einer bedeutenden Produktionsstätte des VW-Konzerns stellt sich die energieintensive Industrie als optionaler Anwender von regional erzeugtem Wasserstoff dar. Durch die verkehrstechnische Erschließung über zwei Bundesautobahnen und Bundesstraßen mit direktem Anschluss an den Emdener Hafen bildet auch der straßengebundene Güterverkehr ein sinnvolles Abnahmepotential für grünen Wasserstoff. Ähnliches gilt für den ländlich

geprägten ÖPNV in Form von Überlandbussen und Schienenfahrzeugen. Vor diesem Hintergrund und mit der Motivation, eine regionale Wasserstoffwirtschaft zu initiieren, konnten die Initiatoren einen Akteurskreis gewinnen, der die Sichtbarkeit der Region Ostfriesland bezüglich innovativer Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologien erhöhen und in Zusammenarbeit mit den bestehenden Initiativen das Thema vorantreiben möchte.

## Die Wasserstoffregion Ostfriesland im Jahr 2030



Abbildung 19: Optionen der Wasserstoffproduktion und der Wasserstoffanwendungen in der Region Ostfriesland

Grüner Wasserstoff als Schlüsselement für eine kohlenstofffreie Mobilität von morgen, für eine klimaneutrale Wärmeversorgung und als nachhaltiger Energierohstoff in der Industrie. Grüner Wasserstoff als Energieträger und Speicher von regenerativem Strom. Mit diesen Stichworten entwickelte sich Ostfriesland zu einer erfolgreichen Wasserstoffregion im Jahr 2030. Windenergieanlagen der neuesten Generation prägen die Region, und durch den hohen Anteil von regenerativen Windstroms im Elektrizitätsnetz ist auch dieses zwar gut ausgebaut, dennoch müssen in Schwachlastzeiten regelmäßig Anlagen heruntergeregelt oder vom Netz genommen werden. Dadurch liegt der Fokus bei der Wasserstoffproduktion auf der Elektrolysetechnologie, deren Wasserstoff als 100%ig erneuerbar den Anwendungsgruppen in der Region zur Verfügung gestellt werden und komplett in die Klimabilanz der Region einfließen kann. Die ersten Elektrolyseanlagen im MW-Bereich sind installiert, die neben Wasserstoff auch Sauerstoff und Abwärme produzieren, die ebenfalls regional genutzt werden.

Für das ostfriesische Energiesystem spielt auch die Erzeugung von Biomethan als umweltfreundliche Alternative zu fossilen Brennstoffen eine Rolle. Es wird aus lokalen nach-

wachsenden Rohstoffen gewonnen und ins bestehende Gasnetz eingespeist. Zusammen mit dem grünen Wasserstoff dient es darüber hinaus zur Erzeugung von Wasserstoffderivaten, wie zum Beispiel Methanol. Brennstoffzellenbusse gehören zum alltäglichen Bild auf den Landstraßen der Region. Ein flächendeckendes Netz von Wasserstofftankstellen ermöglicht zuverlässige Verbindungen mit effizienter Streckenführung, ein intelligentes Buchungssystem für BZ-Kleinbussen schließt die Lücke im ÖPNV. Für Handwerksbetriebe ist der Brennstoffzellen-transporter ein zuverlässiges Transportmittel.

Kommunale Abfallsammelfahrzeuge mit Brennstoffzellenhybridantrieb sind täglich im Einsatz. Im Schwerlastverkehr nimmt die Zahl der Brennstoffzellen-Lkws zu, insbesondere in den Logistikzentren der großen Lebensmitteldiscounter der Region, aber auch beim VW-Werk in Emden und dessen Zulieferern. Neben dem Tankstellennetz gibt es immer mehr Logistikstandorte mit eigenen Wasserstoffzapfsäulen auf ihren Betriebshöfen. Zur Unterstützung des Durchgangsverkehrs, insbesondere in die angrenzenden Regionen, sind entlang der wichtigsten Fernstraßen zusätzliche Wasserstofftankstellen im Betrieb.

**Initiatoren**

Gemeinde Perl

**Beteiligte Akteure**

Gemeinde Perl, WEAG Future Energies AG, Lhyfe GmbH, Creos Deutschland Wasserstoff GmbH, Fixemer GmbH, Energis Netzgesellschaft mbH, PRO AGRI GmbH („DE VERBAND“), VSE AG, ARGE Nahverkehrsgesellschaft Merzig-Wadern MWM GbR, Voyages Emile Weber Groupe, IZES gGmbH, Infrastrukturentwicklungsgesellschaft mbH & Co. KG, Bahnlogistik und Service GmbH, Ministerium für Umwelt, Klima, Mobilität, Agrar und Verbraucherschutz des Saarlandes.

**Regionale Ausgangslage und Kontext**

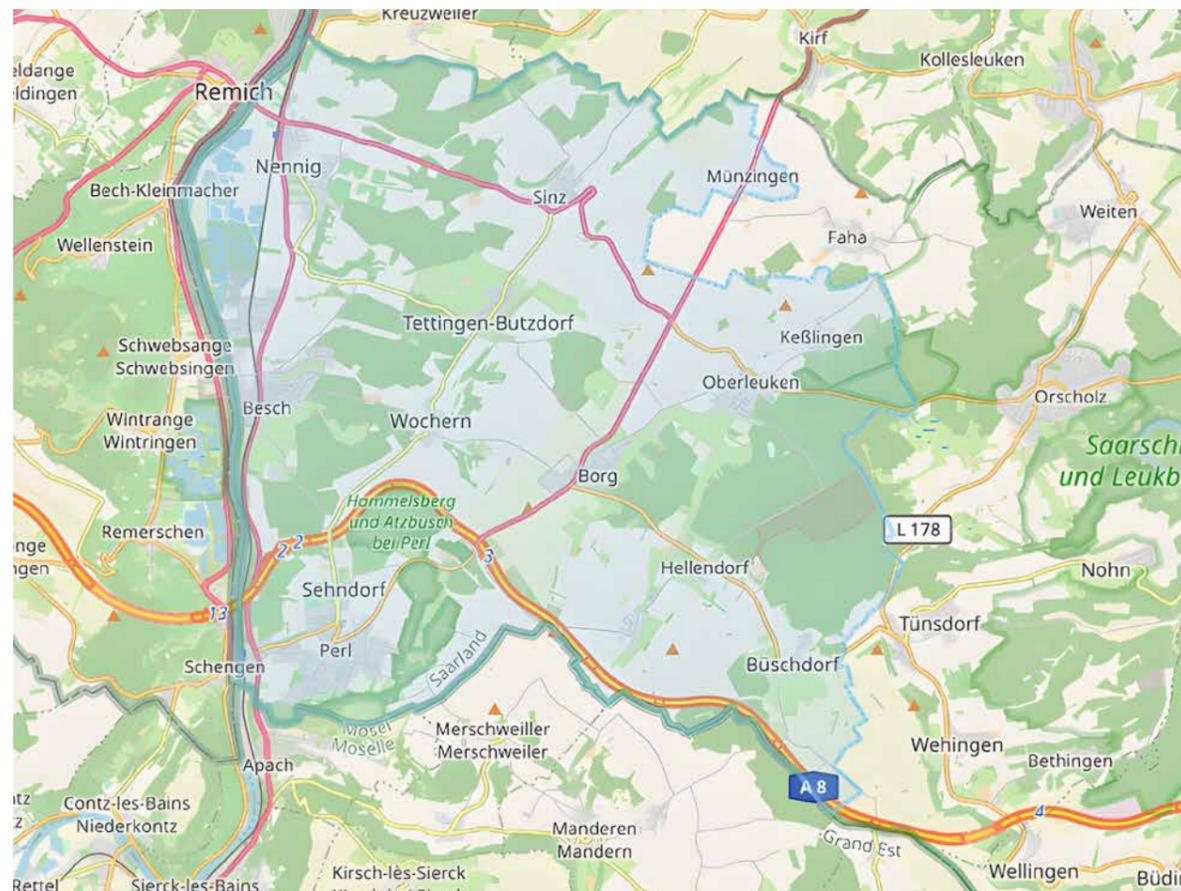


Abbildung 20: Wasserstoffregion Perl © BMDV/ Spillett n/t, Quelle: OpenStreetMap, 2023

Die Gemeinde Perl setzt sich aus 14 Ortsteilen aus dem Landkreis Merzig-Wadern im Saarland zusammen und liegt im Dreiländereck von Deutschland, Frankreich und Luxemburg. Die ländlich geprägte Region zeichnet ein stetiges Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum aus und ist verkehrstechnisch durch eine Mischung aus Autobahn, Bundesstraßen, Regionalbahnlinien sowie der Binnenschifffahrt gut angebunden. Schon 2021 hat die Gemeinde Perl unter dem Titel „Klimavorbehalt statt Finanzvorbehalt in der Gemeinde Perl“ ihren Willen bekundet, einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten und darauf einen Schwerpunkt ihrer Aktivitäten zu legen.

Als ländliche Region verfügt Perl über bedeutende Flächen, die als ausgewiesene Windeignungsgebiete zur Produktion von erneuerbarem Strom zu Verfügung stehen. Dazu können noch Freiflächen zur Solarstromproduktion genutzt werden. In Verbindung mit dem Wasserreichtum der Region bietet die Wasserstoffproduktion mittels Elektrolyse in der Region deutliche Vorteile gegenüber alternativen Herstellungsverfahren. Eine stetig wachsende Bevölkerung bringt die Ausweisung neuer Baugebiete mit sich, deren Nahwärmenetz von der Abwärme der Elektrolyseanlagen profitieren können.

**Die Wasserstoffregion Gemeinde Perl im Jahr 2030**

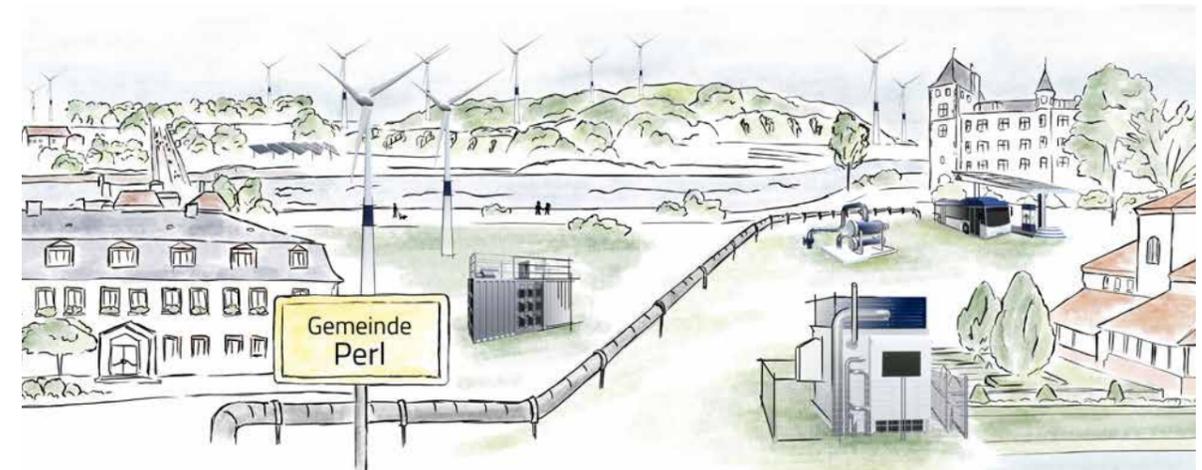


Abbildung 21: Optionen der Wasserstoffproduktion und der Wasserstoffanwendungen in der Region Perl

Die Gemeinde Perl hat sich zu einer Wasserstoffregion im Dreiländereck entwickelt, die Produktion von regenerativem Strom aus Windenergie und Photovoltaik hat sich deutlich gesteigert und wird zu einem großen Teil zur Produktion von grünem Wasserstoff verwendet. Im Gemeindeortsteil Besch wird eine Elektrolyseanlage betrieben, die Teile der Nachfrage der ortsansässigen Industrie, der Mobilität und des Wärmesektors deckt. Der anfallende Sauerstoff wird in der benachbarten Kläranlage genutzt, der überschüssige Wasserstoff in die Pipeline des mosaHYC-Projektes eingespeist. Verbunden durch die mosaHYC-Leitung sollen im Saarland Wasserstoffproduktionskapazitäten aufgebaut und erste industrielle Prozesse in der saarländischen Stahlindustrie auf Wasserstoff umgestellt werden, hin zu einer vollständigen und funktionierenden Wasserstoffwirtschaft entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

Ein luxemburgisches Reisebusunternehmen betreibt seine BZ-Reisebusse am Standort Perl mit grünem Wasserstoff. Die Betriebshoftankstelle wird mit einer Wasserstoffleitung versorgt. Am Logistikstandort Borg sind die Lkw-Flotte sowie die Flurförderzeuge auf Brennstoffzellenbetrieb umgestellt. Sie werden versorgt von einer Wasserstofftankstelle, die zu einer öffentlichen HRS an der Autobahnabfahrt der BAB 8 erweitert wurde.

Die im Gewerbegebiet Besch ansässigen Industrieunternehmen dekarbonisieren ihre Produktionsprozesse durch den Einsatz von regional-grünem Wasserstoff, der ihnen, nach einer Versorgung mittels Trailern, durch eine ehemalige, umgewidmete Erdgasleitung zur Verfügung gestellt wird. Die von der Elektrolyseanlage im Gewerbegebiet erzeugte

Abwärme wird von den Unternehmen zur Prozesswärme bzw. ihre Gebäudewärmeversorgung genutzt. Der Sauerstoff steigert die Effizienz der nahegelegenen Kläranlage.

Die Umstellung des Gasverteilnetzes der Gemeinde Perl ist das Leuchtturmprojekt der energis-Netzgesellschaft. Dieses Projekt vernetzt das Wasserstoffangebot (über die mosaHYC-Pipeline und einen Elektrolyseur) mit der Wasserstoffnachfrage in der Region. Die Umstellung der Versorgung von knapp 650 klassischen Wärme- und Heizgaskunden und vier Gewerbe- und Industriekunden ist zum Teil abgeschlossen und wird weiterverfolgt.

Der Wärmebedarf des neu entstandenen Wohngebietes Katzenrech wird über ein BZ-BHKW klimaneutral gestaltet, das mit einer Wasserstoffpipeline mit grünem Wasserstoff versorgt wird.

Die Gemeinde Perl leistet mit einer Etablierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien einen Beitrag zur Dekarbonisierung und zur Energiewende in der Region. Die gemeindeeigene Infrastrukturentwicklungsgesellschaft (IEP), die IZES gGmbH (Institut für ZukunftsEnergie und Stoffstromsysteme) und das Ministerium für Umwelt, Klima, Mobilität, Agrar und Verbraucherschutz stellen ein Informations- und Vernetzungsangebot für relevante lokale Akteure aus der Wirtschaft, der Verwaltung und der Politik bereit. Eine vom Land initiierte Wasserstoff-Agentur stellt wichtige Unterstützungsleistungen bereit. Zusammen mit den erfolgreichen Wasserstoffprojekten ist das Thema „Brennstoffzelle und Wasserstoff“ bei den Bürger\*innen bekannt und gesellschaftlich akzeptiert.

## Initiatoren

Landkreis Bad Kreuznach, Landkreis Alzey-Worms, Landkreis Mainz-Bingen

## Beteiligte Akteure

ABO Wind AG, AVL List GmbH, Abfallwirtschaftsbetrieb Alzey-Worms, Abfallwirtschaftsbetrieb Bad Kreuznach, BENEOPalatin GmbH, EDG Energiedienstleistungsgesellschaft Rheinhessen-Nahe GmbH, Energieagentur Rheinland-Pfalz GmbH, EWR AG, H2BZ Netzwerk Rheinland-Pfalz e. V., Handwerkskammer Rheinhessen, Industrie- und Handelskammer für Rheinhessen, JUWI GmbH, Juwö Poroton-Werke Ernst Jungk & Sohn GmbH, Kreisverwaltung Alzey-Worms, Kreisverwaltung Bad Kreuznach, Kreisverwaltung/Landkreis Mainz-Bingen, Kreuznacher Zentralwäscherei, KRN Kommunalverkehr Rhein-Nahe GmbH, Landeshauptstadt Mainz, L.T.G. Langenlonsheimer Transport GmbH, Maschinenring Rheinhessen-Nahe-Donnersberg, Michelin Reifenwerke AG & Co. KGaA, Pall GmbH, Planungsgemeinschaft Rheinhessen-Nahe, RNN Rhein-Nahe Nahverkehrsverbund GmbH, Spedition Schmelzer, Stadtverwaltung Bad Kreuznach, Stadtwerke Bingen, Stadtwerke GmbH Bad Kreuznach, Südzucker AG, Toyota Mobility Foundation, Transferstelle Bingen, Verkehrsverbund Rhein-Neckar GmbH, Wasserversorgung Rheinhessen-Pfalz GmbH, Westenergie AG, ZAR Zweckverband Abwasserentsorgung Rheinhessen.

## Regionale Ausgangslage und Kontext

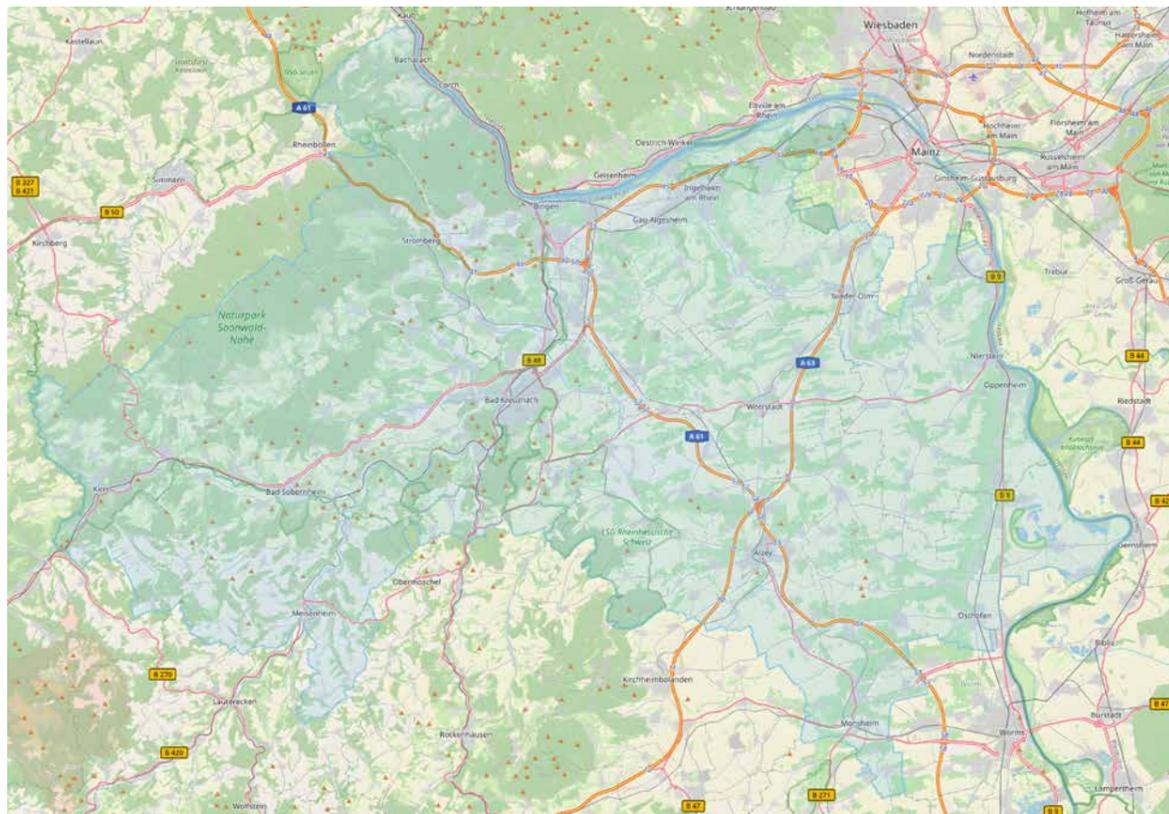


Abbildung 22: Wasserstoffregion Rheinhessen-Nahe © BMDV/ Spilett n/t, Quelle: OpenStreetMap, 2023

Die HyStarter-Region Rheinhessen-Nahe umfasst die Landkreise Alzey-Worms, Bad Kreuznach und Mainz-Bingen. Die Interessen und Perspektiven der benachbarten Städte und Regionen Mainz, Worms und dem Landkreis Donnersberg wurden über die Teilnehmer\*innen im HyStarter-Kernteam mit vertreten und berücksichtigt.

Eingebettet zwischen Rhein, Hunsrück, Taunushöhen und Donnersberg liegt die ländlich geprägte Region Rheinhessen-Nahe zwischen den Metropolregionen Rhein-Main und Rhein-Neckar sowie als „Scharnierregion“ zwischen Luxemburg/Trier, dem Saarland und Frankreich, sowie Frankfurt am Main. Zudem grenzt die Region an den Rhein und somit

an eine Hauptbinnenwasserstraße. Die drei Kreise umfassen insgesamt sieben verbandsfreie Städte bzw. Gemeinden und 22 Verbandsgemeinden. Mehrere wirtschaftliche Zentren bilden hierbei das ökonomische Rückgrat der Region. Auf einer Fläche von 2.058 km<sup>2</sup> leben und arbeiten insgesamt 482.872 Einwohner\*innen.

Die Herausforderung der Energiewende in Rheinhessen-Nahe liegt in der begrenzten Verfügbarkeit von erneuerbaren Energien und limitierten Wasserressourcen, die eine Elektrifizierung der regionalen Verkehrs- und Wärmemärkte

mit elektrolytisch erzeugtem Wasserstoff aus regionalen Quellen aktuell erschwert. Die Stromeinspeisungsbilanz des Landkreises Alzey-Worms lag im Jahr 2019 bei 153 %, die des Landkreises Bad Kreuznach bei 16% und der Landkreis Mainz-Bingen erreichte 40%. Die starken Unterschiede der Stromeinspeisungsbilanzen zwischen den Landkreisen lassen sich nicht nur durch den höheren Ausbaustand der Windenergieanlagen in Alzey-Worms begründen, sondern sind insbesondere einer hohen Energienachfrage der örtlichen Industrie in den Landkreisen Bad Kreuznach und Mainz-Bingen geschuldet.

## Die Wasserstoffregion Rheinhessen-Nahe im Jahr 2030



Abbildung 23: Optionen der Wasserstoffproduktion und der Wasserstoffanwendungen in der Region Rhein-Hessen-Nahe

Die Wasserstoffregion Rhein-Hessen-Nahe ist im Jahr 2030 durch eine enge Kooperation der drei Landkreise Alzey-Worms, Bad Kreuznach und Mainz-Bingen geprägt. Die Klimaschutzabteilungen der Landkreise wurden zur Beschleunigung der regionalen Energiewende personell aufgestockt und erfahren zusätzliche fachliche Unterstützung durch die Mitarbeiter\*innen der „Regionalen Geschäftsstelle Wasserstoff, Rhein-Hessen-Nahe (RGH2RN)“, die das ursprüngliche HyStarter-Akteursnetzwerk abgelöst und in enger Kooperation mit den Wirtschaftsfördergesellschaften der Kreise und der IHK für Rheinhessen die Wasserstoffregion Rhein-Hessen-Nahe zu einem attraktiven Standort grüner Gewerbestandorte und klimaneutraler Quartiere entwickelt hat.

Durch eine aktive Gestaltung der Mobilitätswende in der Region Rhein-Hessen-Nahe konnte trotz gesteigener Nachfrage nach Mobilität das Verkehrsaufkommen konstant gehalten werden. Die Elektrifizierung des Verkehrssektors hat dank der Brennstoffzellenantriebe auch die Dekarbonisierung der Schwerlast- und Überlandverkehre in der Region

ermöglich. Als Nebeneffekt des einhergehenden Ausbaus der Wasserstoff-Tankstelleninfrastruktur ist auch die Nachfrage nach Brennstoffzellen-Pkw in der privaten Nutzung und bei Car- und Ridesharing-Anbietern deutlich gestiegen. Zehn Prozent der schweren Nutzfahrzeuge (Lkw) sowie je fünf Prozent der leichten Nutzfahrzeuge und der Pkw sind mit Wasserstoff unterwegs. Die täglich vom Verkehrssektor nachgefragten Wasserstoffmengen in Höhe von 18 t werden an 15 öffentlichen Tankstellen abgegeben, die sich mehrheitlich in Nähe der Autobahnkreuze bzw. Standorten größerer Unternehmensflotten befinden. Darüber hinaus existieren drei Betriebshof-Tankstellen zur Betankung der 100 Wasserstoffbusse des Nahverkehrsverbunds Rhein-Hessen-Nahe, die sich zu großen Teilen im Besitz des kommunales Verkehrsunternehmens KRN befinden.

Die Dekarbonisierung des Wärmesektors mit Wasserstoff beginnt im Rahmen von ersten Pilotprojekten der EDG im Jahr 2025. Nachdem Blockheizkraftwerke zur Versorgung der kommunalen Liegenschaften erfolgreich auf Wasser-

stoffbetrieb umgerüstet und sicher betrieben werden, haben zunehmend auch private Häuser diese Technologien nachgefragt. Im Jahr 2030 werden fünf Prozent des Wärmebedarfs von Büro- und Verwaltungsgebäuden und zwei Prozent der Wärmenachfrage in Wohngebäuden mit Wasserstoff gedeckt.

Die im Jahr 2030 in der Region nachgefragten 22.431 t Wasserstoff werden unter Verwendung von ausschließlich regional verfügbaren Energien und Ressourcen erzeugt. Perspektivisch muss der weitere Ausbau der Wasserstoffregion Rheinhausen-Nahe durch weniger wasserintensive Produktionsverfahren ergänzt werden, um die knapper werdende Ressource Wasser für die Landwirtschaft und den Weinbau in der Region zu sichern. Vor diesem Zielbild wurden erste Pilotprojekte zur Erprobung und Evaluierung alternativer Produktionsverfahren zur Elektrolyse initiiert. Am Standort Kompostwerk Bad Kreuznach konnte zwi-

schzeitlich erfolgreich demonstriert werden, dass die thermolytische Verarbeitung von biogenen Reststoffen zum einen energieeffizienter ist und durch die Produktion von Pflanzenkohle eine aktive CO<sub>2</sub>-Senke bildet. Seitdem solche Senken im Rahmen von „Carbon Removal“-Verträgen staatlich vergütet werden, sind thermolytische und plasmalytische Verfahren der Wasserstoffproduktion im Trend. Die Region Rheinhausen-Nahe hat frühzeitig und vorausschauend eine regionale Stoffstrombilanz zu organischen Reststoffen biogenen und nicht-biogenen Ursprungs erstellt und die entsprechenden Akteure mit an Bord geholt. Eine erste Pilotanlage in der Region hat die technische Eignung und Wirtschaftlichkeit einer thermolytischen Bioabfall-, Grünschnitt- und Klärschlammverwertung nachgewiesen, so dass Gespräche für eine zukünftige Erschließung dieses Wasserstoffproduktionspfads für die Wasserstoffregion Rheinhausen-Nahe aufgenommen wurden.



### Initiatoren

Kreis Soest, Dezernat Regionalentwicklung, Wirtschaftsförderung Kreis Soest

### Beteiligte Akteure

Kreis Soest, Wirtschaftsförderung Kreis Soest, westnetz GmbH, Thyssengas GmbH, Enertrag SE, Kuchenmeister GmbH, Stadt Lippstadt, Raiffeisen Vital eG, Schmidt Energie GmbH & Co. KG, Westfalen AG, Rudolf Hillebrand GmbH & Co. KG, Infineon, Siepmann-Werke GmbH & Co. KG, Warsteiner Brauerei, Walter Hillebrand GmbH & Co. KG, Dyckerhoff, Heidelberg Cement, Spenner GmbH & Co. KG, Thomas Zement, Portlandzementwerk Wittekind, Hugo Miebach Söhne KG, ESG Entsorgungswirtschaft Soest GmbH, RLG Regionalverkehr Rhein-Lippe GmbH, RWM Raiffeisen Westfalen Mitte eG.

### Regionale Ausgangslage und Kontext

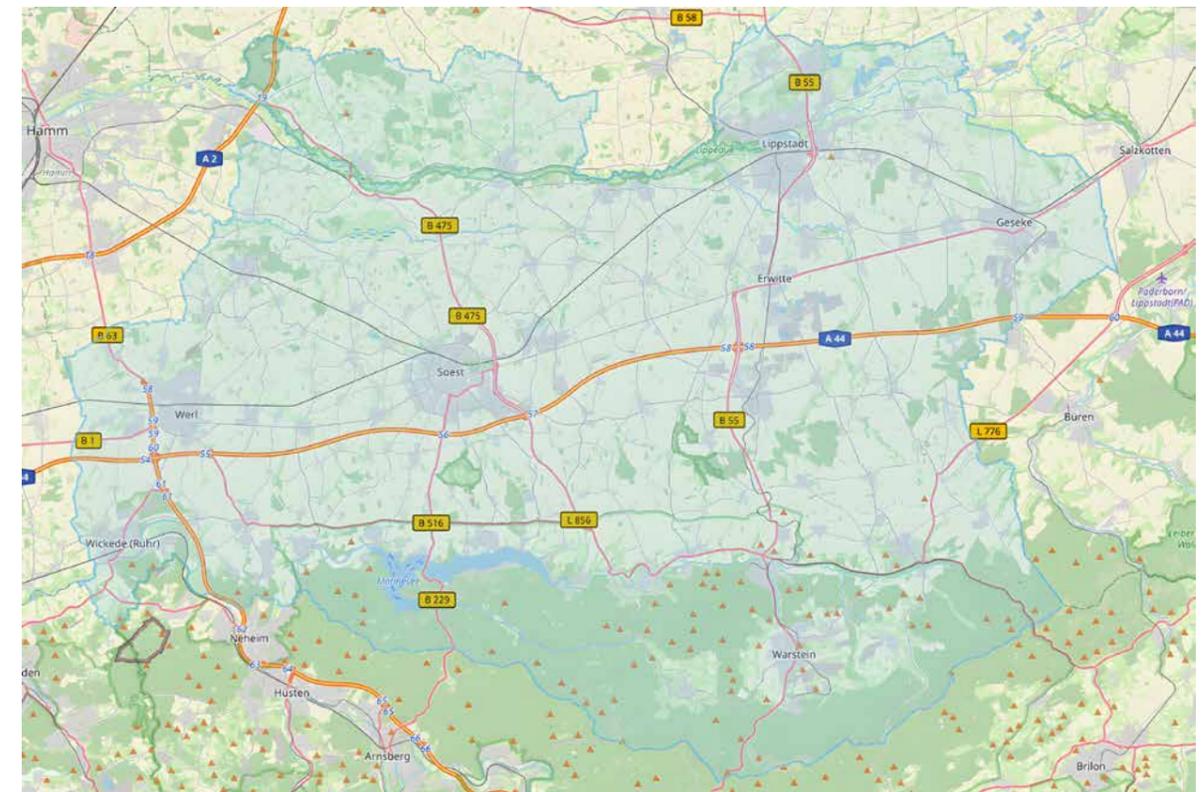


Abbildung 24: Wasserstoffregion Kreis Soest © BMDV/ Spilett n/t, Quelle: OpenStreetMap, 2023

Der Kreis Soest setzt sich aus 14 Städten und Gemeinden in der östlichen Mitte von Nordrhein-Westfalen zusammen und ist einer der großen, ländlich beschaffenen Flächenkreise im Land. Mit einer Mischung aus Industrie (insbesondere Zement- und Stahl) sowie Dienstleistungen bietet der Kreis eine solide Wirtschaftsstruktur. Mit der Bundesautobahn 44, die den Kreis von Ost nach West quert, besitzt die Region eine bedeutende Anbindung an den internationalen Güterverkehr zwischen Belgien und den Niederlanden, dem Ruhrgebiet und der BAB 4 Richtung Polen und Tschechien.

In einer Umfrage von 2021 sehen rund 80 % der in der Region ansässigen Unternehmen in der Nutzung der Brenn-

stoffzellen- und Wasserstofftechnologie einen signifikanten Beitrag zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen in ihren Produktionsprozessen und der betrieblichen Mobilität. Knapp die Hälfte des Energieeinsatzes der Unternehmen könne durch Wasserstoff substituiert werden.

Aus den Umfrageergebnissen und den bereits bestehenden Kooperations- und Projektansätzen zum Thema Wasserstoff, zum Beispiel zwischen dem Kreis Soest, der Wirtschaftsförderungsgesellschaft Kreis Soest und der Stadt Hamm zu einem potenziellen Elektrolysestandort am ehemaligen Steinkohlekraftwerk Hamm-Uentrop, lässt sich ein hohes Interesse an einer Wasserstoffwirtschaft in der Region ableiten.

## Die Wasserstoffregion Soest im Jahr 2030



Abbildung 25: Optionen der Wasserstoffproduktion und der Wasserstoffanwendungen in der Region Soest

Durch die Anwendung von Wasserstoff in der Industrie, das Tankstellen-Angebot, die teilweise Umstellung in der Mobilität sowie mögliche Importaktivitäten über Pipelines sind die Voraussetzungen für einen Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft im Kreis Soest gelegt. Der Kreis der Akteure in der Region hat sich weiterentwickelt und es konnten auf der Produktions- wie auf der Nachfrageseite neue Projektbeteiligte gewonnen werden. Die regionalen Windenergie- und Solarstrompotentiale zur Erzeugung von grünem Strom sind größtenteils ausgeschöpft, der Wasserstoffbedarf wird über Anschlüsse an das HydroNet und das Wasserstoffnetz der Thyssengas gedeckt.

Der „Mobility Hub Standort Soest“, ein Leuchtturmprojekt der Region, hat sich zu einem attraktiven Tankstellenstandort, unmittelbar an der BAB 44 entwickelt. Die multimodale Ausführung der Tankstelle ermöglicht nicht nur die Versorgung von batteriebetriebenen Fahrzeugen, sondern auch die Betankung von BZ-Pkw und -Lkw mit regional grünem Wasserstoff. Insbesondere der klimaneutrale Schwerlastverkehr sorgt für eine deutliche Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Region. Drei weitere HRS-Standorte sind realisiert, darunter zwei öffentliche und eine Betriebs- hof-tankstelle, und dienen zur Versorgung der Flotten der regionalen Unternehmen. Unter anderem werden hier die BZ-Müllsammelfahrzeuge der Stadt Lippstadt mit Wasserstoff betankt.

Die Unternehmen im Industriecenter in Warstein sowie im Gewerbegebiet in Wickede verwenden grünen Wasserstoff zur Substitution von Erdgas für die Prozesswärme sowie als stoffliche Nutzung der dort ansässigen Unternehmen. Auch hier wird die gesamte elektrische Energie, die von lokalen EE-Anlagen generiert wird, in den Elektrolyseanlagen zur Herstellung von Wasserstoff genutzt. Durch die ortsnahe Standorte der Elektrolyseanlagen stehen den Unternehmen neben dem Wasserstoff auch die Abwärme und der Sauerstoff zur Verfügung.

Für die Entwicklung einer klimaneutralen Zementregion sind die ersten Projekte angelaufen: Die Drehrohröfen werden mit Wasserstoff statt mit Erdgas betrieben. Das überschüssige CO<sub>2</sub> wird über eine Pipeline Chemiestandorten außerhalb der Region geliefert oder in dafür geeigneten Regionen unterirdisch gespeichert.

Durch die Nutzung und die Anwendung von grünem Wasserstoff in der lokalen Industrie, dem Ausbau des regionalen Tankstellennetzes und der Umstellung im Verkehrssektor auf BZ-Antriebe sowie der Ex- und Importaktivitäten über die Anschlüsse an Wasserstoffpipelines ist der Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft gelungen und verspricht weiterhin eine hohe Wertschöpfung in der Region. Auch dadurch steigt die Akzeptanz innerhalb der Bevölkerung und die Motivation der Akteure, diesen Wirtschaftszweig weiterzuentwickeln.

## Initiatoren

ZukunftsRegion Westpfalz e. V.

## Beteiligte Akteure

Heinz2-O Stiftung, Landesforsten Rheinland-Pfalz, Pfalzwerke AG, Prüf- und Forschungsinstitut Pirmasens e. V., Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau, Schuster und Sohn KG, Stadtbildpflege Kaiserslautern, Stadtverwaltung Kaiserslautern, Stadtwerke Kaiserslautern, Wasserstoff-Initiative Blue Corridor, WIPOTEC GmbH, WVE GmbH Kaiserslautern, Zentrale Abfallwirtschaft Kaiserslautern, ZukunftsRegion Westpfalz e. V.

## Regionale Ausgangslage und Kontext

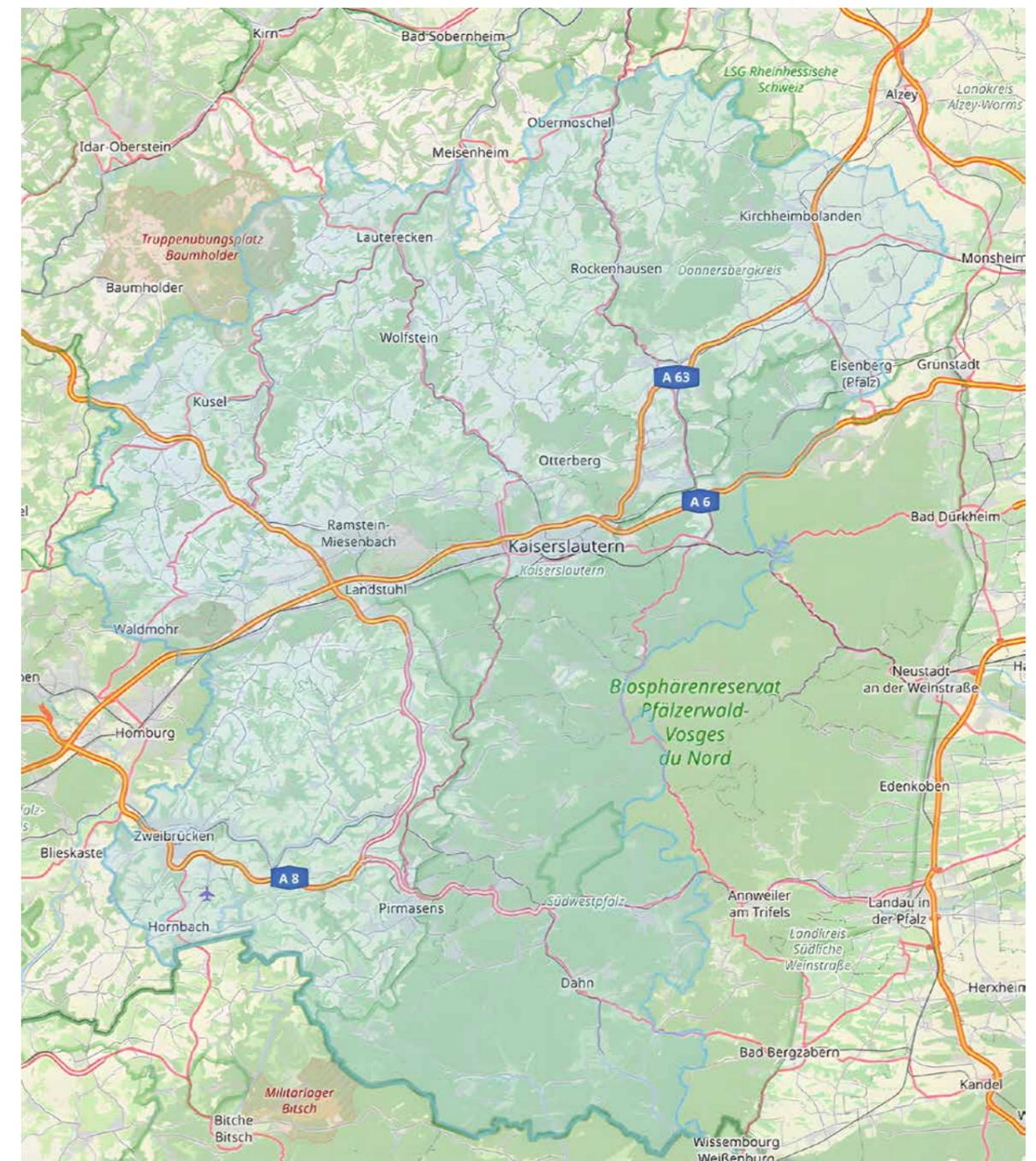


Abbildung 26: Wasserstoffregion Westpfalz © BMDV/ Spilett n/t, Quelle: OpenStreetMap, 2023

Die Städte Kaiserslautern, Primasens und Zweibrücken bilden zusammen mit den Landkreisen Kusel, Kaiserslautern, Südwestpfalz und Donnersberg die Wasserstoff-Region Westpfalz. Die Region, zum Teil vom Pfälzer Wald bedeckt, ist ländlich strukturiert, Kaiserslautern bildet den wichtigsten Wirtschafts- und Wissenschaftsstandort.

Die von einem tiefgreifenden Strukturwandel betroffene Region ist heute wirtschaftlich von mittelständischen Unternehmen aus den Bereichen IT/Software, Metallverarbeitung, Maschinenbau sowie der Klebe- und Kunststoffbranche geprägt. Viele dieser Unternehmen sind Zulieferer der Automobilindustrie. Durch die räumliche Nähe zu zwei bedeutenden Erdgasleitungen und zukünftige Pipelines des

EHB, die die Region einmal von Nord nach Süd und einmal von Ost nach West kreuzen, den hohen Anteil an Erneuerbaren Energieanlagen und einer breiten Unterstützung des Vereins Zukunft-Region Westpfalz, einer Regionalinitiative zur Stärkung des Wirtschaftsstandortes Westpfalz, sind die Akteure vor Ort auf die Idee einer regionalen Wasserstoffwirtschaft aufmerksam geworden. In Zusammenhang mit der exzellenten Vernetzung der über 400 Mitglieder aus Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Zivilgesellschaft sowie Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Wirtschaftsförderungen, Kammern und Verbänden verfolgt die Region die Entwicklung im Bereich Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologien seit einiger Zeit und möchte darauf aufbauen.

### Die Wasserstoffregion Westpfalz im Jahr 2030

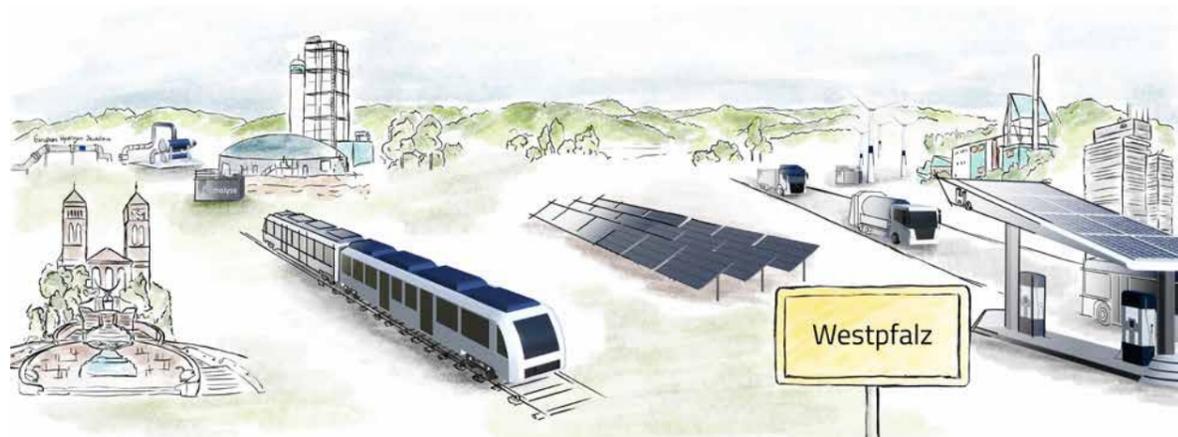


Abbildung 27: Optionen der Wasserstoffproduktion und der Wasserstoffanwendungen in der Region Westpfalz

Die Westpfalz ist ihrem Ziel, die regionalen Bedarfe nach grünem Wasserstoff komplett aus eigenen Quellen zu decken und darüber hinaus, Überschüsse zu exportieren, einen großen Schritt nähergekommen: Die Potenziale zur Produktion von erneuerbarem Strom sind so gut wie ausgeschöpft, die Standorte der Elektrolyseanlagen wurden so gewählt, dass neben dem Wasserstoff auch die Abwärme und der Sauerstoff verwendet werden können. Die Abnahmesektoren für den grünen Wasserstoff sind identifiziert und die ersten Projekte im ÖPNV, im SPNV, in der Logistik und in der Industrie sind realisiert.

Die Verkehrsunternehmen in der Region, die den Linienbetrieb im ÖPNV anbieten, haben Strecken identifiziert, die aufgrund der Streckenlänge und der Topografie für den Einsatz von Bussen mit reinem Batterieantrieb nicht geeignet sind und auf denen daher BZ-Busse eingesetzt werden.

Machbarkeitsanalysen haben ergeben, dass der Betrieb mit dieser Antriebsart trotz höherer Investitionen wirtschaftlich darstellbar ist. Eine zentral installierte Wasserstofftankstelle versorgt sämtliche BZ-Busse in der Region, so dass die Wirtschaftlichkeit dieser HRS gegeben und die Versorgung gesichert ist.

Neben den weit entwickelten Projekten in der straßengebundenen Mobilität befindet sich auch die Idee der Reaktivierung der Zellertalbahn, einer stillgelegten Schienenstrecke zwischen Worms und Kaiserslautern, in einer aussichtsreichen Entwicklungsposition. Die Entscheidung zugunsten des Einsatzes von BZ-Zügen ist gefallen, die beantragten Fördermittel sind genehmigt, die Strecke für den Bahnbetrieb aufgerüstet. Die Planungen für die Tankstelle, die Wasserstoffversorgung und den Betrieb sind im Gange. Die Ankündigung der Reaktivierung dieser Bahnstrecke

auf Basis von BZ-Zügen wurde von der Bevölkerung sehr positiv aufgenommen und erhöht nachhaltig die Akzeptanz gegenüber den neuen Technologien der Brennstoffzelle und des Wasserstoffs.

Auch die Wasserstoff-Projekte der Industrieunternehmen stehen kurz vor der Realisierung. Durch Vereinbarungen mit Wasserstoffproduzenten wird die Versorgungssicherheit gewährleistet, ein Anschluss an die Wasserstoffpipeline des EHB ist in Planung. Die technischen Herausforderungen, die die Umstellung der Produktionsprozesse von Erdgas auf Wasserstoff bzw. auf ein Gemisch von  $\text{CH}_4$  und  $\text{H}_2$  aufweisen, sind gelöst und die ersten Produkte  $\text{CO}_2$ -frei hergestellt.

Als Ergänzung zur Elektrolyse spielt die Wasserstoffherzeugung aus biogenen Reststoffen in der sehr wald- und grünflächenreichen Region eine bedeutende Rolle. Hierbei werden biogene Abfälle wie Grünschnitt, Gülle, Klärschlamm, Gärreste, Mist oder Lebensmittelreste in einer Hydrolyseanlage in Bio-Kohle und Dampf umgewandelt. Aus der Verbindung beider Produkte wird ein Synthesegas gewonnen, aus dem in einem letzten Schritt der Wasserstoff extrahiert wird. Eine Demonstrationsanlage hat den Testbetrieb gut absolviert, weitere Anlagen sind in Planung. Dafür sind die Standorte, die Versorgung mit entsprechenden Abfällen und die Abnahme des Wasserstoffs bereits gesichert.



**Initiatoren**

Stadtwerke Wismar GmbH

**Beteiligte Akteure**

Stadtwerke Wismar GmbH, Hansestadt Wismar, Gemeinde Benz, Gemeinde Hornstorf, Strom- und Gasnetz Wismar GmbH, Seehafen Wismar GmbH, Ilim Nordic Timber GmbH, Wismar Pellets GmbH, Egger Holzwerkstoffe GmbH, IAG – Ihlenberger Abfallentsorgungsgesellschaft mbH, UKA Nord Projektentwicklung GmbH, Enertrag SE, WindEnergy Network e. V., Nahbus Nordwestmecklenburg GmbH, HY.AIR Energy GmbH, Hochschule Wismar

**Regionale Ausgangslage und Kontext**

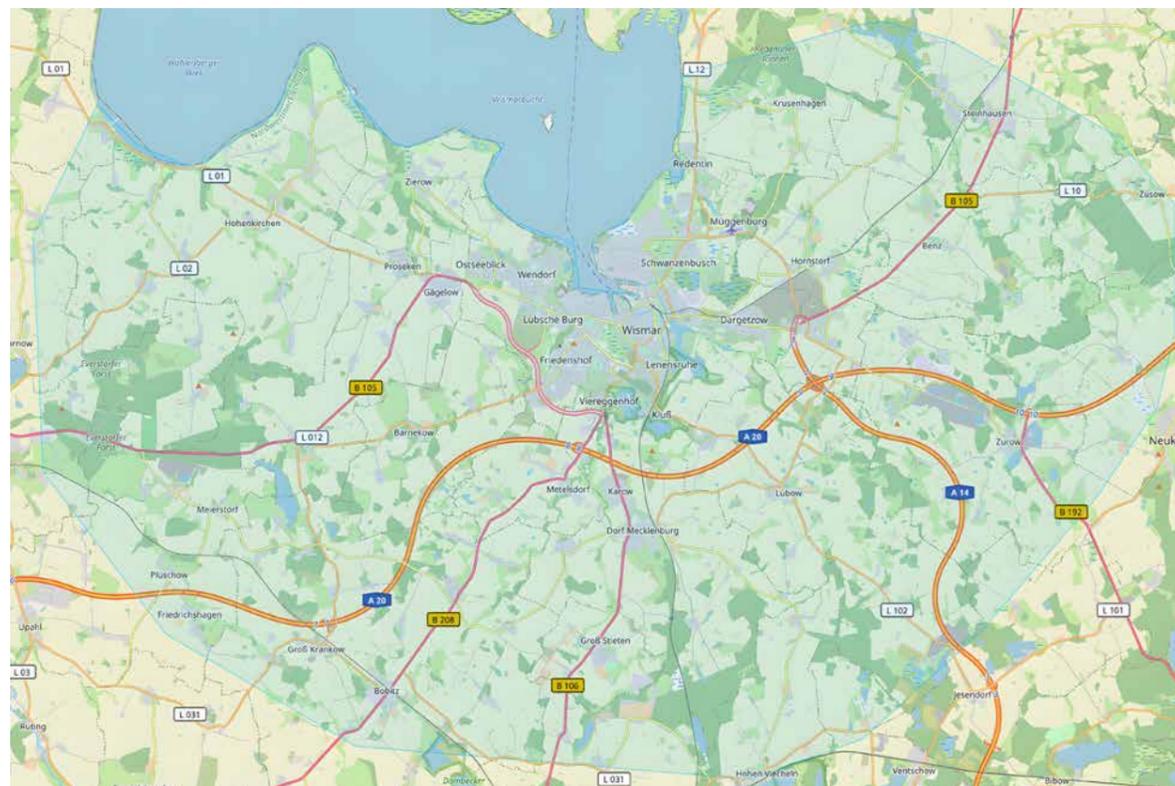


Abbildung 28: Wasserstoffregion Wismar © BMDV/ Spilett n/t, Quelle: OpenStreetMap, 2023

Die Wasserstoff-Region Wismar setzt sich zusammen aus der Hansestadt Wismar, den Gemeinden Benz und Hornstorf sowie einem etwa 20 km breiten Umlandhalbkreis um die Hansestadt. Sie liegt an der Ostseeküste Mecklenburg-Vorpommerns am südlichen Ende der Wismarer Bucht. Der Seehafen Wismar spielt eine bedeutende wirtschaftliche Rolle für die Stadt und die Region. Das Umland ist landwirtschaftlich sowie touristisch geprägt und verfügt über eine große Anzahl an Erneuerbare-Energie-Anlagen sowie ein

hohes Ausbaupotenzial. Verkehrstechnisch ist die Region mit der Ostseeautobahn und drei Regionalbahnstrecken gut erschlossen.

Seit 2020 treffen sich Wasserstoff affine Akteure aus der lokalen Politik, der Verwaltung, der regionalen Industrie und Gewerbe, der Hochschule sowie der regionalen Verkehrs- und Energiedienstleister zum regelmäßigen Austausch von Informationen und Ideen.

**Die Wasserstoffregion Wismar im Jahr 2030**



Abbildung 29: Optionen der Wasserstoffproduktion und der Wasserstoffanwendungen in der Region Wismar

Der prognostizierte hohe Ausbau der erneuerbaren Energien in Verbindung mit der Produktion von grünem Wasserstoff bzw. von grünem Methanol haben die regionalen CO<sub>2</sub>-Emissionen, insbesondere im industriellen Sektor, deutlich sinken lassen. Die energieintensiven Unternehmen im Holzcluster betreiben neben einem Biomassekraftwerk eine Elektrolyseanlage, die mit grünem Strom aus der Region grünem Wasserstoff herstellt. Eine nachgeschaltete Methanisierungsanlage nutzt diesen Wasserstoff zur Produktion von grünem Methanol, welches in den holzverarbeitenden Unternehmen das über den Seeweg importierte Methanol ersetzt. Hier sind die höchsten CO<sub>2</sub>-Reduktionen zu verzeichnen. Der Prozess ist so optimiert, dass die Abwärme der Elektrolyse- und Methanisierungsanlage die Trocknungsprozesse der Firmen unterstützt. Zusätzlich betreibt das Holzcluster eine Wasserstofftankstelle, die die Intralogistik der Unternehmen im Holzcluster und die Fahrzeuge des Güterverkehrs zwischen Seehafen und Holzcluster mit grünem Wasserstoff versorgt.

Im interkommunalen Gewerbegebiet Wismar/Hornstorf sind die Elektrolyseanlage und die Wasserstofftankstelle

installiert und in Betrieb. Die Elektrolyse wird ebenfalls von den umliegenden EE-Anlagen mit grünem Strom versorgt und produziert Wasserstoff für die Unternehmen, die sich im Gewerbegebiet angesiedelt haben und ihre Energiebedarfe darüber abdecken. Mit der Tankstelle steht dem Schwerlastverkehr der BAB 20 (Ostseeautobahn) und der BAB 14 eine optimale Option zur Betankung seiner BZ-Lkw zur Verfügung. Nachdem das Unternehmen, das den regionalen ÖPNV organisiert, seinen neuen Betriebshof auf dem Gelände des Gewerbegebietes eröffnet hat, versorgt eine Betriebshoftankstelle die BZ-Busse mit regionalem grünem Wasserstoff.

Durch die Nutzung des Sauerstoffs und der Abwärme der Elektrolyseanlage in der Nähe des Klärwerks wird die Effizienz der Klärprozesse deutlich erhöht und konnten die Betriebskosten optimiert werden. Der produzierte Wasserstoff wird in das Nahwärmenetz eines nahegelegenen Neubauquartiers eingespeist und senkt so die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Wärmebereitstellung. Der an die Elektrolyse angeschlossene Wasserstoffspeicher gleicht mögliche Schwankungen zwischen Erzeugung und Verbrauch aus.



## Initiatoren

Zweckverband Industrie-/Gewerbepark InterFranken

## Beteiligte Akteure

Zweckverband InterFranken und seine Mitgliedsgemeinden, ADAC Nordbayern, arcon GmbH & Co. KG, Bayerischer Bauernverband Ansbach, Biomasse Institut der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, ENERGIEregion Nürnberg, Fernwasserversorgung Franken FWF, Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelemente IISB, Geiger GmbH, Glaswerke Arnold GmbH, HERZ Transporte-Erdbau GmbH, Hochschule Ansbach und ihr Campus Feuchtwangen, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, H O T Härte- und Oberflächentechnik GmbH, Institut für Energietechnik IfE GmbH, LAG Region an der Romantischen Straße, Landratsamt Ansbach, MACS HOLDING GmbH-blizz-z, N-ERGIE AG, N-ERGIE Netz GmbH, REHAU Automotiv SE, Ruf Baustoffe, Siemens AG, Stadtwerke Feuchtwangen, Stoll Reisen GmbH, Vereinigte Papierwarenfabriken GmbH, Wasserstoff-Metropolregion Nürnberg, Wiegel Feuerverzinken GmbH.

## Regionale Ausgangslage und Kontext

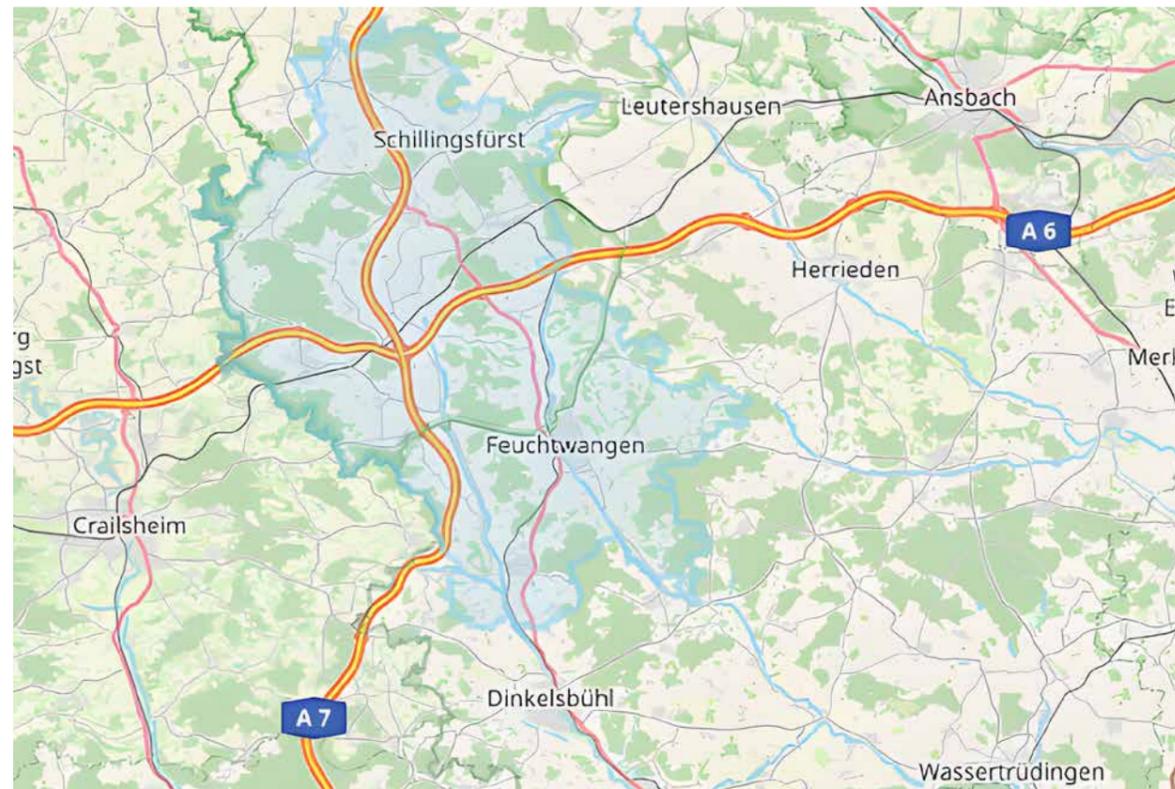


Abbildung 30: Wasserstoffregion Zweckverband InterFranken © BMDV/ Spilett n/t, Quelle: OpenStreetMap, 2023

Der Zweckverband InterFranken ist ein im Jahr 1998 gegründeter kommunaler Zusammenschluss von acht Gemeinden, Märkten und Städten aus der Region Westmittelfranken. Im Jahr 2004 ging daraus der Zweckverband Industrie-/Gewerbepark InterFranken hervor. Mitglieder sind die Gemeinden Diebach, Schnelldorf, Wettringen und Wörnitz, die Märkte Dombühl und Schopfloch sowie die Städte Feuchtwangen und Schillingsfürst. Ziel des Zweckverbandes ist es, gute und nachhaltige Perspektiven für die Region zu entwickeln und an einem Gewerbestandort

Zukunftstechnologien u. a. für erneuerbare Energien und grünem Wasserstoff zu etablieren. Im geplanten Industrie- und Gewerbepark InterFranken soll unter Verwendung von regional erzeugtem, erneuerbarem Strom und der Elektrolysetechnologie ein Wasserstoff-Kompetenzzentrum sowie ein Wasserstoff-Hub entstehen, der energieintensive Industrieunternehmen in der Region mit erneuerbarer Energie in Form von grünem Wasserstoff versorgt und bei der Transformation von einer fossil/nuklearen zu einer regenerativen Energieversorgung unterstützt.

## Die Wasserstoffregion InterFranken im Jahr 2030

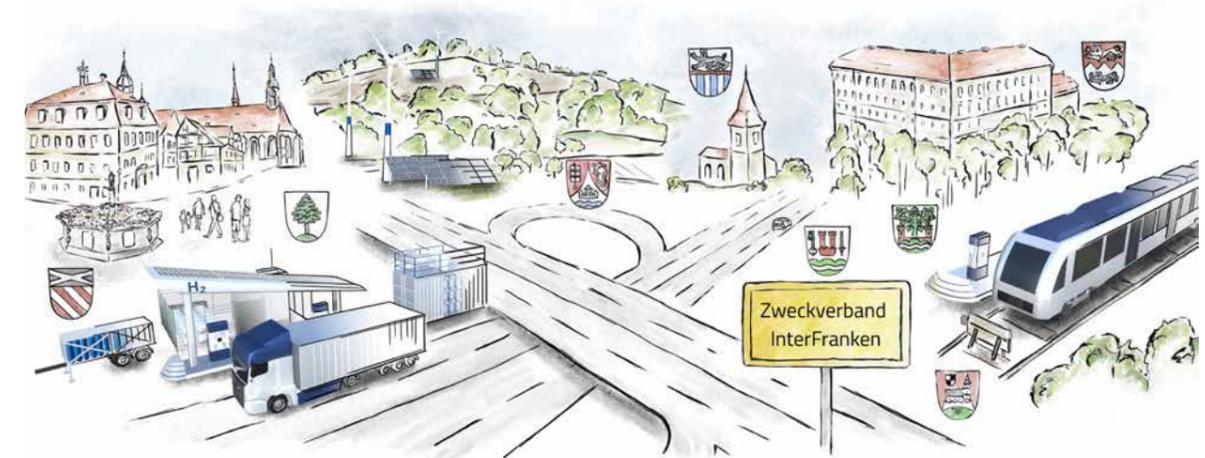


Abbildung 31: Optionen der Wasserstoffproduktion und der Wasserstoffanwendungen in der Region InterFranken

Mit der Entwicklung des Kompetenzzentrums für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie im Bahnverkehr und der Errichtung des Wasserstoff-Hubs InterFranken ist der Zweckverband seiner Vision als Modellregion für eine erfolgreiche Initiierung einer interkommunalen Wasserstoffwirtschaft ein gutes Stück nähergekommen. Durch die erfolgreiche Reaktivierung der Bahnstrecke Dombühl – Nördlingen verkehren auf dieser Strecken Personenzüge mit Brennstoffzellenantrieb und sorgen für eine gute Auslastung des H<sub>2</sub>-Hubs im Industrie-/Gewerbepark InterFranken. Neben einer Wasserstofftankstelle für Züge und einer Elektrolyseanlage mit Wasserstoffspeicher bilden Demonstrationsanlagen für alternative Wasserstoffproduktionsverfahren dieses Zentrum für die regionale Wasserstoffversorgung. Hier treffen Forschungsaktivitäten der Hochschulen auf die Herausforderungen der täglichen Praxis der Energieversorgung. Es werden nachhaltige und zukunftsfähige Anlagenkonstellationen zum Beispiel für eine kommunale Kreislaufwirtschaft für Recyclingabfälle entwickelt.

Das Kompetenzzentrum ist zu einem Dienstleistungszentrum ausgebaut und bietet Angebote zur Aus- und Weiterbildung für die Schulen, die Hochschulen und die Unternehmen in der Region, die ihre Mitarbeiter\*innen an den neuesten Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologien schulen möchten. Dadurch kann die Nachfrage an gut ausgebildeten Fachkräften auch überregional gedeckt werden.

Neben der Versorgung der Unternehmen, die sich in InterFranken angesiedelt haben, werde auch die Firmen zweier Gewerbegebiete in Feuchtwangen mit regional grünem Wasserstoff versorgt. Hier ersetzt der Wasserstoff Erdgas, welches bisher für die Standortenergieversorgung (Wärme- und Prozessenergie) genutzt wurde. Dadurch wurden die lokalen CO<sub>2</sub>-Emissionen deutlich gesenkt und die Klimabilanz der Unternehmen verbessert.

Um eine stabile und sichere Versorgung mit Wasserstoff zu gewährleisten, wurden zwei Pipelineprojekte für die beiden Gewerbegebiete realisiert. Neben dem Ziel, Versorgungssicherheit für die Unternehmen herzustellen, konnte auch die drohende Verkehrsbelastung durch die Trailertransporte über die Straßen vermeiden werden. Zusätzlich erweiterte der regionale Netzbetreiber sein Portfolio und erwirtschaftet mit dem Betrieb der Pipeline erste Gewinne.

Zum Zweck des regelmäßigen Austauschs von aktuellen Informationen, Erfahrungen aus laufenden Projekten und technologischen, wirtschaftlichen und rechtlich-regulatorischen Entwicklungen hat sich das Wasserstoff-Netzwerk in der Region sehr gut etabliert. Das große Interesse von Unternehmen, Politik und Verwaltung auch außerhalb der Region ist aufgenommen und es sind erste Einkaufsgemeinschaften gebildet worden, die die Bedingungen zum Erwerb von regionalem Wasserstoff optimieren können.

## 2. WASSERSTOFFSZENARIEN DER HYSTARTER-REGIONEN IM VERGLEICH

Begleitend zu den Strategiedialogen wurden unterschiedliche Methoden und Tools genutzt, um Diskussionen anzuregen und die Entscheidungsfindung zu unterstützen. Eines dieser Tools war der Online-Szenarienrechner „H2Scout“<sup>1</sup> mit dem die Akteure vor Ort alternative Szenarien einer regionalen Wasserstoffwirtschaft für ein definiertes Zieljahr konfigurieren, berechnen und miteinander vergleichen konnten. Mithilfe eines Optimierungsalgorithmus identifiziert der H2Scout unter den gegebenen Rahmenbedingungen und theoretischen Annahmen das kostenoptimale Infrastruktursystem zur Bereitstellung einer definierten Nachfragemenge nach Wasserstoff für unterschiedliche Sektoren für das Jahr 2030. Das identifizierte Infrastruktursystem ist dabei in der Lage, die Nachfrage in jeder Stunde des Jahres entweder aus eigener Produktion, aus vorhandenen Speichern oder durch Import von Wasserstoff (sofern zugelassen) versorgungssicher zu decken. 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,

<sup>1</sup> Siehe auch <https://h2scout.eu>

- einen **Datensatz zur regionalen Energiewirtschaft** (Angebots- und Nachfrageseite), der für die HyStarter-Regionen mit Unterstützung der EE ENERGY ENGINEERS durch die regionalen Akteure für das Jahr 2030 abgeschätzt wurde und
- einen **Datensatz zu den gewünschten oder erwarteten politisch-gesellschaftlichen Rahmenbedingungen** im Jahr 2030, der durch die regionalen Akteure im Rahmen der HyStarter-Strategiedialoge definiert wurde.

Im Ergebnis der Szenarienberechnung werden neben dem kostenoptimierten Infrastruktursystem zugehörige Systemkennzahlen sowie vertiefende Informationen zur Leistungsfähigkeit des Systems für eine umfassende Entscheidungsfindung bereitgestellt (wie zum Beispiel Energie- und Stoffströme, Wirtschaftlichkeit sowie gesellschaftlicher Nutzen).

Die 15 HyStarter-Regionen haben insgesamt 81 Szenarien durch die Spilett new technologies berechnen lassen und miteinander verglichen. Hinzu kommen die privaten Szenarien, die einzelne Akteure in den Regionen zur weiteren Beantwortung von weiterführenden Fragen erstellt haben. Die folgenden Tabellen fassen die Annahmen und Ergebnisse der regionalen Basisszenarien zusammen, auf denen die HyStarter-Regionen ihre jeweiligen Roadmaps aufgebaut haben.

**Tabelle 1: Rolle von Wasserstoff in den jeweiligen Basisszenarien**

Region	H <sub>2</sub> -Einsatz im Verkehrssektor	H <sub>2</sub> -Einsatz im Wärmemarkt	Stoffliche Nutzung von H <sub>2</sub>	Gesamtnachfrage
Altenburger Land	Pkw und Kleintransporter (je 5%), Lkw (10%), Abfallsammelfahrzeuge und Busse im ÖPNV (je 20%) → <b>494 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	Wohngebäude (2%) Bürogebäude (5%) Prozesswärme (100%) → <b>605 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	<b>10.450 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	<b>11.549 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>
Bad Bentheim	Pkw (5%), Kleintransporter (4%), Lkw (6%), Busse und Abfallsammelfahrzeuge (je 32%) → <b>75,9 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	Wohngebäude (2%) Bürogebäude (2%) Prozesswärme (0%) → <b>84,6 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	<b>6.324 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	<b>6.485 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>
Bendorf	Pkw und Kleintransporter (je 10%), Lkw (20%), Abfallsammelfahrzeuge (15%), Busse im ÖPNV (25%) → <b>2.470 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	Wohngebäude (3%) Bürogebäude (3%) Prozesswärme (7 GWh) → <b>2.774 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	<b>2.821 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	<b>8.066 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>

Eichstätt	Pkw (3%), Lkw und Kleintransporter (je 20%), Abfallsammelfahrzeuge (10%), Busse im ÖPNV (50%) → <b>2.741 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	Wohngebäude (1%) Bürogebäude (5%) Prozesswärme (0%) → <b>1.839 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	<b>2,67 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	<b>4.583 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>
Göppingen	Pkw (3%), Lkw / Kleintransporter (je 20%), Abfallsammelfahrzeuge (10%), Busse im ÖPNV (50%) → <b>3.611 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	Wohngebäude (2%) Bürogebäude (5%) Prozesswärme (10%) → <b>7.260 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	<b>10.000 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	<b>21.511 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>
Kulmbach	Pkw, Lkw und Kleintransporter (je 20%), Busse im ÖPNV (20%), Züge im SPNV (10%) → <b>3.093 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	Wohngebäude (5%) Bürogebäude (5%) Prozesswärme (10%) → <b>2.086 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	<b>(keine)</b>	<b>5.663 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>
München	Pkw (2%), Lkw und Transporter (je 10%), Abfallsammelfahrzeuge (50%), Busse, Züge, Schiffe (0%) → <b>2.155 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	Wohngebäude (0%) Bürogebäude (0%) Prozesswärme (50%) → <b>21.452 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	<b>25.277 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	<b>48.883 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>
Neubrandenburg	Pkw (5%), Transporter (10%), Lkw (30%), Abfallsammelfahrzeuge (25%), Busse im ÖPNV (15%) → <b>1.216 t H<sub>2</sub>/Jahr</b> (Stadt) → <b>4.997 t H<sub>2</sub>/Jahr</b> (Region)	Wohngebäude (5%) Bürogebäude (5%) Prozesswärme (0%) → <b>797 t H<sub>2</sub>/Jahr</b> (Stadt) → <b>3.350 t H<sub>2</sub>/Jahr</b> (Region)	<b>0 t H<sub>2</sub>/Jahr</b> (Stadt) <b>16.966 t H<sub>2</sub>/Jahr</b> (Region)	<b>2.013 t H<sub>2</sub>/Jahr</b> (Stadt) <b>25.312 t H<sub>2</sub>/Jahr</b> (Region)
Ostfriesland	Pkw und Kleintransporter (je 5%), Lkw (10%), Abfallsammelfahrzeuge (20%), Busse im ÖPNV (50%) → <b>4.192 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	Wohngebäude (5%) Bürogebäude (5%) Prozesswärme (0%) → <b>6.058 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	<b>20.000 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	<b>30.249 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>
Perl	Pkw (10%), Lkw und Transporter (15%), Abfallsammelfahrzeuge (50%), Busse im ÖPNV (33%) → <b>184 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	Wohngebäude (2%) Bürogebäude (2%) Prozesswärme (2,76 GWh) → <b>130 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	<b>(keine)</b>	<b>314 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>
Rheinhesen-Nahe	Pkw und Kleintransporter (je 5%), Lkw (10%), Abfallsammelfahrzeuge und Busse im ÖPNV (je 50%), Züge (2%), Schiffe (0%) → <b>5.976 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	Wohngebäude (2%) Bürogebäude (5%) Prozesswärme (10%) → <b>15.806 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	<b>650 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	<b>22.431 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>
Soest	Pkw, Lkw und Kleintransporter (je 3%), Busse (10%), Abfallsammelfahrzeuge (32%) → <b>1.738 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	Wohngebäude (5%) Bürogebäude (5%) Prozesswärme allgemein (5%) Prozesswärme 6 Industrien (20%) → <b>8.537 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	<b>6 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	<b>10.282 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>
Westpfalz	Pkw und Kleintransporter (je 5%), Lkw und Busse im ÖPNV (je 20%), Abfallsammelfahrzeuge (50%) → <b>5.236 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	Wohngebäude (5%) Bürogebäude (5%) Prozesswärme (100%) → <b>7.187 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	<b>10.650 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	<b>23.073 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>
Wismar	Pkw und Kleintransporter (je 10%), Lkw (20%), Abfallsammelfahrzeuge und Busse im ÖPNV (je 30%) → <b>1.471 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	Wohngebäude (5%) Bürogebäude (5%) Prozesswärme (100%) → <b>7.125 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	<b>20.000 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	<b>28.597 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>
ZV Inter-Franken	Lkw, Pkw und Kleintransporter (je 5%), Busse im ÖPNV (30%), Züge im SPNV (2%) → <b>2.210 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	Wohngebäude (2%) Bürogebäude (2%) Prozesswärme (0%) → <b>143 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	<b>1.887 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>	<b>4.240 t H<sub>2</sub>/Jahr</b>

Tabelle 2: Erforderlicher Infrastrukturaufbau zur Realisierung der jeweiligen Basisszenarien

Region	Erneuerbare Energien		H <sub>2</sub> -Produktionsanlagen	
	Kapazitäten	Investitionskosten	Kapazitäten <sup>2</sup>	Investitionskosten <sup>3</sup>
Altenburger Land	Wind (Neubau): 116 MW, PV (Neubau): 144 MW	238 Mio. €	Elektrolyse: 1,6 t/h Dampfgasreformierung: 0,8 t/h Thermolyse: 0,1 t/h	98,8 Mio. €
Bad Bentheim	Wind (Neubau): 138 MW, PV (Neubau): 20 MW	199,5 Mio. €	Elektrolyse: 0,8 t/h Thermolyse: 0,01 t/h	27,2 Mio. €
Bendorf	Wind (Neubau): 279 MW, PV (Neubau): 423 MW	270,8 Mio. €	Elektrolyse: 2,3 t/h Plasmalyse: 0,2 t/h Thermolyse: 0,3 t/h	112,7 Mio. €
Eichstätt	Wind (Neubau): 175 MW, PV (Neubau): 454 MW	488,6 Mio. €	Elektrolyse: 1,85 t/h Thermolyse: 0,02 t/h	61,7 Mio. €
Göppingen	Wind (Neubau): 283 MW, PV (Neubau): 527 MW	676,7 Mio. €	Elektrolyse: 5,2 t/h Dampfgasreformierung: 0,9 t/h Plasmalyse: 0,3 t/h Thermolyse: 0,14 t/h	224 Mio. €
Kulmbach	Wind (Neubau): 321 MW, PV (Neubau): 398 MW	657,5 Mio. €	Elektrolyse: 1,7 t/h Dampfgasreformierung: 0,02 t/h Thermolyse: 0,01 t/h	63,4 Mio. €
München	Wind (Neubau): 0 MW, PV (Neubau): 310 MW	170,5 Mio. €	Elektrolyse: 2,7 t/h Plasmalyse: 5,1 t/h	194,9 Mio. €
Neubrandenburg (Stadt; Region)	Wind (Neubau): 0 MW, PV; 684 MW, PV (Neubau): 42 MW; 364 MW	23,1 Mio. € 1.134,5 Mio. €	Elektrolyse: 0,2 t/h; 4,7 t/h Dampfgasreformierung: 1,2 t/h Plasmalyse: 0,3 t/h Thermolyse: 0,06 t/h; 0,3 t/h	12,6 Mio. € 245,2 Mio. €
Ostfriesland	Wind (Neubau): 582 MW, PV (Neubau): 229 MW	920,9 Mio. €	Elektrolyse: 5,6 t/h Thermolyse: 0,5 t/h	231,5 Mio. €
Perl	Wind (Neubau): 0 MW, PV (Neubau): 0 MW	0 Mio. €	Elektrolyse: 0,03 t/h Plasmalyse: 0,03 t/h	1,6 Mio. €
Rheinhes-sen-Nahe	Wind (Neubau): 410 MW, PV (Neubau): 416 MW	788,8 Mio. €	Elektrolyse: 4,4 t/h Dampfgasreformierung: 0,3 t/h Thermolyse: 0,8 t/h	230,3 Mio. €
Soest	Wind (Neubau): 154 MW, PV (Neubau): 121 MW	277,3 Mio. €	Elektrolyse: 1,2 t/h Thermolyse: 0,4 t/h	81,9 Mio. €
Westpfalz	Wind (Neubau): 445 MW, PV (Neubau): 496 MW	880,6 Mio. €	Elektrolyse: 3,4 t/h Dampfgasreformierung: 0,6 t/h Thermolyse: 0,6 t/h	197,4 Mio. €
Wismar	Wind (Neubau): 631 MW, PV (Neubau): 189 MW	965,9 Mio. €	Elektrolyse: 4,4 t/h Dampfgasreformierung: 0,1 t/h Thermolyse: 0,05 t/h	147,7 Mio. €
ZV Inter-Franken	Wind (Neubau): 65 MW, PV (Neubau): 17 MW	98,2 Mio. €	Elektrolyse: 0,6 t/h Dampfgasreformierung: 0,2 t/h Thermolyse: 0,03 t/h	30,9 Mio. €

<sup>2</sup> Die in der Region installierten Produktionskapazitäten entsprechen nicht in jedem Fall der erforderlichen Kapazität zur Deckung der regionalen Nachfrage. In Abhängigkeit der verfügbaren Ressourcen und der politischen Entscheidung zur Nutzung dieser Ressourcen, importieren und exportieren die Regionen teilweise signifikante Mengen Wasserstoff zur Deckung der regionalen Nachfrage.

<sup>3</sup> Rechnerische Werte aufgrund einer Annahme einer linearen Kostenskalerung kann zu signifikanten Abweichungen von der Realität bei sehr großen bzw. sehr kleinen Anlagenkapazitäten führen, da weder Skaleneffekte noch Mindestanlagenkapazitäten bzw. diskrete Anlagenkapazitäten berücksichtigt werden.

Tabelle 3: Übersicht zu den Leistungsindikatoren der jeweiligen Basisszenarien

Region	H <sub>2</sub> -Nachfrage	Autarkiegrad	H <sub>2</sub> -Bereitstellungs-kosten	Zahlungs-bereitschaft H <sub>2</sub>	Gewinn vor Steuern
Altenburger Land	11.549 t/a	96,8 %	5,26 €/kg	6,20 €/kg	10,90 Mio. €/a
Bad Bentheim	6.485 t/a	75,9 %	3,85 €/kg	5,91 €/kg	13,44 Mio. €/a
Bendorf	8.066 t/a	93,5 %	2,03 €/kg	4,51 €/kg	26,67 Mio. €/a
Eichstätt	4.583 t/a	89,3 %	2,15 €/kg	5,46 €/kg	20,55 Mio. €/a
Göppingen	21.511 t/a	98,0 %	5,57 €/kg	5,63 €/kg	1,27 Mio. €/a
Kulmbach	5.663 t/a	80 %	2,56 €/kg	6,96 €/kg	30,96 Mio. €/a
München	48.883 t/a	11,4 %	6,16 €/kg	5,16 €/kg	-48,86 Mio. €/a
Neubrandenburg (Stadt)	2.013 t/a	40,6 %	4,57 €/kg	6,08 €/kg	3,09 Mio. €/a
Neubrandenburg (Region)	25.312 t/a	99,1 %	3,83 €/kg	4,81 €/kg	27,78 Mio. €/a
Ostfriesland	30.249 t/a	80,1 %	3,42 €/kg	3,83 €/kg	13,65 Mio. €/a
Perl	314 t/a	74,4 %	5,51 €/kg	7,16 €/kg	0,52 Mio. €/a
Rheinhes-sen-Nahe	22.431 t/a	100 %	4,44 €/kg	4,76 €/kg	7,58 Mio. €/a
Soest	10.282 t/a	68,1 %	3,70 €/kg	3,94 €/kg	1,53 Mio. €/a
Westpfalz	23.073 t/a	78,6 %	4,39 €/kg	5,24 €/kg	19,72 Mio. €/a
Wismar	28.597 t/a	79,9 %	3,69 €/kg	3,69 €/kg	0,25 Mio. €/a
ZV InterFranken	4.240 t/a	66,6 %	5,17 €/kg	6,32 €/kg	5,09 Mio. €/a

Region	Kapital-rendite	Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen	CO <sub>2</sub> -Vermeidungs-kosten	Vermiedene externe Kosten	Direkte regionale Wertschöpfung
Altenburger Land	5,2 %	130.999 t/a	31,88 €/t	26,95 Mio. €/a	21,06 Mio. €/a
Bad Bentheim	9,7 %	73.874 t/a	< 0 €/t	15,16 Mio. €/a	18,44 Mio. €/a
Bendorf	5,9 %	78.620 t/a	< 0 €/t	16,59 Mio. €/a	49,68 Mio. €/a
Eichstätt	5,9 %	43.847 t/a	< 0 €/t	9,52 Mio. €/a	40,21 Mio. €/a
Göppingen	0,2 %	209.093 t/a	106,79 €/t	43,74 Mio. €/a	31,34 Mio. €/a
Kulmbach	6,9 %	67.136 t/a	< 0 €/a	14,45 Mio. €/a	52,54 Mio. €/a
München	-21,8 %	295.336 t/a	351,58 €/t	60,96 Mio. €/a	18,35 Mio. €/a
Neubrandenburg (Stadt)	14,3 %	14.766 t/a	< 0 €/a	3,2 Mio. €/a	4,74 Mio. €/a
Neubrandenburg (Region)	3,2 %	297.546 t/a	14,03 €/t	61,96 Mio. €/a	63,17 Mio. €/a
Ostfriesland	1,9 %	346.733 t/a	68,39 €/t	71,89 Mio. €/a	42,57 Mio. €/a
Perl	50 %	4.047 t/a	< 0 €/a	0,87 Mio. €/a	0,65 Mio. €/a
Rheinhes-sen-Nahe	1,1 %	184.873 t/a	75,41 €/t	39,05 Mio. €/a	37,55 Mio. €/a
Soest	0,7 %	75.257 t/a	108,48 €/t	15,76 Mio. €/a	11,45 Mio. €/a
Westpfalz	3 %	232.551 t/a	33,21 €/t	48,68 Mio. €/a	51,37 Mio. €/a
Wismar	0 %	247.240 t/a	139,32 €/t	50,97 Mio. €/a	26,40 Mio. €/a
ZV InterFranken	6,5 %	48.601 t/a	1,79 €/t	10,39 Mio. €/a	8,66 Mio. €/a

Neben den Berechnungen aus dem H2Scout sind die 15 regionalen Technologiekonzepte weitere Ergebnisse aus dem HyStarter-Prozess. Hier werden, im Gegensatz zum H2Scout, nur die Potenziale und Bedarfe der Wasserstoffprojekte betrachtet, die in den jeweiligen Regionen erarbeitet wurden. Das Technologiekonzept erstellt somit eine Mengen- und Energiebilanz über die Wasserstoff-Projektlandschaft der Region. Die Vorgehensweise zur Erstellung der Technologiekonzepte sah üblicherweise so aus, dass zunächst die Nachfrageseite berechnet wurde. Bei Projekten im Bereich der Mobilität wurden aus den Angaben der Flottenbetreiber, wie viele und welche Art von Fahrzeugen (Busse, Lkw, Abfallsammler, Schiffe, Züge)

sie auf Wasserstoff umstellen wollen und welche täglichen Fahrleistungen diese Fahrzeuge haben werden, die Wasserstoffverbräuche berechnet. Bei Projektideen aus dem stationären Bereich, z. B., wenn eine erdgasbasierte Energieversorgung für Trocknungsöfen auf Wasserstoff umgestellt werden soll, wurde der aktuelle Erdgasverbrauch über die unterschiedlichen Heizwerte kalorisch in einen Wasserstoffbedarf umgerechnet.

Als nächster Schritt erfolgte dann die Berechnung der notwendigen Wasserstoffherstellungskapazität.

In den meisten Regionen und Projekten ist die Wasserstoffherzeugung per Elektrolyse geplant. Daher wurde zunächst das Potential der regionalen Wind- und Photovoltaikanlagen identifiziert, so wie es sich heute und in naher Zukunft darstellt. Um hohe Volllaststunden einer Elektrolyseanlage zu garantieren, wird diese üblicherweise

auf ein Drittel der installierten PV- bzw. auf die Hälfte der WEA-Leistung dimensioniert. Aus diesen Daten (Strompotential/Elektrolyseurgröße) wurde dann das Wasserstoffherzeugungspotential pro Jahr ermittelt. Die Elektrolyseanlage wurde in Abstimmung mit den regionalen Akteuren so dimensioniert, dass sie zumindest den Bedarf der mobilen Anwendungen decken kann, da diese eine zeitnahe Umsetzung erwarten lassen.

Neben der elektrolytischen Wasserstoffherzeugung wurden in den Regionen auch andere Wasserstoffherzeugungspfade aufgezeigt und diskutiert. Beispielsweise wurde in der HyStarter-Region Westpfalz, die über ein beträchtliches Biomassepotential verfügt, zusätzlich die pyrolytische Wasserstoffherzeugung in den Technologiepfad aufgenommen. Andernorts war es zum Beispiel die Plasmalyse von Biogas oder Zentralwasser aus Faultürmen an Kläranlagen. Ein weiteres Augenmerk lag auf der Bildung von Synergien über die geschickte Wahl von Projektstandorten, um z. B.

die Abwärme aus der Elektrolyseanlage für die Gebäudewärmeversorgung zu nutzen.

Für alle infrage kommenden Technologien erhielten die Regionen weiterführende Hinweise wie Lieferantenverzeichnisse, aktuelle Kostenabschätzungen, H<sub>2</sub>-Gestehungskosten, Genehmigungsaspekte u. v. m.

Zusätzlich wurde noch ein Technologieüberblick für die Internetseite der NOW erstellt, der unter diesem Link eingesehen werden kann: Technologieüberblick NOW<sup>4</sup>. Dieser Überblick steht allen Interessierten, auch außerhalb der HyLand-Regionen, zum Download zur Verfügung.

Die angefügte Abbildung 32 zeigt am Beispiel der HyStarter-Region Westpfalz ein typisches Technologiekonzept:

<sup>4</sup> <https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2023/01/Technologieueberblick-Wasserstoff.pdf>

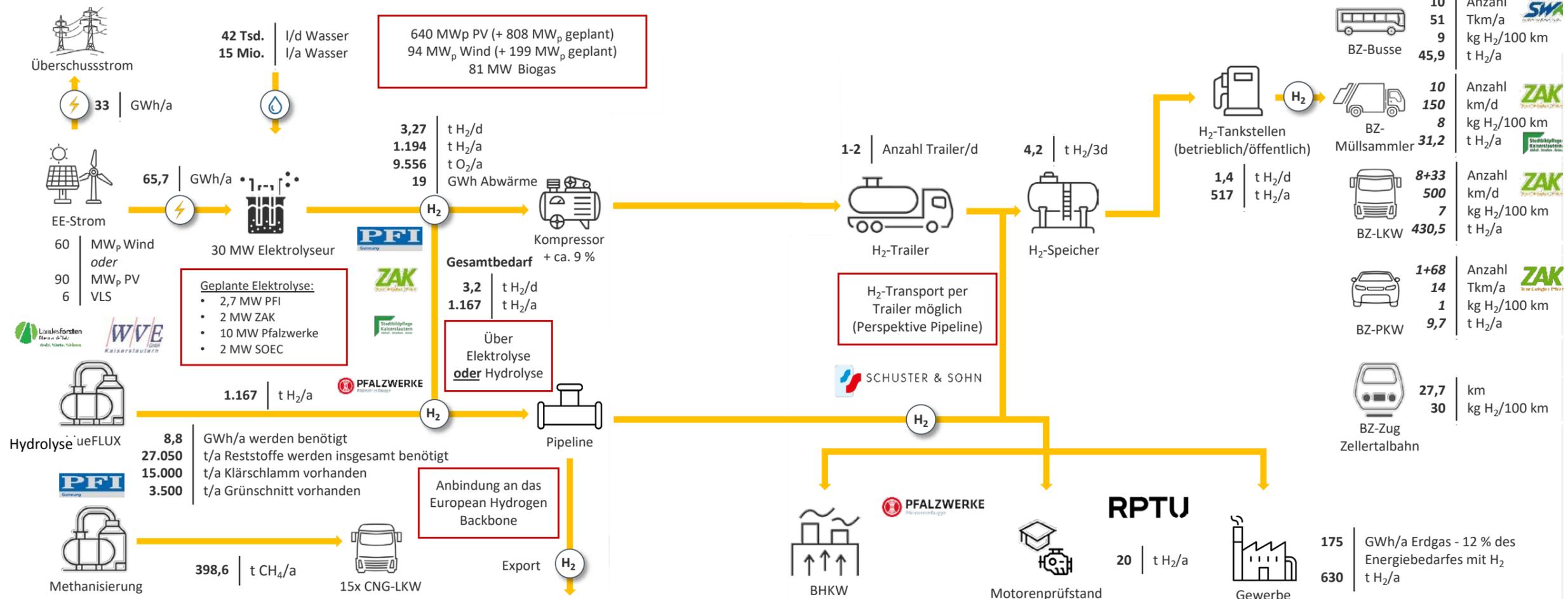


Abbildung 32: Technologiekonzept der HyStarter-Region Westpfalz © BMDV / EE ENERGY ENGINEERS GmbH

## Erfahrungen zu Best-Practices und Lessons Learned

Ein wesentlicher Erkenntnisgewinn aus HyStarter ist, dass die Prozesse zur Initiierung und Entwicklung einer Wasserstoffregion jeweils individuell auf die Ausgangslage, die Bedürfnisse, Ziele und Möglichkeiten der Region abgestimmt und angepasst werden müssen, um Akzeptanz zu finden und zum Erfolg zu führen. Es gibt jedoch Erfahrungswerte, die den Start für interessierte Regionen erleichtern und Orientierung bieten. In den folgenden

Kapiteln werden – aufbauend auf den Erfahrungen von HyStarter und weiteren Projekten – die zentralen, für den Aufbau einer Wasserstoffregion relevanten Schritte näher erläutert und Hinweise zu nützlichen Methoden und frei verwendbaren Tools gegeben:

- Ein koordinierendes Netzwerkmanagement aufsetzen
- Ein regionales Akteursnetzwerk initiieren und etablieren
- Eine gemeinsame Vision entwickeln
- Eine regionale Wasserstoff-Roadmap skizzieren

### Ein koordinierendes Netzwerkmanagement aufsetzen

Die HyStarter-Regionen hatten den Vorteil gegenüber zukünftigen Wasserstoffregionen, dass ihnen durch die Wettbewerbsförderung HyStarter des BMDV von Beginn an ein professionelles Netzwerkmanagement an die Hand gegeben wurde, das sie bedarfsorientiert durch die im folgenden beschriebenen Prozesse begleitete. In der Regel bestand dieses Netzwerkmanagement aus Initiatoren, die im Namen ihrer Region den Wettbewerbsbeitrag eingereicht hatten, sowie aus Beratungsunternehmen, die den Initiatoren durch das HyStarter-Projekt zugewiesen wurden.

#### Ziele des Netzwerkmanagements

Das Netzwerkmanagement dient der Strukturierung und Lenkung der regionalen Wasserstoffaktivitäten, um Potentiale zu erschließen, Synergien frühzeitig zu erkennen, und Akteure zwecks gemeinsamer Projektplanung und -umsetzung miteinander in Kontakt zu bringen. Darüber hinaus soll es Wissen für die Netzwerkpartner erschließen und verfügbar machen (dokumentieren). Ziel des Netzwerkmanagements ist es dabei, die regionalen Akteure „vom Wollen ins Machen“ zu bringen (siehe Abb. 33):

- Das „Wollen“ definiert sich über den regionalen Kontext (Ausgangslage, vorhandene Energieinfrastrukturen, Änderungs- bzw. Handlungsdruck, eigene Handlungs- und Gestaltungsmöglichkeiten sowie Interessen der beteiligten und betroffenen Akteure), wird aber auch beeinflusst durch den jeweiligen Wissensstand um die technische und wirtschaftliche Machbarkeit und Existenz alternativer Technologielösungen. Die Rolle des Netzwerkmanagement ist es, gemein-

sam mit den Netzwerkpartnern ein Zielbild zu entwickeln, das mehr ist als der kleinste gemeinsame Nenner des Wollens jedes Einzelnen. Es gilt die Potentiale der Wasserstofftechnologien für die regionalen Akteure zu erschließen und dabei mutig zu sein und Neuland zu betreten.

- Nicht alles, was gewollt wird, ist auch erlaubt oder machbar. Der Realitätscheck erfolgt durch das „Dürfen“ und das „Können“, die wie bei einer Sanduhr eine Engstelle bilden und die Realisierung der Ideen verzögern oder komplett unterbinden können. Die Rolle des Netzwerkmanagement ist hierbei, diese Engstelle durch Anpassung der Umsetzungsstrategie bzw. des Projektumfelds zu weiten und Hindernisse zu beseitigen. Hindernisse können dabei rechtlicher oder regulativer Art sein (etwas ist nicht erlaubt oder wird möglichen Alternativen gegenüber schlechter gestellt), die Technologien betreffen (eingeschränkte Marktverfügbarkeit von Produkten und Service, hohe Kosten, geringere Technologiereife oder eingeschränkte Einsatzbereitschaft), oder auch in den Fähigkeiten des Netzwerks selbst liegen, Dinge zu verändern (vorhandene personelle, zeitliche und finanzielle Ressourcen).

Eine vorausschauende Steuerung der Prozesse behält die Hindernisse im Blick, fokussiert jedoch auf die Stärken des Netzwerks und seiner Ideen. Ein unterstützendes Netzwerkmanagement ermutigt die Teilnehmer\*innen, neu zu denken und etablierte Strukturen und Prozesse zu hinterfragen. Dabei lässt es ausreichend Raum für Diskussionen und verfolgt eine offene Fehlerkultur.

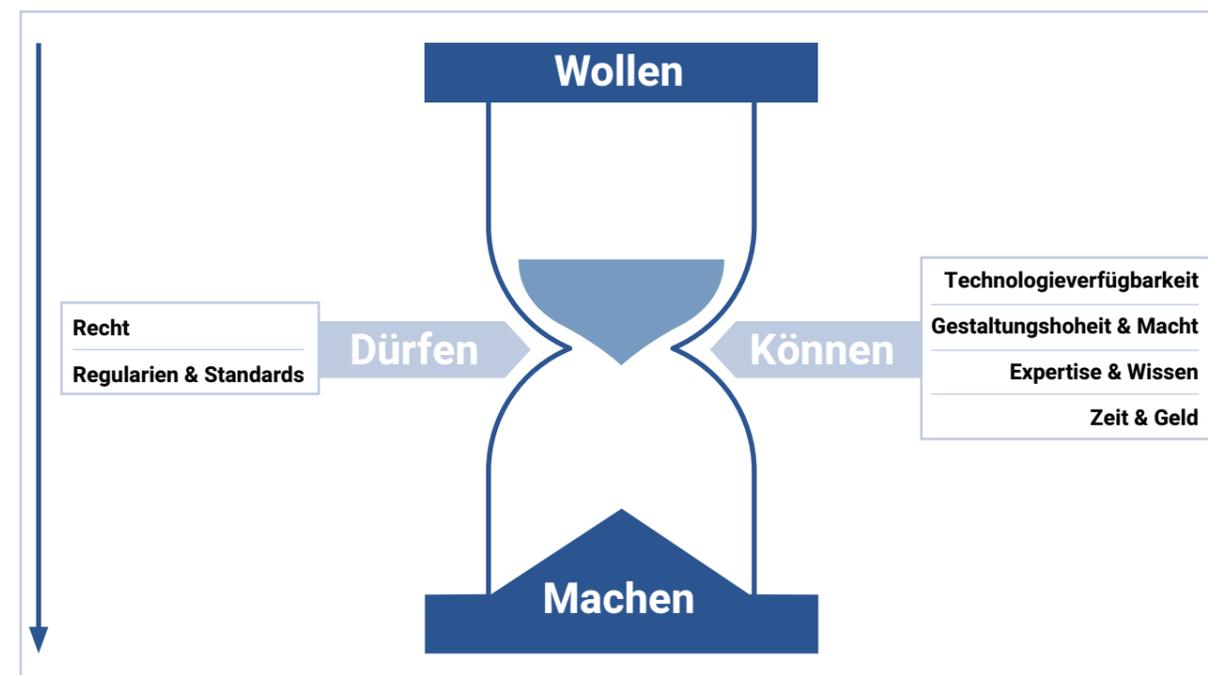


Abbildung 33: „Vom Wollen ins Machen kommen“ © BMDV/Spilett n/t

#### Die Unterstützungsbedarfe der Netzwerke verstehen und adressieren

Die Arbeit mit den Regionen hat gezeigt, dass unterschiedlichste Unterstützungsbedarfe in den Netzwerken und bei den beteiligten Netzwerkpartnern existieren. Während einige sich bereits in der Umsetzung von Wasserstoffprojekten befinden, müssen andere erst einmal eine eigene Positionierung entwickeln. Manche Regionen verfügen bereits über umfangreiche Erfahrungen, wie Energiewende erfolgreich im Alltag gestaltet werden kann, andere haben hier noch keine Berührungspunkte. Allen Akteuren gemein ist jedoch, dass sie

- die für die Region „richtigen Dinge“ tun wollen und
- diese Dinge „richtig tun“ möchten.

**Zu Ersterem, die „richtigen Dinge“ zu erkennen,** bedarf es eines Selbstvertrauens nach Innen und einer Glaubwürdigkeit nach Außen. Man muss also zum einen sich und die Netzwerkpartner selbst, aber auch potenzielle Kritiker und Skeptiker außerhalb des Netzwerks von der Richtigkeit des Zielbilds und des gewählten Vorgehens überzeugen. Es ist also Ziel des Netzwerkmanagements, dieses Selbstvertrauen zu schaffen, indem die erforderlichen Informationen eingeholt und auch kritische Diskussionen zugelassen werden. Die Glaubwürdigkeit nach Außen kann durch Hinzuziehen von Expert\*innen oder Beispielen aus anderen Projekten und Regionen unterstützt werden.

**Die Dinge „richtig tun“** ist ungleich schwieriger, da noch keine Blaupausen für den Aufbau von Wasserstoffregionen existieren, auf die zurückgegriffen werden kann. Auch wenn Experten und Erfahrungen anderer Regionen erste Hinweise geben können, wie in anderen Projekten und Regionen vorgegangen wurde, so stellt dies noch keine Erfolgsgarantie dar. In erster Linie sollte auf die vorhandene Expertise und Erfahrungen der Netzwerkpartner vertraut werden, die ihre Regionen und ihre jeweiligen Unternehmen und Branchen, sowie die betroffenen Strukturen, Prozesse und Menschen am besten kennen und in der Regel gut einschätzen können, was möglich ist. Es gibt jedoch einige allgemeine Grundregeln, die zur Sicherstellung des Projekterfolgs bzw. der Akzeptanz der entwickelten Ideen und Handlungsfelder berücksichtigt werden sollten:

- Das Zielbild klar und transparent kommunizieren.
- Bei Änderungen in vorhandenen Infrastrukturen und Prozessen die jeweiligen „Windows of Opportunity“ identifizieren und nutzen (zum Beispiel die Zeitpunkte, zu denen Re-Investitionen anstehen oder Änderungen aufgrund von regulativen Rahmenbedingungen erforderlich sind).
- Ein Risikomanagement etablieren und die Auswahl der Projektstandorte, die Projektskalierung, die Geschwindigkeit des Hochlaufs und die Vernetzung von Projekten daran ausrichten.
- Alle beteiligten und betroffenen Akteure frühzeitig informieren und wenn möglich in die Entscheidungsfindung einbeziehen.

Darüber hinaus ist eine wichtige Aufgabe des Netzwerkmanagements, **Orientierung durch Priorisierung** zu geben. Oft gibt es zu viele Themen, zu viele Informationen und vermeintlich wichtige Dinge zu tun, die von den wesentlichen Aufgaben ablenken und im ungünstigsten Fall die Arbeitsprozesse entschleunigen oder blockieren. Darüber hinaus ist es wichtig, die „blinden Flecken“ in den geführten Diskussionen des Netzwerks zu entdecken und sichtbar zu machen. Gerade wenn das Verständnis zum Thema noch unvollständig ist, besteht die Gefahr, dass wichtige Fragen nicht gestellt werden und implizit vorhandenes Wissen ungenutzt bleibt.

Je nach personellen Kapazitäten und vorhandener Expertise der mit dem regionalen Netzwerkmanagement betrauten Akteure kann eine **externe Unterstützung zur strategischen und/oder operativen Begleitung** der Netzwerkaktivitäten sinnvoll sein. Insbesondere, wenn nur geringe oder keine Kenntnisse im Bereich Wasserstoff vorliegen, sollte diese externe Unterstützung bereits bei der Auswahl des Akteursnetzwerks und der Vorbereitung bzw. Durchführung des ersten Treffens in Anspruch genommen werden. Auch kann es sich als hilfreich erweisen, fachliche Diskussionen mithilfe von externer Unterstützung vor- und nachzubereiten, um sicherzustellen, dass die Ziele erreicht und alle Perspektiven und Argumente aufgegriffen (und im Kontext bzw. der Relevanz für den weiteren Verlauf verstanden) werden.

#### Den offenen Austausch fördern

Dem Netzwerkmanagement obliegt die Aufgabe, den regelmäßigen und offenen Austausch zwischen den Akteuren durch geeignete Formate zu fördern und zu unterstützen. Dieser sollte durch persönliche Treffen des gesamten Netzwerks oder von thematischen Arbeitsgruppen erfolgen, ergänzt um virtuelle Treffen zur Weiterbildung in speziellen Themenbereichen oder Abstimmung von operativen Fragestellungen. Es hat sich nicht bewährt, Entscheidungsfindungsprozesse oder strategische Diskussionen in virtuellen Treffen zu realisieren, in denen eine eher passive Haltung der Teilnehmer zu beobachten ist. Persönliche Treffen sollten insbesondere zu Anfang der Netzwerkphase im Vordergrund stehen, wenn sich die Akteure noch nicht oder noch nicht gut kennen. Diese Treffen dienen dem gegenseitigen Kennenlernen und der Vertrauensbildung, die eine unabdingbare Voraussetzung für offene Diskussionen und den späteren Erfolg des Netzwerks sind.

Um die Netzwerkarbeit auch jenseits der Netzwerktreffen zu ermöglichen und zu fördern, sollten Kontaktdaten der Netzwerkteilnehmer\*innen datenschutzrechtlich konform bereitgestellt werden. Hierbei ist es hilfreich, die Liste der Kontakte mit zusätzlichen Informationen zu versehen, wie z. B. Rolle im Netzwerk oder Expertise.

Alle Treffen sind durch das Netzwerkmanagement methodisch, inhaltlich und organisatorisch vorzubereiten und durchzuführen, sowie nachbereitend zu dokumentieren. Die Durchführung der Treffen erfolgt auf Basis der vereinbarten Grundlagen der Zusammenarbeit, für deren Einhaltung das Netzwerkmanagement sorgt. Die Art der Dokumentation richtet sich nach den Bedürfnissen der Netzwerkteilnehmer\*innen, wobei sich gezeigt hat, dass Ergebnisprotokolle in Ergänzung der Sitzungspräsentationen bevorzugt werden. Zu beachten ist dabei, dass auch nicht anwesende oder später zum Netzwerk hinzustoßende Teilnehmer\*innen die wichtigsten Informationen und Entscheidungen in den jeweiligen Arbeitstreffen auf Basis dieser Dokumentation nachvollziehen können. Ruhephasen zwischen Arbeitstreffen, insbesondere Stillstandszeiten in den Sommerferien oder über Weihnachten und dem Jahreswechsel, sollten vom Netzwerkmanagement genutzt werden, um inhaltlich weiterzuarbeiten und die Zeiten der Verfügbarkeiten der Netzwerkteilnehmer\*innen optimal zu nutzen.

#### Wissen erschließen und verfügbar machen

Eine weitere wichtige Aufgabe des Netzwerkmanagements ist die Erschließung und Bereitstellung von Wissen und das Schließen von Wissenslücken. Insbesondere zu Beginn des Projektes ist es sehr wichtig, die unterschiedlichen Wissensstände anzugleichen, damit sich alle Teilnehmer\*innen abgeholt fühlen und niemand vergessen wird. Durch eine geschickte Planung und Durchführung der ersten Treffen kann dafür gesorgt werden, dass sich alle an den Diskussionen beteiligen können. Es hat sich gezeigt, dass in allen Akteurskreisen der betreuten HyStarter-Regionen ein hohes Potenzial an Expertise und zum Teil auch an Erfahrungen aus laufenden oder abgeschlossenen Projekten und Arbeiten zum Thema Brennstoffzelle und Wasserstoff existiert. Über detaillierte Kenntnisse und Grundlagen zu den Technologien der Wasserstoffherzeugung und -nutzung verfügen unter anderem Hochschulen und Forschungsinstitute. Dieses implizierte Wissen sollte über Vorträge und Präsentatio-

nen in den Akteurskreis eingebracht, diskutiert und dokumentiert werden. Auf ähnliche Weise kann explizites Wissen von externen Expert\*innen zu speziellen Themen in den Akteurskreis getragen werden. Fachdiskussionen zu diesen Bereichen werden idealerweise in separaten Treffen oder Arbeitsgruppen eingebettet. Bei der Vermittlung von Know-how und möglichen Diskussionen ist die Ergebnisdokumentation von besonderer Bedeutung. Es ist wichtig, dass diese so aufgebaut ist, dass auch Mitglieder des Akteurskreis, die an einem Treffen nicht teilnehmen konnten, die Vorträge gut nachvollziehen und verstehen können. Die Nutzung einer gemeinsamen Cloud zur virtuellen Ablage und Speicherung von Vorträgen, Präsentationen und Protokollen hat sich dafür als sehr sinnvoll erwiesen.

#### Tools und weiterführende Links

Zur organisatorischen Begleitung und Unterstützung des Netzwerkmanagements hat sich die Einrichtung einer regionalen Netzwerkstelle bewährt. Hier laufen die Fäden des Netzwerkmanagements zusammen. Die Netzwerkstelle behält die Übersicht über alle Aktivitäten, koordiniert Termine und Absprachen organisatorischer Art und organisiert die

Dokumentation der Treffen und Veranstaltungen des Akteurskreises.

Zur Finanzierung einer regionalen Netzwerkstelle kann unter anderem auf folgende Förderrichtlinien zurückgegriffen werden:

- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, Kommunalrichtlinie, unter <https://www.klimaschutz.de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie/aufbau-und-betrieb-kommunaler-netzwerke>
- Best Practices zum Aufbau und Betrieb von Klimaschutznetzwerken, unter Initiative Energieeffizienz- und Klimaschutznetzwerke, <https://www.oeffizienznetzwerke.org>

Neben der konzeptionellen und inhaltlichen Vorbereitung spielt die organisatorische Vorbereitung der Treffen für den Erfolg der Arbeit und die Zufriedenheit der Teilnehmer\*innen eine entscheidende Rolle. Verwiesen wird hier auf die richtige Auswahl der Räumlichkeiten, der Bestuhlung, dem Wechsel von Arbeits- und Pausenzeiten sowie eines angemessenen Caterings.



## Ein regionales Akteursnetzwerk initiieren und etablieren

### Die Auswahl der Akteure

Für den Aufbau eines handlungsfähigen Akteurskreises sind Personen erforderlich, die Motivation, Handlungsdruck und/ oder Gestaltungshoheit mitbringen. Dieser Kreis bildet das Arbeitsgremium und repräsentiert die an den Themen Wasserstoff und Brennstoffzelle interessierten Unternehmen und Organisationen in der Region<sup>5</sup>.

Folgende Personen bereichern das Netzwerk:

- **Die, die wollen** (MOTIVATION UND ENGAGEMENT mitbringen) – die Handlungsakzeptanz ist hierbei wichtiger als Einstellungsakzeptanz.
- **Die, die müssen** (VERÄNDERUNG umsetzen oder ihr entgegensteht) – unabhängig vom (aktuellen) Akzeptanzstatus.
- **Die, die können** (ENTSCHEIDUNGEN treffen und tragen) – jetzt oder in Zukunft.

Eine positive Einstellungsakzeptanz der Technologie gegenüber kombiniert mit dem Interesse und dem Willen etwas umzusetzen (Handlungsakzeptanz) sind zentrale Voraussetzungen für ein erfolgreiches Netzwerk. Das erforderliche Wissen, das zum Handeln befähigen soll, kann im Rahmen des weiteren Prozesses ergänzt und aufgebaut werden. Vorwissen zur Wasserstofftechnologie oder der Energiewende ist daher für eine aktive Beteiligung am Netzwerk nicht unbedingt erforderlich. Die unterschiedlichen Wissensstände müssen aber in der Konzeptionierung der Netzwerktreffen aufgegriffen werden, um eine Balance zwischen dem „Abholen von fachlichen Laien“ und Detaildiskussionen von Expert\*innen zu finden und sehr spezifische Fragestellungen und Diskussionen in Arbeitskreise außerhalb der Dialoge zu verlagern. In diesem Zusammenhang ist es auch wichtig zu verstehen, dass die Wasserstoffexpertise nur einen kleinen Ausschnitt des für die Etablierung einer Wasserstoffregion erforderlichen Wissens darstellt und durch regionales bzw. prozessuales Wissen („Wie werden Veränderungen in der Region angestoßen und erfolgreich umgesetzt?“) ergänzt werden muss.

Alle Teilnehmer\*innen des Netzwerkes sollten gewillt sein, verschiedene Perspektiven einzunehmen und kontinuierlich am Netzwerk teilzunehmen – die personelle

<sup>5</sup> Eine Region muss nicht unbedingt einem Landkreis oder einer Gemeinde entsprechen. Es können auch kommunale Zusammenschlüsse aus mehreren Gemeinden oder Landkreisen als Projektinitiatoren auftreten („Energierregion“)

Konsistenz der Gruppe ist dabei wichtiger als die Unternehmensvertretung, um zu vermeiden, dass Diskussionen doppelt bzw. neu geführt werden müssen, sobald sich die Gruppenzusammensetzung ändert. Dies erfordert nicht nur die Bereitschaft und die Möglichkeit der Teilnehmenden, an den regelmäßigen Netzwerktreffen (online oder in persona) teilzunehmen, sondern auch in Vor- oder Nachbereitung der Treffen für Rückfragen bzw. bilaterale Gespräche zur Verfügung zu stehen. Auch wenn jedes Netzwerk unterschiedlich intensiv arbeitet und es jederzeit möglich ist, die eigene Arbeitszeit im Netzwerk temporär herunterzufahren, so sollten über das Jahr gerechnet je Teilnehmenden mindestens 12 bis 18 Arbeitstage eingerechnet werden.

Bei der Auswahl der Teilnehmer\*innen ist neben der zeitlichen Verfügbarkeit auch die Bereitschaft wichtig, in Diskussionen unterschiedliche Positionen einnehmen zu können und zu wollen:

1. die **Perspektive des jeweiligen Unternehmens oder Organisation** und die damit verbundenen Interessen und Ziele,
2. die **stellvertretende Perspektive der Branche bzw. von Akteuren anderer Unternehmen bzw. Organisationen in ähnlicher Funktion**, um zum einen die Netzwerkgröße arbeitsfähig zu halten und zum anderen sicherzustellen, dass die entwickelten Ideen über die Projektlandschaft hinaus in die Region strahlen können und Blaupausen für weitere Unternehmen der Branche geschaffen werden,
3. die **individuelle Perspektive**, um die Expertise, Erfahrungen und Stärken jeder Einzelnen dem Netzwerk verfügbar zu machen.

Mit der Auswahl des Akteurskreises wird ein Schwerpunkt bzw. die Richtung des Netzwerkes vorgegeben, der auch genutzt werden kann, um zum Beispiel auf den eigenen Handlungsdruck einzuzahlen oder politische Vorgaben umzusetzen. Die Ansprache der regionalen Akteure erfolgt idealerweise durch das Netzwerkmanagement über persönliche Kontakte und Netzwerke oder auch Teilnahmeaufrufe. Die Teilnehmer\*innen können auch über bestehende Gremien gewonnen werden oder das Thema der Wasserstoffwirtschaft wird in bestehenden Netzwerken bereits gewonnener Teilnehmer\*innen platziert.

Es bietet sich an, folgende Unternehmen, Organisationen und Einrichtungen als potenzielle Akteure anzusprechen:

Zukünftige Rolle in der Wasserstoffregion	Akteursgruppe	Motivationsgründe und Rolle im Netzwerk
	Kommunale Verwaltungen	Häufig Initiatoren / Koordinatoren von regionalen Wasserstoffnetzwerken, Wissen für (anstehende) Genehmigungen, Überblick über Entwicklungen in der Region
Potenzielle Abnehmer (Mobilität)	Flottenbetreiber des regionalen ÖPNV und von kommunalen Fahrzeugen (z. B. Abfallsammelfahrzeuge, Sonderfahrzeuge vom Bauhof, u. ä.) Betreiber von Lkw-Flotten (Speditionen und andere Transportdienstleister)	Handlungsdruck aufgrund der gesetzlichen Vorgaben des SaubFahrzeugBeschG <sup>6</sup> oder durch Entscheidungen der Kommunalpolitik
Potenzielle Abnehmer (Industrie)	Regionale Unternehmen mit (energieintensiven) Produktionsanlagen	Interesse an Versorgungssicherheit, stabilen Energiepreisen und perspektivischer Wirtschaftlichkeit bei steigenden Preisen für CO <sub>2</sub> -Emissionen fossiler Energieträger sowie an einem positiven Umweltimage (CO <sub>2</sub> -Bilanz).
Potenzielle Abnehmer (Industrie)	Regionale Unternehmen des mittelständischen Gewerbes und des Handwerks	Interesse an regionaler Wertschöpfung und Kosteneinsparoptionen sowie der Zusammenarbeit mit regionalen Bildungseinrichtungen für die Aus- und Weiterbildung bzw. Qualifizierung ihres Personals. Ebenso an Kosteneinsparoptionen bei steigenden Preisen für CO <sub>2</sub> -Emissionen, an einem positiven Umweltimage (CO <sub>2</sub> -Bilanz), an Preisstabilität und Versorgungssicherheit.
Potenzielle Abnehmer (Wärme)	Energieversorgungsunternehmen und Netzbetreiber (Stadtwerke)	Gesteigertes Interesse an der Transformation des regionalen Energiesystems, die sie mitgestalten möchten. Handlungsdruck aufgrund rechtlicher Vorgaben durch die kommunale Wärmeplanung und gesteigertes Interesse ihrer Kunden nach erneuerbarer Energie und Dienstleistungen.
Erzeugung	Betreiber von regionalen Windenergie-, (Freiflächen-) Photovoltaik- und Biogasanlagen sowie Landwirte	Großes Interesse an der regionalen Vermarktung ihrer (abgeregelten) Energiemengen und Flächennutzung für EE-Ausbau
F & E sowie Begleitung	Regional ansässige Hochschulen und weitere, lokale Forschungs- und Bildungseinrichtungen	Forschungsinteresse, Ermittlung des Status Quo, Expertise vor Ort, laufende Projekte, Prüfung von Projektideen und Begleitung bei Konzeptionierung und Umsetzung, Inputgeber für die Grundlagen der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien
Multiplikator	Regionale Industrie- und Handelskammern und Handwerkskammern, Wirtschaftsförderung u. a.	Multiplikatoren, stärkere Implementierung von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien in die Ausbildungen, Kooperationen mit Bildungseinrichtungen

<sup>6</sup> Nationale Umsetzung der europäischen Richtlinie Clean Vehicles Directive CVD, nach der die Betreiber von öffentlichen Fahrzeugflotte einen gesetzlich festgelegten Anteil ihrer Flotte bis zu einem gesetzlich festgelegten Zeitpunkt klimaneutral betreiben müssen.

### Grundlagen der Zusammenarbeit

Im Vorfeld des ersten Treffens sollte das Netzwerkmanagement eine Diskussionsgrundlage erarbeiten, um folgende Themen mit den Akteuren zu diskutieren und einvernehmlich zu klären:

- **Erwartungsmanagement:** Einheitliches Verständnis zu Aufgaben und Zielen des Netzwerkes (Beitrag der Netzwerkarbeit zur Entwicklung der Wasserstoffregion).
- **Vertraulichkeit:** Erforderliche Regeln der Zusammenarbeit und ggfs. Vertraulichkeitsvereinbarungen definieren, um einen offenen Diskussionsraum zu schaffen.
- **Compliance:** Sollte die Zusammensetzung des Akteursnetzwerks Compliance-Vereinbarungen erforderlich machen, so sind entsprechende Vorkehrungen zu treffen.
- **Vergaberecht:** In der Regel befinden sich im Netzwerk Unternehmen, die in zukünftigen Vergabeverfahren wieder aufeinandertreffen können. Für diesen Fall muss sichergestellt werden, dass keine vergaberechtlich relevanten Informationen im Netzwerk ausgetauscht werden, von denen potenzielle (zukünftigen) Bieter betroffen sind. Es bietet sich an, die im Rahmen des Netzwerkes diskutierten Inhalte bzw. geteilten Informationen im Rahmen der öffentlich geplanten Vergabe allen Bietern zur Verfügung zu stellen, um Chancengleichheit zu wahren.
- **Rollen und Verantwortlichkeiten:** Jede und jeder Teilnehmer\*in sollte die eigene Rolle im Netzwerk kennen und einnehmen, sowie Verantwortung in der Zusammenarbeit im Netzwerk übernehmen. Ggf. kann sich eine klar definierte Rolle auch erst im Verlauf der Zusammenarbeit herauskristallisieren. Darüber hinaus kann jede und jeder Teilnehmer\*in in das Spannungsverhältnis der eigenen Perspektive als Individualperson, Unternehmens- oder Branchenperspektive geraten und jeweils unterschiedliche Stellungen beziehen.
- **Arbeitsstrukturen und Formate der Zusammenarbeit:** Zeitliche Umfänge und Regelmäßigkeiten der Treffen sowie deren Inhalte müssen gut strukturiert und vorbereitet werden, um die Zeit der Teilnehmenden nicht unnötig zu beanspruchen. Die Teilnehmer\*innen übernehmen die Arbeit meist zusätzlich zu ihren anderen Aufgaben im Unternehmen, so dass der Nutzen für sie gegeben sein muss. Die Treffen sollten ausreichend Zeit für Diskussionen und gemeinsame Arbeitsprozesse haben und zur Entscheidungsfindung beitragen. Die Informationen und Wissensvermittlung muss immer als Input für eine Diskussion bzw. weitere Arbeit auf-

bereitet werden. Eine reine Informationsweitergabe kann über Cloudlösungen oder in separaten Informationsterminen erfolgen. Sollte es einen Schwund an Teilnehmer\*innen geben, muss nachgefasst werden, um die Personen wieder in das Netzwerk einzugliedern. Eine kompetente Moderation der Arbeitsprozesse ist erforderlich, um Vertrauen und Glaubwürdigkeit bei den Teilnehmer\*innen zu erlangen.

- **Personelle Konsistenz:** Sollte ein Wechsel in der Vertretung eines Unternehmens / Organisation erfolgen, muss diese Person im Vorfeld inhaltlich abgeholt werden, um den Prozess nicht für alle zu verzögern bzw. zu wiederholen und die Ressourcen aller Netzwerkmitglieder zu schonen.

### Das erste Treffen

Das erste Treffen bildet den Auftakt der Netzwerkarbeit und dient der Konstituierung des Akteurskreises. Hier stellen sich die teilnehmenden Unternehmen, Organisationen und Einrichtungen vor und erläutern ihre Motivation sowie ihre Ziele im Projekt. Das Netzwerkmanagement erläutert die vorbereiteten „Grundlagen der Zusammenarbeit“ und klärt die strittigen Punkte. Die Ziele und der geplante Ablauf des Projektes werden dargestellt und diskutiert. Im Ergebnis dieses Treffens sollte neben einer Übereinkunft zur Zusammenarbeit ein gemeinsam abgestimmter Arbeitsplan für die Projektlaufzeit, wenn möglich mit priorisierten Inhalten, konkreten Meilensteinen und Dokumenten, vorliegen. Neben den inhaltlichen Arbeiten sollte beim ersten, wie auch den folgenden Treffen genügend Zeit zum Austausch der Teilnehmer\*innen untereinander gegeben sein.

Das erste Treffen sollte seitens des Netzwerkmanagements sehr gut vorbereitet und strukturiert werden, um die Teilnehmer\*innen für die weiteren Treffen und die Zusammenarbeit zu motivieren. Die Teilnahme oder ein Grußwort einer politischen Repräsentant\*in der Region (Landrätin, (Ober-)Bürgermeisterin, o.ä.) wertet das Treffen auf und unterstreicht die Wichtigkeit des Themas und die Bedeutung der Mitarbeit.

### Tool, Methoden und weiterführende Links

**Vorstellungsrunde (erstes Treffen):** Um ausufernde Selbstvorstellungen zu vermeiden, sollte die Vorstellungsrunde klar strukturiert sein und moderiert werden. Dazu bieten sich unterschiedliche Methoden an. In einigen HyStarter-Regionen hat sich die „Streichholzmethode“ bewährt: Die Brenndauer des Streichholzes limitiert die jeweilige Redezeit der Teilnehmer\*in, in der sie sich vorstellt

und in wenigen Sätzen ihre für das Netzwerk relevante Expertise und Erfahrungen sowie ihre Erwartungen an das Netzwerk und die Zusammenarbeit benennt.

### Allgemeine Einführung ins Thema (erstes Treffen):

Idealerweise erfolgt die thematische Einführung durch einen Netzwerkpartner mit Erfahrung bzw. Expertise im Bereich von Wasserstofftechnologien, Energiewende und/oder Änderungsprozessen in Gesellschaft und Organisationen. Der Einsatz von externen Referent\*innen kann dann zielführend sein, wenn im Netzwerk keine Expertise vorhanden ist. In diesem Fall muss klar kommuniziert werden, unter welchen Bedingungen und in welchem Umfang die externe Referent\*in für Fragen im Nachgang zum ersten Treffen zur Verfügung steht.

Folgende Links können bei der Planung der Treffen unterstützen:

- **Allgemeines:** <https://www.business-wissen.de/hb/meeting-vorbereiten-agenda-teilnehmer-ablaufplan/>
- **Allgemeines für größere Gruppen:** <https://organisationsberatung.net/thema/grossgruppenmethoden/>
- **Für die Auswahl eines Formates:** <https://organisationsberatung.net/methoden-fuer-interaktive-konferenzen-seminare-workshops/>
- **Für virtuelle Warm-ups:** <https://www.metaundbeta.com/blog/warm-ups-online/>
- **Für Vorstellungsrunden:** <https://methodium.de/mk/aktionsform-vorstellungsrunden.html>



## Eine gemeinsame Vision entwickeln

Zu Beginn der Netzwerkarbeit steht die Erarbeitung einer gemeinsamen Vision für ein zu definierendes Zieljahr. Diese Vision bildet die Basis für alle Diskussionen und Aktivitäten des Netzwerks und ist einer kontinuierlichen Validierung, Anpassung und Detaillierung im Laufe der Netzwerkarbeit unterworfen. Während die Vision zu Beginn noch eher als rudimentäre Zielrichtung zu verstehen ist, konkretisiert und verfeinert sie sich mit der Zeit zu einem Zielbild, das auch weitere Handlungsbereiche jenseits der Wasserstoffwirtschaft beinhalten kann. Die Erfahrungen der HyStarter-Regionen zeigen, dass die Vision nicht nur thematisch angepasst und verfeinert wird, sondern bei Bedarf auch geographisch erweitert werden kann (in „Energierregion“ statt in Gebietskörperschaft denken).

### Ausgangslage verstehen

Die Diskussionen und Aktivitäten zum Aufbau einer regionalen Wasserstoffwirtschaft beginnen nicht auf der grünen Wiese, sondern bauen auf dem jeweiligen regionalen Kontext - den vorhandenen Strukturen, Prozessen und Akteuren - auf. Um die Ausgangslage zu verstehen, sollten regionalen Strukturdaten erhoben und interpretiert werden, politische Beschlüsse und Ziele bekannt sein sowie die Interessen, Erfahrungen, Aktivitäten und der Handlungsdruck der regionalen Akteure (regionale Expertise) verstanden und berücksichtigt werden. Ein wesentlicher Bestandteil dieses Arbeitsschritts ist es, bereits vorhandene Projekte und Projektideen zu identifizieren, da diese wichtige Hinweise auf vorhandene Interessen der im Netzwerk beteiligten oder auch mit den Netzwerkakteuren konkurrierenden Unternehmungen geben.

Um die **Interessen, Handlungsmöglichkeiten und -grenzen der Netzwerkpartner** frühzeitig zu erkennen und von Beginn an in die Netzwerkarbeit zu integrieren, bieten sich zu Beginn des Netzwerkaufbaus vertiefende Interviews mit den beteiligten Akteuren an. Das Gespräch sollte neben Informationen zu den allgemeinen Unternehmens- bzw. Organisationsdaten insbesondere folgende Fragen umfassen:

- Gründe für das Interesse an den Themen Wasserstoff und Brennstoffzelle
- Erfahrungen mit Brennstoffzellen- oder Wasserstofftechnologien
- Erwartungen an die zu etablierende Wasserstoffregion (Ziele, Chancen und Risiken, Rolle des eigenen Unternehmens/der eigenen Organisation, Faktoren für eine erfolgreiche Initiierung, „rote Linien“)

- Erwartungen an das Wasserstoffnetzwerk (Mehrwert, Arbeitsweise, eigene Rolle und Beteiligung)
- Identifizierung vorhandener Projektideen und bereits realisierter Projekte im Bereich Wasserstoff

Die **Dokumentation von Projektideen und bereits realisierten Projekten** ist ein wichtiger Schritt, um auf dieser Grundlage Wasserstoff-Regionalcluster zu bilden, in denen die Wasserstoffherzeugung und die Wasserstoffanwendung räumlich eng zusammen liegen und damit die Effizienz und die Wirtschaftlichkeit der Anlagen deutlich erhöhen können. Zudem kann eine Priorisierung und Auswahl von Initialprojekten erfolgen.

### Initialprojekte identifizieren und vernetzen

In den Regionen trifft man oft auf erste Projektideen, Projektplanungen oder sogar bestehende/laufende Projekte. Ziel dieses Schrittes ist es, bestehende Projekte zu dokumentieren und bestehende Planungen der Akteure oder Ideen zusammenzutragen und gegenseitig Kenntnis darüber zu erlangen und sich bei Bedarf zu vernetzen. Dazu bietet sich eine Visualisierung dieser Projekte an, beispielsweise in Form einer Karte, die im Verlauf ergänzt werden kann. Um alle Akteure zu aktivieren und ihre Ideen einzubringen ist es zweckmäßig, diese in vorbereiteten „Steckbriefen“ zu erfassen und folgende Punkte zu erheben:

- Eine kurze Beschreibung der Idee mit Hinweisen auf die Ausgangslage und Motivation sowie die Ziele des Ideeninitiators.
- Die regionalen Herausforderungen (Welche Probleme könnte die Umsetzung der Idee in der Region aufwerfen?)
- Mögliche Lösungsansätze (Wie könnten diese Probleme gelöst werden?)
- Beschreibung des externen Unterstützungsbedarfs (Unterstützung eines Planungsbüros, politische/kommunikative Unterstützung, Technologieverfügbarkeit, etc.)
- Erläuterungen zur Umsetzungsstrategie (u. a. Erklärung anhand des Technologiekonzeptes, Fördermittelakquise, Finanzierung und Betrieb)
- Beschreibung der anstehenden Aktivitäten und der entsprechenden Verantwortlichkeiten (Wer macht was mit wem? Wer wird noch benötigt?)
- Zeitplanung (Kurzbeschreibung der Aktivitäten in abgestimmten Zeitfenstern nach Projektende)
- Geplante (und notwendige) Vernetzung mit anderen Projektideen aus der Region

Eine anschließende Präsentation und Reflektion der Projektideen im Akteurskreis sind eine Option, um diese weiterzuentwickeln und Synergien zu heben. Bei den Projektideen kann dabei zwischen sogenannten Initialprojekten unterschieden werden, die oft aus Handlungsdruck aufgrund von anstehenden Reinvestitionszyklen oder gesetzlichen Vorgaben u. a. resultieren und deren Ziel es ist, Erfahrungen zu sammeln und zu lernen. Andere Projekte haben die Funktion, ein Baustein der regionalen Wasserstoffwirtschaft zu sein.

### Ziele definieren

Aufbauend auf diesem Wissen zur Ausgangslage kann eine Vision und ein gemeinsames Verständnis von den Zielen und dem regionalen Nutzen einer Wasserstoffwirtschaft diskutiert und definiert werden. Das impliziert auch die Frage, an welche Strukturen der Akteurskreis anknüpfen möchte und kann bzw. welche etablierten Prozesse und Strukturen aufgebrochen werden müssen. Bei der Entwicklung der Ziele wird das gemeinsame Wollen (thematisch, regional/örtlich, chronologisch) definiert, welches die individuelle Motivation und Zeitfenster der Akteure impliziert.

Die Vision und die damit einhergehenden Ziele für ein spezifisches Zieljahr können in Workshopformaten gemeinsam erarbeitet werden. Folgenden Fragestellungen können dabei hilfreich sein:

- Wo möchten wir als Region 2030 stehen? (allgemein & spezifisch: Strom/Wärme/Verkehr/Industrie/Arbeitskräfte/Lebensqualität)
- Welche Wasserstoffherzeugungspfade sind für den regionalen Kontext interessant?
- Welche Transportoptionen für Wasserstoff sind regional vorstellbar?
- Welche Anwendungsoptionen von erneuerbarem Wasserstoff können sich in der Region ergeben?

### Handlungsfelder definieren

Die Definition der regionalen Handlungsfelder erfolgt auf Basis des Status Quo und der entwickelten regionalen Ziele. Die dazu notwendige Diskussion der beteiligten Akteure verfolgt eine ganzheitliche Herangehensweise, welche die wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Aspekte einer Wasserstoffwirtschaft in der Region berücksichtigt und es ermöglicht, den Aufbau der Wasserstoffwirtschaft systemisch anzugehen.

Um die Handlungsfelder zu definieren können folgende Fragen zielführend sein:

- Wie sieht der beste Weg aus, um die Vision zu erreichen?
- Wie gehen wir die Herausforderung an?
- Wie könnte unser Lösungsansatz aussehen?
- Was können wir in der Region konkret unternehmen, um die Vision unter den angenommenen Hypothesen bestmöglich zu erreichen?

### Tools und weiterführende Links

- Zur kostenfreie Erstellung von Online-Karten zur regionalen Wasserstoffwirtschaft: <https://umap.openstreetmap.de/de/>
- Ein Online-Tool zur Konfiguration regionaler Wasserstoff-Szenarien: <https://h2scout.eu>
- Eine Übersicht über EEG-Bestandsanlagen: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>
- Zur Ermittlung von regionalen PV- und Windflächenpotenzialen: <https://www.agora-energiewende.de/service/pv-und-windflaechenrechner>
- Zur Ermittlung der sektoralen Wärmenachfrage: <https://www.hotmaps-project.eu/>
- Beispiele zu Nachfragezeitreihen in den Sektoren Wärme und Verkehr: <https://jericho-energy.de/vesl/jericho-e-usage/>
- Zur Ermittlung von Wasserstoffbedarfen von Flotten: <https://www.mh2-rechner.de/>
- EU-Tool zur Berechnung des „Total Cost of Ownership (TCO)“ für Wasserstoff-Mobilitätsprojekte: [https://www.clean-hydrogen.europa.eu/document/download/8d907a3f-6ca1-4c75-a3e1-f4f60bd84753\\_en?filename=180327\\_FCH2JU\\_Regions%20Cities\\_Detailed%20Business%20Case%20Tool\\_OUT%20%28ID%203520086%29.xlsx](https://www.clean-hydrogen.europa.eu/document/download/8d907a3f-6ca1-4c75-a3e1-f4f60bd84753_en?filename=180327_FCH2JU_Regions%20Cities_Detailed%20Business%20Case%20Tool_OUT%20%28ID%203520086%29.xlsx)
- EU-Tool zur Berechnung des „Total Cost of Ownership (TCO)“ für Wasserstoff-Lkw-Projekte: [https://www.clean-hydrogen.europa.eu/document/download/89a11105-3d6c-458b-90df-e50154492bdd\\_en?filename=201214%20FCH%20HDT%20-%20TCO%20Model\\_vs.xlsm](https://www.clean-hydrogen.europa.eu/document/download/89a11105-3d6c-458b-90df-e50154492bdd_en?filename=201214%20FCH%20HDT%20-%20TCO%20Model_vs.xlsm)

### Eine regionale Roadmap skizzieren

Aus den Handlungsfeldern und den abgeleiteten Initialprojekten wird eine regionale Wasserstoff-Roadmap entwickelt. Diese stellt einen operativen Fahrplan dar, in dem Schritte zur Umsetzung in der Zeit bis zum Zieljahr beschrieben und Verantwortlichkeiten festgelegt werden.

Für die zeitliche Einordnung muss die Marktverfügbarkeit der geplanten Technologien, die Annahmen und Erfahrungen der Akteure zur Dauer der Genehmigungs- und Planungszeit, die erwarteten Förderaufrufe sowie die gegenseitigen Abhängigkeiten der Initialprojekte beachtet werden. Um einen klaren Zeitplan für die Umsetzung der verschiedenen Maßnahmen und Projekte in der Roadmap

zu entwickeln, sind die Schritte und Projekte, die als Baustein des Gesamtkonzeptes besonders relevant sind und damit eine hohe Auswirkung haben könnten, zu priorisieren. Ebenso sind die Bedürfnisse und der Handlungsdruck der Akteure in die zeitliche Planung der Roadmap zu berücksichtigen. Zudem müssen die Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit als ein relevanter Faktor für die Akzeptanz berücksichtigt und in die Planung integriert werden.

Die Roadmap sollte Meilensteine und Umsetzungspläne quantifizieren bzw. ausreichend konkret benennen, um die Fortschritte bei der Realisierung zu überprüfen. Dies

ermöglicht, erforderliche Anpassungen rechtzeitig zu erkennen und vorzunehmen sowie sicherzustellen, dass die gesteckten Ziele erreicht werden und der Prozess dynamisch bleibt.

Die Erarbeitung der Roadmap dient außerdem der gegenseitigen Versicherung der Akteure, sich gemeinsam an der Umsetzung zu beteiligen. Wie bereits beim Netzwerkauf-

bau ist die politische Unterstützung auch hier relevant. Daher sollten (regionale) politische Entscheidungsträger\*innen in die Entwicklung der Roadmap eingebunden oder über den Fortgang informiert werden, um bei bestehenden rechtlichen oder regulativen Herausforderungen, aber auch hinsichtlich der Akzeptanz für die Vorhaben in der Region Rückendeckung zu bekommen und Fürsprecher zu haben.

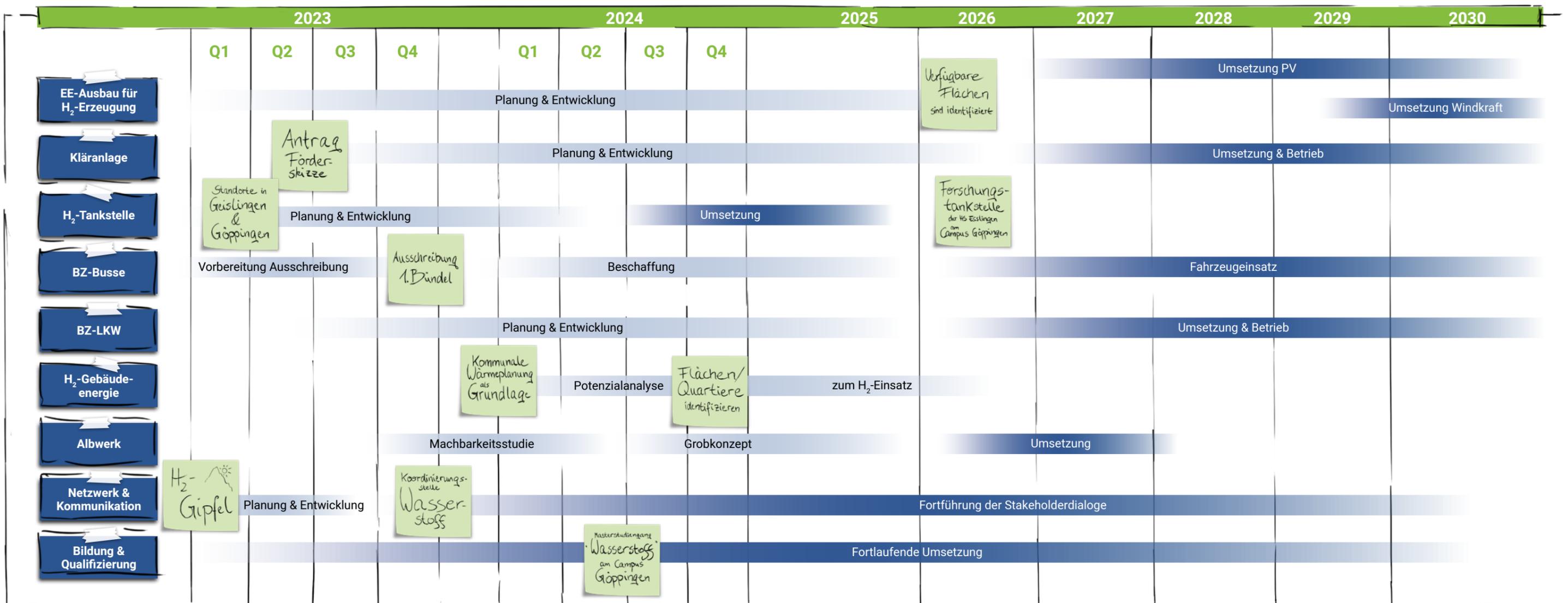
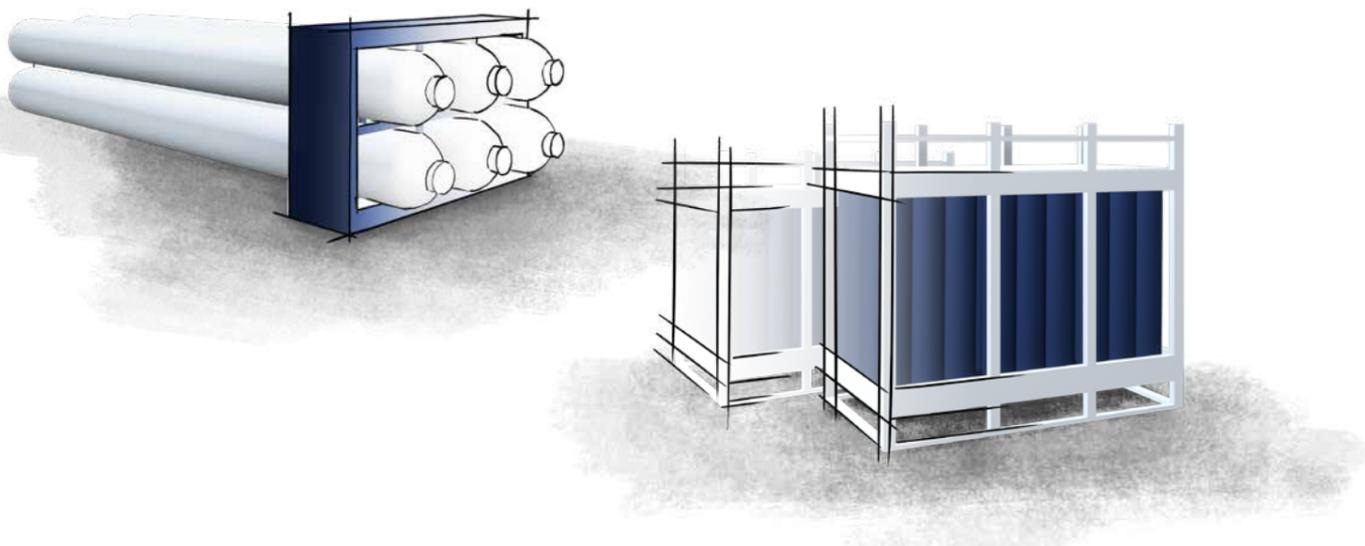


Abbildung 34: Roadmap der Region Göttingen © BMDV/Nuts One

**Projektumfeld verstehen**

Für die Entwicklung einer regionalen Wasserstoff-Roadmap ist das Verständnis für die Bedingungen, die Bedürfnisse und Erwartungen der Region von besonderer Bedeutung. Nicht nur für das Netzwerkmanagement, sondern für alle Teilnehmer\*innen des Netzwerkes ist es wichtig, neben der Motivation auch die Gestaltungsmöglichkeiten und den eventuellen Handlungsdruck der einzelnen Akteure zu verstehen; ebenso wie die unterschiedlichen Erfahrungen und Expertisen und den daraus resultierenden Unterstützungsbedarf. Darüber hinaus spielt das gesellschaftliche und politische Umfeld des Projektes eine große Rolle. Es gilt zu verstehen, welche Gruppen für eine erfolgreiche Durchführung des Projektes wichtig sind und aus welchen Bereiche sich eventuell Gegenwind entwickeln könnte. Mit zielgruppengerichteten Argumenten können Informationsgrundlagen erarbeitet werden, die die Öffentlichkeitsarbeit unterstützen und eine Steigerung der Akzeptanz bewirken können.

Ebenso können sich überregionale Aktivitäten positiv auf die Entwicklung des Projektes auswirken. Wenn in einer Nachbarkommune oder in einem benachbarten Unternehmen gute Erfahrungen der Anwendung von Wasserstoff- bzw. Brennstoffzellentechnologien gewonnen wurden oder die regionale Wirtschaft von der Erzeugung und dem Verkauf von Wasserstoff profitieren konnten, kann das auch das eigene Projekt befördern. Bei schlechten Erfahrungen sollte Kontakt zu den Verantwortlichen aufgenommen werden, um daraus zu lernen.

**Projektumfeld entwickeln**

Um den Prozess weiter zu treiben, muss das Projektumfeld weiterentwickelt werden. Dazu sollte der Flaschenhals der Sanduhr (siehe S. 45) geweitet werden, um durch ein mehr an „Können“ und „Dürfen“ den Weg zum „Machen“ zu erleichtern oder zu beschleunigen. Das „Dürfen“, also die rechtlichen und regulativen Vorgaben sind eher schwer beeinflussbar und die technischen Standards in vielen Bereichen der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie noch in Arbeit. Beide Kriterien sind von überregionaler Bedeutung, werden überregional bearbeitet und sind auch von überregionalen Playern abhängig.

Das „Können“ ist abhängig von der Marktverfügbarkeit der technischen Komponenten, den kommunalen Gestaltungsmöglichkeiten und dem Gestaltungswillen, der regionalen Expertise sowie der Wirtschaftlichkeit der Projektansätze. Durch den Aufbau von themen- und prozessspezifische Kompetenzen, u. a. in den Technologien zur Erzeugung von Wasserstoff, zu Anwendungen von Brennstoffzellen in den verschiedenen Sektoren, zum Transport, zur Verteilung und zur Speicherung von Wasserstoff, den rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen, im Klimaschutz und der Energiewende, in der Fördermittelakquise und dem Fördermittelmanagement, in Methoden der Konzepterstellung und des Akzeptanzmanagements, in Geschäftsmodellen und Geschäftsfeldentwicklungen kann das „Können“ verstärkt und ergänzt werden.

Die ökonomische Entwicklung einer Region lässt sich durch die Integration von Wasserstoffprojekten positiv beeinflussen. Insbesondere strukturschwache Regionen profitieren häufig von neuen, technisch innovativen und wirtschaftlich nachhaltigen Projekt- und Geschäftsideen. Der Aufbau einer regionalen Wasserstoffwirtschaft bewirkt umgekehrt auch Veränderungen im Projektumfeld: Neue Strukturen und neue Denkmuster können sich entwickeln und etablieren. Die Sichtbarkeit von Wasserstoffprojekten verbunden mit einer Erhöhung der regionalen Wertschöpfung haben das Potenzial, die Akzeptanz der neuen Technologien zu steigern und die Bereitschaft der Akteure, ihr Projektumfeld weiterzuentwickeln, zu fördern.

**Tools und weiterführende Links**

- Backcasting-Methode für die Erstellung von Roadmaps: Backcasting-Based Method for Designing Roadmaps to Achieve a Sustainable Future | IEEE Journals & Magazine | IEEE Xplore
- Für die Teilnahme an digitalen Wasserstoff-Marktplätzen (Angebot und Nachfrage): <https://www.localiser.de/h2-marktplatz>, <https://hyfindr.com/>



Im Laufe der HyStarter-Projekte haben sich die Akteurskreise aller Regionen in mehreren internen und externen Workshops einen detaillierten Überblick über den aktuellen rechtlichen und regulatorischen Rahmen sowie über die regionale, nationale und europäische Förderlandschaft im Bereich Wasserstoff und Brennstoffzellentechnik erarbeitet. Während der intensiven Beschäftigung mit einzelnen Handlungsfeldern und Umsetzungsstrategien wurde deutlich, dass eine Vielzahl von Förderprogrammen existiert, die den Aufbau und den Betrieb von Komponenten einer regionalen Wasserstoffwirtschaft (Erzeugung, Infrastruktur und Anwendungen) sowie die Vernetzung von regionalen Akteursgruppen unterstützen. Um nicht nur die einzelnen Wertschöpfungsstufen zu fördern, sollten neue Programme und Kombinationsoptionen den Fokus auf die regionale Integration der Prozesse legen.

Im Folgenden wird eine Auswahl von Erwartungen und Empfehlungen dokumentiert, die im Rahmen der Projektarbeiten an die Entscheidungs- und Mandatsträger\*innen in der Region, der Landes- und Bundespolitik adressiert wurden:

### **Förderung verstetigen**

Mehrkosten und ein Teil des unternehmerischen Risikos können durch eine Verstetigung der Förderprogramme ausgeglichen werden. Das bedeutet, dass die Förderaufrufe offensiver bekannt gemacht werden und länger „geöffnet“ bleiben sollten, also Anträge in einem längeren Zeitraum gestellt werden können. Bei aufeinander aufbauenden oder sich wiederholenden Förderprogrammen muss eine höhere Gewissheit geschaffen werden, dass deren Aufrufe möglichst zeitnah nach Ablauf des einen Programms erfolgen. Grundsätzlich sollten neben Investitionskosten auch Betriebskosten förderfähig sein.

### **Benachteiligung/Ungleichstellung von erneuerbarem Wasserstoff beenden**

Die aktuell bestehende Benachteiligung bezüglich der Fördermechanismen für erneuerbaren Wasserstoff müssen durch eine Angleichung an die Förderstruktur für erneuerbare Energie beendet werden. Ebenso sollten hinsichtlich der Anrechenbarkeit auf die Treibhausgasquoten bzw.

der Verwendung von Herkunftszertifikaten im Emissionshandelssystem Wasserstofftechnologien anderen elektrischen Anwendungen gleichgestellt werden.

Während batterieelektrische Fahrzeuge oder ein Oberleitungs-Lkw unabhängig von der Herkunft des verwendeten Stroms als klimafreundlich gelten, wird von elektrolytisch erzeugtem Wasserstoff ein komplizierter Nachweis der „Gleichzeitigkeit“ und „Zusätzlichkeit“ des verwendeten erneuerbaren Stroms gefordert, um als erneuerbarer Kraftstoff anerkannt zu werden. Im Bereich der Wärmebereitstellung gilt eine Wärmepumpe automatisch als CO<sub>2</sub>-neutral bzw. kann über entsprechende Stromzertifikate „grün gestellt“ werden. Für Wasserstoff ist noch nicht abschließend geklärt, ob es als erneuerbares Gas anrechenbar bleibt oder seinen Herkunftsnachweis „verliert“, wenn es über bestehende Erdgasinfrastrukturen statt in Direktlieferung bezogen wird. Eine diskriminierungsfreie Gleichstellung von Wasserstoff muss auch bei einer Beimischung in bestehende Infrastrukturen möglich und anrechenbar sein, um Investitionssicherheit zu bieten. Gleiches gilt auch für die Beendigung der Benachteiligung/Ungleichstellung von nicht-elektrolytischen Erzeugungspfaden von Wasserstoff (z. B. Pyrolyse, Hydrolyse und Plasmalyse). Laut § 3 EnWG, Nummer 19a ist nur elektrolytisch erzeugter Wasserstoff Gas bzw. Biogas im Sinne des Gesetzes.

### **Planungs- und Investitionssicherheit herstellen**

Durch eine klare Zielsetzung über die zukünftige Energie- und Kraftstoffversorgung in der Region kann den Akteuren Sicherheit für ihre Projektplanungen und Investitionen gegeben werden. Dazu müssen die Verantwortlichen aus der Politik, der Energieversorgung und der Kraftstoffwirtschaft verlässliche Pfade für den Ausstieg aus der Nutzung von fossilen und nuklearen Kraft- und Brennstoffen beschreiben. Für Investitionen in den Aufbau einer regionalen Wasserstoffwirtschaft benötigen die Akteure Leitplanken und verbindliche Kriterien, zum Beispiel zu Zertifizierung und Anrechenbarkeit von erneuerbarem Wasserstoff (auch biogenen Ursprungs, zum Beispiel aus Klärschlamm) im Rahmen des europäischen und nationalen Zertifikatensystems und auf Treibhausgasminderungsquoten.

### **Genehmigungsverfahren beschleunigen**

Um den notwendigen erneuerbaren Wasserstoff in den Regionen produzieren zu können, muss die Ausbaugeschwindigkeit der regenerativen Stromerzeugungsanlagen, insbesondere der Windenergie- und Photovoltaikanlagen, deutlich gesteigert werden. Durch die Erhöhung der Personalkapazitäten in den kommunalen Genehmigungsbehörden sowie der Qualifikation der zuständigen Mitarbeiter\*innen können Genehmigungsverfahren unter Wahrung der natur- und artenschutzrechtlichen Bestimmungen beschleunigt werden. Dasselbe gilt für die Genehmigung von Wasserstoffproduktionsanlagen, Wasserstoffspeichern und Wasserstofftankstellen.

### **Gesetzlicher Rahmen für den kommunalen Klimaschutz und den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft**

Durch die Definition des Klimaschutzes als kommunale Pflichtaufgabe können Regionen unter Inanspruchnahme von Darlehen und Fördermaßnahmen in Form von Investitions- und Betriebskostenzuschüssen oder Risikoabsicherungen in Produktions- und Infrastrukturen für erneuerbaren Wasserstoff investieren. Damit senken sie die Eintrittshürden für neue Akteure, unterstützen geplante Projektaktivitäten und stärken ihre Gestaltungshoheit.

### **Unterstützung der kommunalen Politik durch entsprechende Öffentlichkeitsarbeit und Informationskampagnen**

Der Kommunal- und Landespolitik kommt als Gestalterin

bei der Initiierung der regionalen Wasserstoffwirtschaft eine tragende Rolle zu. Sie kann über die Ansprache und die Aktivierung regionaler Unternehmen, die Bereitstellung von Flächen und die Erhöhung der Ressourcen in den Verwaltungen die kommunale Energiewende befördern. Mit der Einrichtung einer Stabstelle stellt die zuständige Behörde die Bedeutung und die Wichtigkeit des erneuerbaren Wasserstoffs in der Region heraus. Eine zielgerichtete Öffentlichkeitsarbeit, Informationskampagnen und die Sichtbarkeit von Wasserstoffprojekten, zum Beispiel durch entsprechende Kennzeichnungen von Brennstoffzellenbussen oder kommunalen Flottenfahrzeugen, vermag die Akzeptanz der Bevölkerung gegenüber den neuen Technologien zu erhöhen und das Interesse weiterer Akteure an einer aktiven Teilhabe zu wecken.

### **Produktion von Fahrzeugen mit Brennstoffzellenantrieb hochfahren**

Bei der Verfügbarkeit von Fahrzeugen zeigt sich heute eine deutliche Diskrepanz zwischen angekündigten Bedarfen und der Verfügbarkeit von Fahrzeugmodellen. Dies gilt nicht nur für Lkw, Spezial-Fahrzeuge und Sonderanfertigungen, sondern auch bei bereits erprobten und sich im Einsatz befindlichen Fahrzeugen wie Bussen und Pkw. Die Fahrzeugproduktion muss auf Basis langfristiger Beschaffungserwartungen hochgefahren werden. Von den namhaften Herstellern wird ein größeres Engagement in der Entwicklung und Produktion von BZ-Fahrzeugen erwartet.



### Erzeugung und Produktion

In den meisten Regionen dominierte die Wasserstoff-erzeugung mittels Wasserelektrolyse die Diskussion auf Produktionsseite. In diesem Produktionspfad wird mit erneuerbar erzeugtem Strom Wasserstoff und Sauerstoff erzeugt. Um als erneuerbarer Wasserstoff anerkannt zu werden, muss der Strom aus Windenergie- bzw. Solarstromanlagen generiert werden. Neben dem Wasserstoff und dem Sauerstoff kann zusätzlich die Abwärme der Elektrolyseanlage genutzt werden. Durch den Verkauf und die Nutzung aller drei Produkte des elektrolytischen Prozesses stellt sich in den meisten Projekten eine positive Wirtschaftlichkeit ein. Können alle Produkte an einem Ort oder in räumlicher Nähe zum Elektrolyseur genutzt werden, kann zusätzlich eine technische Effizienzsteigerung erreicht werden.

In Regionen mit einer hohen Dichte von Biogasanlagen hat sich die Methanpyrolyse als weiterer Wasserstoffherstellungspfad mit positiver Wirtschaftlichkeit herauskristallisiert. Durch die Verwendung von Biogas wird auch bei dieser Erzeugungsart grüner Wasserstoff produziert. Allerdings stellt sich hier eine Nutzungskonkurrenz zwischen dem Wasserstoff und dem Biogas ein, da die untersuchten Sektoren Verkehr, Industrie und Wärme schon heute häufig mit Biogas klimaneutral bedient werden.

Als weitere Erzeugungspfade wurden in allen Regionen die Thermolyse, die Hydrolyse sowie die Plasmapolyse untersucht. Allerdings haben die wenigsten Regionen Projektideen dazu entwickelt. Ausschlaggebend für die Erarbeitung von Alternativen zur Elektrolyse waren Befürchtungen einer regionalen bzw. lokalen Wasserknappheit oder ein überdurchschnittlich hohes Potenzial an (Rest-) Biomasse.

### Transport und Verteilung

Bei den Möglichkeiten, den regional produzierten Wasserstoff in die Anwendungsgebiete zu transportieren und zu verteilen, kommen nur zwei Optionen in Frage: Der Transport über die Straße mit Sattelzügen (Trailer) und der Transport mittels Pipeline. In Regionen mit einem sowieso schon hohen Verkehrsaufkommen, insbesondere in Autobahnnahe und beim Schwerlastverkehr, sind Ideen und Handlungsfelder zum Pipelinetransport erarbeitet worden. Da die Entfernungen bei regionaler Erzeugung und Anwendung nicht groß sind, können Pipelineprojekte wirtschaftlich dargestellt werden. Insbesondere in Sektoren, die eine gesicherte und möglichst unterbrechungsfreie Versorgung mit Wasserstoff bei gleichzeitig großen Bedarfsmengen präferieren.

Wenn ein Trailertransport in einer Idee verarbeitet wurde, kommt aus vielen Regionen die Forderung, Sattelzüge mit Brennstoffzellenantrieb für die regionale Distribution zu verwenden. Hier stehen allerdings die aktuellen Regelungen der ADR<sup>7</sup> auf europäischer Ebene und die Gefahrgutverordnung<sup>8</sup> in Deutschland im Weg, die den Transport von Wasserstoff mit BZ-Lkw (noch) nicht erlauben.

<sup>7</sup> ADR: Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road, Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße  
<sup>8</sup> Siehe: Richtlinien zur Durchführung der Gefahrgutverordnung Straße und Eisenbahn (RSEB)

### Anwendungen und Senken

Die Nutzung von regional erzeugtem, grünem Wasserstoff im Verkehrssektor ist in allen betreuten Regionen von besonderer Bedeutung. Der Schwerpunkt liegt dabei im Bereich des ÖPNV. Hier haben Verkehrsunternehmen mit Busbetrieben im Stadt- und Überlandverkehr rechtliche Vorgaben nach dem SaubFahrzeugBeschG<sup>9</sup>, einen bestimmten Anteil ihrer Fahrzeugflotte bis zu einem bestimmten Zeitpunkt klimaneutral zu betreiben. Stößt der Batterieantrieb aufgrund von Linienlängen, Topografie und Strom-/Ladefähigkeit an seine Grenzen, ergänzt der BZ-Antrieb die Fahrzeugflotte zur Erfüllung der Quote.

Neben Omnibussen sind Nahverkehrszüge mit BZ-Antrieb in einigen Projektideen ausformuliert und berechnet. Hier können stillgelegte und nicht elektrifizierte Bahnstrecken mit BZ-Triebfahrzeugen reaktiviert und für den regionalen Personennahverkehr genutzt werden. Zunehmend rücken auch BZ-Lkw in den Fokus der Mobilität. In manchen Regionen sind auch Schiffe mit BZ-Antrieb mit Wasserstoff im Portfolio der Handlungsfelder.

Die größte „Wasserstoffsенke“ und damit das höchste CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial liegt in allen Regionen im Industriesektor. Hier haben alle Akteurskreise Projektideen entwickelt und Handlungsfelder erarbeitet, in denen energieintensive Industrieunternehmen aus den Bereichen Zement, Glas, Keramik, Ziegel, Stahl und Automobilzulieferer ihre Produktionsprozesse von Erdgas auf Wasserstoff umstellen möchten. Dabei ist ihnen neben der Reduzierung der Abhängigkeit von importierter Energie und den

<sup>9</sup> Siehe: Gesetz über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge (Saubere-Fahrzeuge-Beschaffungs-Gesetz)

erwartbaren Kostensteigerungen (rechtlich verankerte, deutliche Erhöhung des CO<sub>2</sub>-Preises in den nächsten Jahren<sup>10</sup>) der regionale Bezug von grüner Energie besonders wichtig. Alle Berechnungen in den Regionen weisen darauf hin, dass sich eine stetige und hohe Wasserstoffnachfrage, die die Industrieunternehmen bieten können, sehr positiv auf die Wirtschaftlichkeit einzelner Projekte und für die Wasserstoffwirtschaft der gesamten Region auswirkt.

In einigen Regionen sind daneben auch Projektideen entwickelt worden, in denen der grüne Wasserstoff zur Wärmeproduktion genutzt wird. Entweder unter Verwendung von üblichen, verbrennungsmotorischen Blockheizkraftwerken, die mit Erdgas unter Beimischung von Wasserstoff betrieben werden können oder mit speziellen Brennstoffzellen-BHKWs, die für ihren Betrieb reinen Wasserstoff verwenden können. Die größte Herausforderung bei diesen Ideen besteht in der Entwicklung von Geschäftsmodellen für einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlagen. Ähnliches gilt für die Handlungsfelder, die eine Dekarbonisierung der Wärmenetze durch die kontinuierlich steigende Beimischung von grünem Wasserstoff zum Erdgas vorsehen. Hier wird die zukünftige Entwicklung des Wasserstoffpreises im Vergleich zum Erdgaspreis eine maßgebliche Rolle spielen.

Detaillierte Beschreibungen der Produktionspfade von Wasserstoff, den gängigen Transport- und Verteiloptionen sowie aktuellen Brennstoffzellenanwendungen in den verschiedenen Sektoren finden sich im Anhang (siehe entsprechender QR-Code).

<sup>10</sup> Siehe: Brennstoffemissionshandelsgesetz BEHG



Eine (Teil-)Finanzierung der identifizierten Aktivitäten der zukünftigen Wasserstoffregion kann unter Inanspruchnahme von öffentlichen Fördermitteln erfolgen. Es gibt eine Vielzahl regionaler, nationaler und europäischer Fördertöpfe, die einzelne Technologien, Aktivitäten, Regionen oder Akteure unterstützen. Nicht alle Förderprogramme eignen sich für die Finanzierung der geplanten Vorhaben. Viele Programme können auch miteinander kombiniert werden, wobei sicherzustellen ist, dass keine Doppelförderung von Aktivitäten oder Investitionen vorliegt und der kumulierte Zuschuss nicht die definierten Grenzen überschreitet.

Grundsätzlich sollte davon abgesehen werden, ein Projekt zu starten, nur weil es entsprechende Förderung gibt. Auch muss gut überlegt sein, ob und wie sich das eigene Vorhaben an die jeweiligen Förderbedingungen anpassen lässt oder angepasst werden sollte. Grundsätzlich kann durch eine geschickte Zusammensetzung von Projektverbänden und eine strategische Aufteilung in voneinander abgegrenzte Module und Aufgaben eine diversifizierte Förderstrategie aufgesetzt werden, die das geplante Vorhaben ideal unterstützt (siehe Abb. 35).

## Übersicht zu Förderlogiken und -programmen

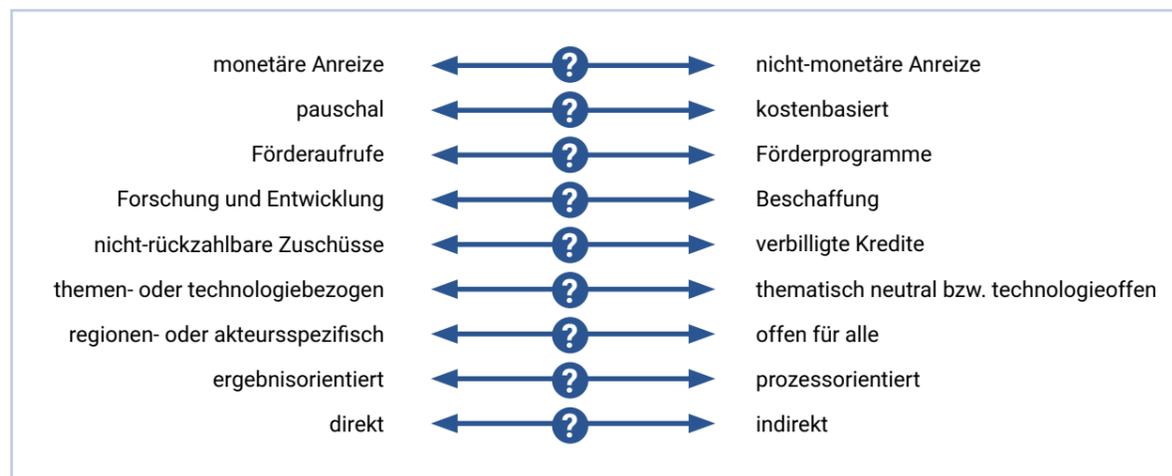


Abbildung 35: Überblick zu unterschiedlichen Arten der Projektförderung © BMDV/Spilett n/t

### Förderprogramme nach der Allgemeinen Gruppenfreistellungsverordnung (AGVO)

Die staatliche Förderung von Projekten orientiert sich immer eng am europäischen Beihilferecht, welches Ausnahmen von dem Grundsatz regelt, dass der Staat nicht marktverzerrend tätig werden darf. Sind die Ausnahmen von allgemeiner Natur und nicht situationsbedingt zu entscheiden, so werden sie in der Allgemeinen Gruppenfreistellungsverordnung (AGVO) geregelt. Diese wurde zuletzt im Frühjahr 2023 angepasst, zugunsten der zulässigen

Förderbedingungen u. a. für Aktivitäten zur Umsetzung des europäischen Green Deal bzw. der Fit-for-55 Ziele. Zum Zeitpunkt der HyStarter-Strategiedialoge befanden sich die bestehenden Förderrichtlinien in der Überarbeitung, um die verbesserten Bedingungen der neuen AGVO zu integrieren.

Förderprogramme für Aktivitäten im Bereich Wasserstoff und Energiewende, die nach den Regeln der AGVO umgesetzt werden, sind u. a.:

- **Förderrichtlinie NIP II:** Seit 2007 fördert die Bundesregierung im Nationalen Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) Forschungs- und Demonstrationsvorhaben aus den Bereichen der Grundlagenforschung, industriellen Forschung oder experimentellen Entwicklung mit dem Ziel, die Wasserstoffmobilität zur Marktreife zu bringen. Weitere Informationen unter: [Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie \(NIP\) – NOW GmbH \(now-gmbh.de\)](https://www.now-gmbh.de).
- **7. Energieforschungsprogramm:** Im Fokus des 7. Energieforschungsprogramms der Bundesregierung steht die Forschung zur Transformation des Energiesystems. Dabei sind Vorhaben zwischen TRL 3 („Experimenteller Nachweis des Konzepts“) bis TRL 9 („System funktioniert in perationeller Umgebung“, Markteinführung) förderfähig. Weitere Informationen unter: [BMWK – 7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung](https://www.bmwk.de).

Typische Förderquoten nach der Allgemeinen Gruppenfreistellungsverordnung (AGVO) betragen in der noch nicht überarbeiteten Fassung der AGVO für Unternehmen je nach Aktivität maximal 50% der zuwendungsfähigen Kosten, die in den jeweiligen Förderrichtlinien definiert werden. Kleinen und mittleren Unternehmen wird in der Regel eine 10% höhere Förderquote zugestanden, kommunale Unternehmen erhalten je nach Förderprogramm und Aktivität auch bis zu 80% der zuwendungsfähigen Kosten bezuschusst. Universitäten und Forschungseinrichtungen können bis zu 100% ihrer Kosten erstattet bekommen. Bei Förderrichtlinien im Bereich von Innovation und Forschung beschränken sich die förderfähigen Kosten häufig auf die Investitionskosten, die Materialkosten und die Personalkosten, die während der Laufzeit des Vorhabens entstehen bzw. buchhalterisch angesetzt werden können. Bei Förderprogrammen zur Beschaffung von Infrastrukturen und Fahrzeugen werden in der Regel ausschließlich Investitionsmehrkosten gefördert. Die überarbeitete AGVO sieht zukünftig für Aktivitäten zur Erreichung von Klimazielen, Verbesserung der europäischen Wettbewerbsfähigkeit und Innovationskraft zukünftig verbesserte Förderbedingungen vor.

### EU-Notifizierte Förderprogramme

Darüber hinaus können die europäischen Staaten auch nationale Förderprogramme mit von der AGVO abweichenden spezifischen Regelungen (z. B. wer in welcher Höhe gefördert werden darf) aufsetzen, die jedoch einen

europäischen Notifizierungsprozess (Genehmigungsprozess) durchlaufen müssen. Hierbei wird geprüft, ob den Unternehmen eines Landes durch das Förderprogramm ein unverhältnismäßiger Wettbewerbsvorteil gegenüber Unternehmen in anderen Ländern gewährt wird. Notifizierte Programme haben in der Regel höhere Förderquoten bzw. erlauben höhere staatliche Zuschüsse je Akteur und Zeitraum bzw. Programm. Auch können Aktivitäten gefördert werden, die ansonsten nicht bzw. für die jeweiligen Akteure nur eingeschränkt förderfähig sind. Ziel der notifizierten Förderprogramme ist es, Entwicklungen zu beschleunigen, die von europäischem Interesse sind. Notifizierte Förderprogramme im Bereich Wasserstoff, die mit verbesserten Bedingungen für Fördermittelempfänger gegenüber der AGVO einhergehen sind u. a.:

- **Klimaschonende Nutzfahrzeuge und Infrastrukturen (KSNI):** Mit diesem Förderprogramm der Bundesregierung sollen die Treibhausgasemissionen durch den Einsatz von alternativen Antrieben und Kraftstoffen im straßenengebundenen Güterverkehr gesenkt werden. Es werden Investitionsmehrausgaben in Fahrzeuge und Infrastrukturen, sowie die Durchführung von Machbarkeitsstudien bezuschusst. Weitere Informationen unter [KsNI – Bundesamt für Logistik und Mobilität](https://www.knsni.de).
- **Förderung alternativer Antriebe im Schienenverkehr (BMDV):** Dieses Förderprogramm ergänzt für das Segment des Schienenverkehrs durch ihre technologieoffene Ausrichtung die Förderprogramme des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr zur batterieelektrischen Elektromobilität und das ressortübergreifende Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie sowie das Elektrifizierungsprogramm des Bundes für das deutsche Schienennetz. Maßnahmen dieser Förderrichtlinie sind die Unterstützung von Unternehmen und Aufgabenträgern bei der Beschaffung von Schienenfahrzeugen mit innovativen emissionsarmen Antrieben für den Personen- und Güterverkehr und bei der Errichtung von Betankungs- bzw. Ladeinfrastruktur für diese Schienenfahrzeuge. Mit der Förderung sollen die Investitionsmehrkosten in klimafreundliche Technologien gemindert werden und zu einer Marktaktivierung führen. Damit können auf Herstellerseite die Technologien weiterentwickelt, Skaleneffekte erzielt und neue klimafreundliche Produkte angeboten werden. Mehr unter <https://www.bundesanzeiger.de/pub/publication/0Ma1yaNdo2Tp2D0dF1z/content/0Ma1yaNdo2Tp2D0dF1z/BAnz%20AT%2017.02.2021%20B5.pdf?inline>

- **Erneuerbare Kraftstoffe:** Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) fördert erneuerbare Kraftstoffe mit einem technologieoffenen und verkehrsträgerübergreifenden Gesamtkonzept, das durch regulatorische Maßnahmen der Bundesregierung flankiert wird und in vier Säulen die technischen Herausforderungen des Markteintritts und der Anlagenskalierung mit der Unterstützung von technologieoffenen Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben adressiert:
  - » Förderung zur Entwicklung regenerativer Kraftstoffe (Säule I),
  - » Förderung der Errichtung und des Betriebs einer Entwicklungsplattform für strombasierte Flüssigkraftstoffe für den Luft- und Schiffsverkehr (Säule II),
  - » Förderung von Investitionen in Erzeugungsanlagen für erneuerbare Kraftstoffe (Säule III, in Erarbeitung),
  - » Förderung des Markthochlaufs von strombasiertem Kerosin (Säule IV, in Erarbeitung).
 Ziel der jeweiligen Förderrichtlinien ist es, die Technologieführerschaft Deutschlands in diesem Bereich zu stärken. Weitere Informationen unter: <https://erneuerbarekraftstoffe.de/>
- **Förderprogramm Klimaschutzverträge:** Die „Richtlinie zur Förderung von klimaneutralen Produktionsverfahren in der Industrie durch Klimaschutzverträge“ wurde im Juni 2023 durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) im Entwurf veröffentlicht und soll Mehrkosten von Unternehmen aus emissionsintensiven Branchen ausgleichen, die diesen durch die Errichtung (CAPEX) und den Betrieb (OPEX) von klimafreundlicheren Anlagen im Vergleich zu herkömmlichen Anlagen entstehen. Für das Jahr 2023 ist ein, für die Jahre 2024 und 2025 sind jeweils 2 voneinander unabhängige Gebotsverfahren geplant. Weitere Informationen unter: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Klimaschutz/klimaschutzvertraege-vorverfahren.html>

- **Horizon Europe:** Das mit einem Budget von 95,5 Mrd. EUR wichtigste Förderprogramm der EU für Forschung und Innovation im Zeitraum 2021–2027. Ziele des Programms sind die Bekämpfung des Klimawandels, die Verwirklichung der Ziele der Vereinten Nationen für nachhaltige Entwicklung und die Förderung von Wettbewerbsfähigkeit und Wachstum Europas. Weitere Informationen unter [Horizont Europa](#). Eine Besonderheit der europäischen Förderprogramme ist es, dass sich die Förderquoten an Aktivitäten orientieren und weniger an der Herkunft der Zuwendungsempfänger. So werden beispielsweise akteursunabhängig folgende Förderquoten bezogen auf die förderfähigen Kosten in Horizon Europe angesetzt:
  - » Research and innovation action: 100 %
  - » Innovation action: 70 % (für gemeinnützige Organisationen bis zu 100 %)
  - » Coordination and support action: 100 %
  - » Program co-fund action: 30 – 70 %
  - » Innovation and market deployment: 70 % (für gemeinnützige Organisationen bis zu 100 %)
  - » Training and mobility action: 100 %
  - » Pre-commercial procurement action: 100 %
  - » Public procurement of innovative solution action: 50 %.

#### De Minimis-Regelung

Jenseits der AGVO und der notifizierten Förderprogramme ist es den europäischen Staaten auch erlaubt, Aktivitäten mit nur geringfügigem Risiko einer Wettbewerbsverzerrung pauschal mit bis zu 200.000 € innerhalb von drei Jahren je Fördermittelempfänger zu unterstützen. Diese sogenannte De-Minimis-Regelung ist kumulativ, d. h. je Akteur darf die Grenze projektübergreifend in dem genannten Zeitraum nicht überschritten werden.

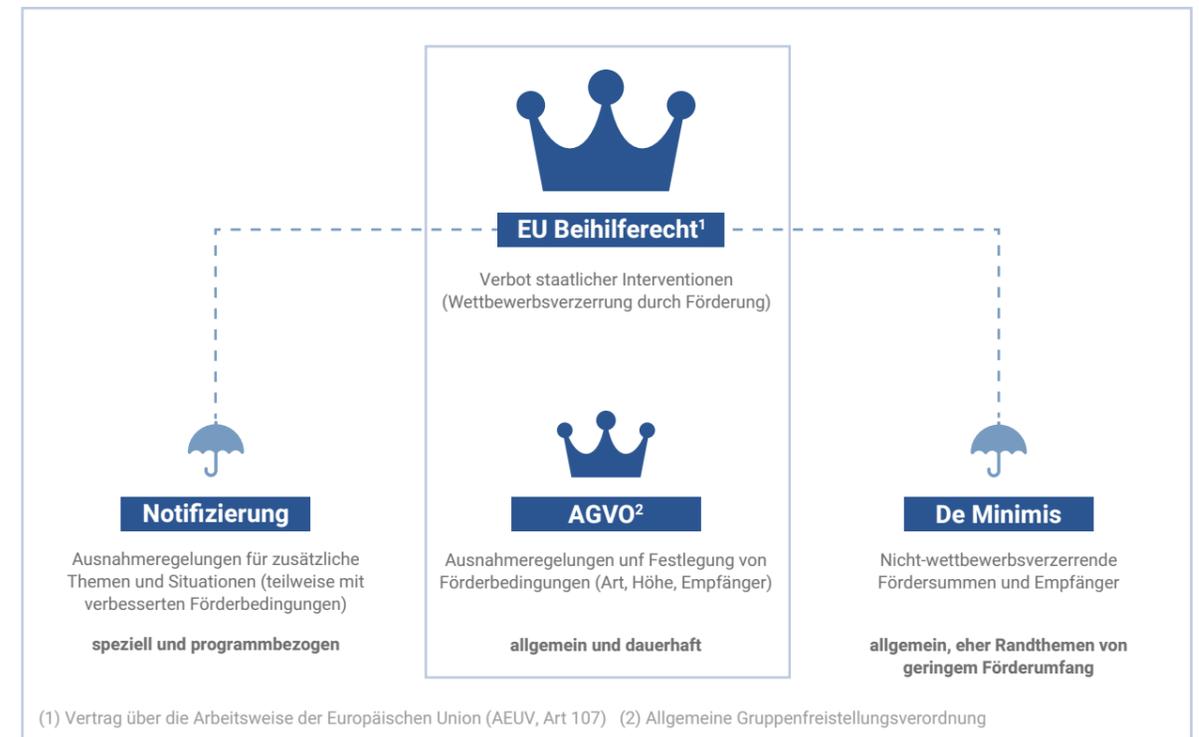


Abbildung 36: Überblick zu den Regeln staatlicher Förderung © BMDV/Spilett n/t

#### Steuererleichterungen

Eine Besonderheit im Förderrecht stellt die **steuerliche Absetzbarkeit von Forschungstätigkeiten** in Unternehmen dar. Zum 01.01.2020 ist das [Gesetz zur steuerlichen Förderung von Forschung und Entwicklung](#) in Kraft getreten, das eine steuerliche Begünstigung von Forschungsausgaben von in Deutschland steuerpflichtigen Unternehmen – unabhängig von Größe, Rechtsform und Branche – ermöglicht. Steuerpflichtige in Deutschland mit einem FuE<sup>11</sup>-Vorhaben aus den Bereichen Grundlagenforschung, industrielle Forschung oder experimentelle Entwicklung können unabhängig von der jeweiligen Gewinnsituation 25 % der entstandenen Kosten (Bemessungsgrundlage Personalkosten, 60 % der Fremdleistungen (Auftragsforschung), Eigenleistung Einzelunternehmer 40 €/h) bis maximal 4 Mio. € je Jahr erhalten. Weitere Informationen unter <https://www.bescheinigung-forschungszulage.de>.

11 Forschung und Entwicklung

#### Tools und weiterführende Links

Folgende Internetportale helfen dabei, jederzeit einen aktuellen Überblick zu Förderprogrammen für Wasserstoffprojekte bzw.-regionen zu erhalten:

- Europäische Förderdatenbank zum Thema Wasserstoff: [https://ec.europa.eu/growth/industry/strategy/hydrogen/funding-guide\\_en](https://ec.europa.eu/growth/industry/strategy/hydrogen/funding-guide_en)
- Förderdatenbank des Bundes: <https://www.foerderdatenbank.de/FDB/DE/Home/home.html>
- Förderfinder der NOW GmbH: <https://www.now-gmbh.de/foerderung/foerderfinder/>

Die Kombinierbarkeit von Förderprogrammen ist jeweils in den einzelnen Förderrichtlinien geregelt. Bei der Förderdatenbank des Bundes ist Wasserstoff auch in Programmen förderfähig, die nicht explizit unter dem Schlagwort Wasserstoff zu finden sind. Weitere hilfreiche Schlagwörter für die Suche sind u. a. Klimaschutz, Energieeffizienz, Wärmeerzeugung, Verkehrswende, Energieversorgung, Kraftstoffe, Kreislaufwirtschaft oder Dekarbonisierung.



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**



- Gesetzeskarte Wasserstoff zu nationalen Gesetzen und Verordnungen

**Wasserstoffanwendungen**



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

<b>a</b>	Jahr
<b>ADR</b>	Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße
<b>AGVO</b>	Allgemeine Gruppenfreistellungsverordnung
<b>BAB</b>	Bundesautobahn
<b>BHKW</b>	Blockheizkraftwerk
<b>BMDV</b>	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
<b>BMWK</b>	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
<b>BZ</b>	Brennstoffzelle
<b>CH<sub>4</sub></b>	Methan
<b>CO<sub>2</sub></b>	Kohlenstoffdioxid
<b>CVD</b>	Clean Vehicles Directive
<b>EE</b>	Erneuerbare Energien
<b>EEG</b>	Erneuerbare Energien Gesetz
<b>EnWG</b>	Energiewirtschaftsgesetz
<b>EU</b>	Europäische Union
<b>EUR</b>	Euro
<b>FuE</b>	Forschung und Entwicklung
<b>GWh</b>	Gigawattstunde
<b>h</b>	Stunde
<b>H<sub>2</sub></b>	Wasserstoff
<b>ha</b>	Hektar
<b>HRS</b>	Hydrogen Refuelling Stations (Wasserstofftankstellen)
<b>IHK</b>	Industrie- und Handelskammer
<b>kg</b>	Kilogramm
<b>km</b>	Kilometer
<b>km<sup>2</sup></b>	Quadratkilometer
<b>KSNI</b>	Richtlinie zur Förderung von Nutzfahrzeugen mit alternativen, klimaschonenden antrieben und dazugehöriger Tank und Ladeinfrastruktur
<b>Lkw</b>	Lastkraftwagen
<b>Mio.</b>	Millionen
<b>Mrd.</b>	Milliarden
<b>MW</b>	Megawatt
<b>NIP</b>	Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
<b>ÖPNV</b>	öffentlicher Personennahverkehr
<b>Pkw</b>	Personenkraftwagen
<b>PV</b>	Photovoltaik
<b>SaubFahrzeugBeschG</b>	Gesetz über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge (Saubere-Fahrzeuge-Beschaffungs-Gesetz)
<b>SPNV</b>	Schienerpersonennahverkehr
<b>t</b>	Tonnen
<b>TCO</b>	Total Cost of Ownership (Gesamtbetriebskosten)
<b>TRL</b>	Technology Readiness Level (technologischer Reifegrad)

