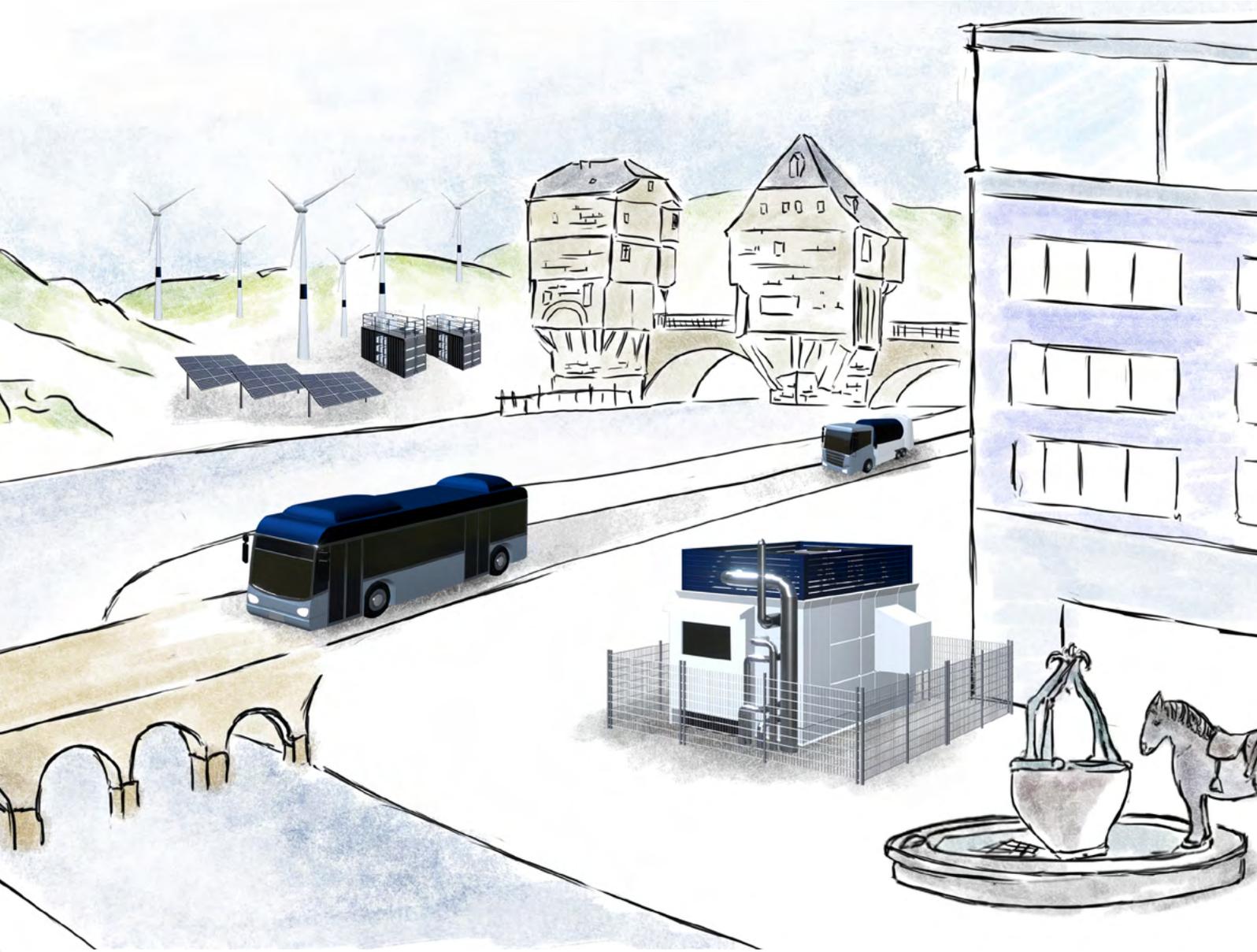


H₂O

ERGEBNISBERICHT 2023
**HYSTARTER-REGION
RHEINHESSEN-NAHE**



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

Koordiniert durch:



Projekträger:



Vorwort 3

Zusammenfassung 5

Die HyStarter-Region Rheinhessen-Nahe 6

H₂-Potenziale der Region Rheinhessen-Nahe 8

Vision 2030 12

Projektideen und Umsetzungsstrategien 16

H₂-Regionalcluster 16

Projektideen 17

Clusterübergreifende Aktivitäten 18

H₂-Regionalcluster Alzey / Gau-Bickelheim 20

H₂-Regionalcluster Bad Kreuznach (Stadt) 24

H₂-Regionalcluster Bingen 28

H₂-Regionalcluster Sponsheim / Langenlonsheim 31

H₂-Regionalcluster Wörrstadt / Nieder-Olm / Nierstein 34

H₂-Regionalcluster Monsheim / Worms 36

Kooperationsangebote & Wünsche an Politik und H₂-Industrie 38

Anhang 42

Abkürzungsverzeichnis 43

IMPRESSUM

Herausgeber



Kreisverwaltung Alzey-Worms
Stabsstelle Klimaschutzmanagement
Ernst-Ludwig-Str. 36
55232 Alzey



Kreisverwaltung Bad Kreuznach
Büro der Landrätin, Klimaschutz
Salinenstraße 47
55543 Bad Kreuznach



Kreisverwaltung Mainz-Bingen
Umwelt- und Energieberatungszentrum (UEBZ)
Georg-Rückert-Str. 11
55218 Ingelheim

Projektleitung

Simon Haas
(Landkreis Bad Kreuznach)
David Ullrich
(Landkreis Alzey-Worms)
Hilmar Holland
(Landkreis Mainz-Bingen)

Gestaltung, Layout, Satz und Illustrationen

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

Verantwortlich für den Inhalt

Nadine Hölzinger
(Spilett new technologies GmbH)
Unter Mitarbeit von Simon Haas
(LK Bad Kreuznach), David Ullrich
(LK Alzey-Worms), Hilmar Holland
(LK Mainz-Bingen), Dr. Frank Koch
(EE ENERGY ENGINEERS GmbH)

Druck

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



VORWORT

HEIKO SIPPEL, BETTINA DICKES, DOROTHEA SCHÄFER



Landrat Heiko Sippel
Landkreis Alzey-Worms



Landrätin Bettina Dickes
Landkreis Bad Kreuznach



Landrätin Dorothea Schäfer
Landkreis Mainz-Bingen

Sehr geehrte Damen und Herren,

die drei Landkreise Alzey-Worms, Bad Kreuznach und Mainz-Bingen verbindet seit dem gemeinsamen Klimaschutzkonzept eine langjährige Zusammenarbeit im Klimaschutz. Um das ambitionierte Ziel der Klimaneutralität bis 2040 zu erreichen, braucht es große Anstrengungen und eine Transformation in vielen Bereichen unserer Gesellschaft. Wir müssen schneller im Klimaschutz vorankommen, um der Erderwärmung konsequent entgegenzutreten und eine lebenswerte Zukunft aufzubauen. Es gilt, die Abhängigkeit von fossilen Kraft- und Brennstoffen zu beenden. Dafür müssen erneuerbare Energien massiv ausgebaut werden, um die Grundlage für eine erfolgreiche Energie-, Wärme- und Verkehrswende zu schaffen. Dabei stellen wir uns auch die Frage: Welche Rolle kann Wasserstoff in dieser Transformation spielen?

Um diese Frage zu beantworten, schlossen wir uns 2021 zur „Wasserstoffregion Rheinhessen-Nahe“ zusammen und stellten beim Bund einen Antrag, als „HyStarter-Region“ gefördert zu werden. Dabei wollten wir wissen, ob klimaneutraler Wasserstoff in regionalen Wirtschaftskreisläufen produziert und sektorenübergreifend eingesetzt werden kann: In der Mobilität, vor allem in Bus-

verkehr und Logistik, in industriellen Anwendungen oder in der Wärmeversorgung. Auch wollten wir wissen, ob es für unsere trockene Region auch Möglichkeiten einer wassersparenden Wasserstoffproduktion gibt. Der Antrag war erfolgreich, und seit Januar 2022 wurden wir durch eine Beratungsgruppe im Projekt „HyStarter Rheinhessen-Nahe“ bis zum Abschluss dieses Berichts unterstützt.

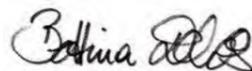
Bei HyStarter geht es um einen ersten, ergebnisoffenen Blick auf das Thema Wasserstoff, um Expertise aufzubauen und für das Thema zu sensibilisieren: Gibt es Potenziale zur Produktion und Nutzung in der Region? Gibt es erste Ideen? Wo lässt sich Wasserstoff am besten einsetzen, um den Klimaschutz voranzubringen? Dafür wurden viele Akteure aus der Region Rheinhessen-Nahe zu einem Netzwerk eingeladen: Aus Industrie und Gewerbe, Busverkehr, Logistik, aus den Kommunen und der Energiewirtschaft. Es wurden sechs Strategiedialoge und sieben thematische Workshops durchgeführt. Dabei wurden die Ausgangslage, verschiedene Bedarfe, Potenziale und Entwicklungsszenarien, aber auch Hindernisse und Herausforderungen für den Einsatz von Wasserstoff in der Region diskutiert.

Grüner Wasserstoff wird als Energieträger der Zukunft eine wichtige Rolle im Klimaschutz von Rheinhausen-Nahe spielen. Er kann als Speichermedium für erneuerbare Energien fungieren und sektorenübergreifend eingesetzt werden: Im Busverkehr, in der Industrie oder in Kommunen, z. B. in Verbindung mit der Abfall- und Abwasserentsorgung. Die lokale Produktion und Nutzung ist unabhängig von großen Importen möglich, ein Beitrag zur regionalen Wertschöpfung. Es sind viele spannende Projektideen durch die Akteure der Region zusammengekommen – aber auch Hürden wurden diskutiert, wie z. B. die knappe Marktverfügbarkeit der Technologie. Dies zeigt, dass die weitere Entwicklung der „Wasserstoffregion Rheinhausen-Nahe“ eine wichtige und dynamische Zukunftsaufgabe sein wird.

Bis zum ersten Einsatz von Wasserstoff in der Region müssen viele Ideen weiter konkretisiert werden. Dies geht nur in enger Zusammenarbeit zwischen den Kommunen, der Wirtschaft und allen weiteren Akteuren in der Region Rheinhausen-Nahe und darüber hinaus. Daher möchten wir allen danken, die sich in den vergangenen eineinhalb Jahren in HyStarter eingebracht haben. Es soll und muss auch weitergehen: HyStarter war im wörtlichen Sinne der Start der Wasserstoff-Region Rheinhausen-Nahe – nun gilt es, konsequent und aktiv dranzubleiben, um den Klimaschutz in der Region auch mit Wasserstoff voranzubringen.



Landrat Heiko Sippel
Landkreis Alzey-Worms



Landrätin Bettina Dickes
Landkreis Bad Kreuznach



Landrätin Dorothea Schäfer
Landkreis Mainz-Bingen

Die insgesamt 43 am HyStarter-Prozess in Rheinhausen-Nahe beteiligten Akteure aus 36 Unternehmen haben das Thema Wasserstoff als wichtigen Baustein für ihre regionale Energiewende erkannt und sind motiviert, die identifizierten wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Potenziale in den kommenden Monaten und Jahren im Rahmen von Standort- und Machbarkeitsstudien sowie ersten Pilotprojekten zu validieren. Aufgrund des hohen Handlungsdrucks einiger Akteure in der Region, insbesondere aus dem Bereich der Industrie und der Energiebereitstellung, sind zeitnah alltagstaugliche Lösungen zur Dekarbonisierung der Verkehrs- und Wärmemärkte in Rheinhausen-Nahe erforderlich.

Im Rahmen der Diskussionen um die zukünftige Rolle von Wasserstoff in der regionalen Energiewende von Rheinhausen-Nahe wurde schnell deutlich, dass selbst eine eher geringe Durchdringung von Wasserstoff in den Nachfragesektoren Verkehr, Wärme und Industrie, wie sie exemplarisch für das Jahr 2030 im Basisszenario des H2Scout angenommen wurde, ein sehr ambitioniertes Vorgehen erfordert. Insbesondere vor dem Hintergrund des aktuell noch geringen Deckungsbeitrags der erneuerbaren Energien in allen Energiesektoren der Region, aber auch aufgrund der zum Zeitpunkt der Strategiedialoge (2021 – 2023)

- **noch unvollständigen Kenntnis der Nachfrageseite** (wo befinden sich die Energiesenken, wie sieht die Akzeptanz und Bereitschaft der Verbraucher für einen Umstieg auf Wasserstoff aus, in welchen Zeiträumen ist eine Umrüstung geplant bzw. durchführbar),
- **eingeschränkten Handlungsfähigkeit der Kommunen** (Klimaschutz ist keine Pflichtaufgabe, daher sind Investitionen nur sehr eingeschränkt möglich),
- **beschränkten Marktverfügbarkeit von Wasserstoff, Wasserstofftechnologien und -infrastrukturen, sowie**

zugehöriger Serviceangebote (infolge der noch wenig diversifizierten Anbieterseite, der aktuell hohen Nachfrage und fehlenden Qualifizierung der Fachkräfte),

- **fehlenden Planungs- und Investitionssicherheit insbesondere für produzierende Unternehmen und größere Logistikdienstleister** (fehlende regulative Rahmenbedingungen bzw. unklare Anrechenbarkeit von H₂-Herkunftsnachweisen im EU-Emissionshandel, aktuell diskriminierende Behandlung von Wasserstoff gegenüber Direktnutzung von Strom).

soll die Umsetzung der im Rahmen des HyStarter-Prozesses identifizierten 33 Projektideen sukzessive erfolgen und durch ein Monitoring begleitet werden, um rechtzeitig erforderliche Anpassungen zu erkennen und umzusetzen. Viele der identifizierten Herausforderungen betreffen aber auch andere Technologiebereiche der Energie- und Verkehrswende und stellen somit kein Alleinstellungsmerkmal der Wasserstoffwirtschaft dar.

Die Initiierung erster Projekte und der Hochlauf der Wasserstoffregion Rheinhausen-Nahe soll in sechs regionalen Clustern erfolgen, deren Aktivitäten über eine Verstärkung des Akteursnetzwerks in ein gesamtregionales Wasserstoffnetzwerk eingebettet werden. Insbesondere die öffentlichen Unternehmen der Ver- und Entsorgung sowie des ÖPNV sollen frühzeitig Vorbildfunktion übernehmen und zeigen, wie regional erzeugter Wasserstoff einen Beitrag zur Dekarbonisierung der Busverkehre und der Wärmeversorgung kommunaler Liegenschaften leisten kann. Am Beispiel des Kompostwerks Bad Kreuznach wurde anhand eines Technologiekonzepts aufgezeigt, wie sich Wasserstoff und Kreislaufwirtschaft ergänzen und 25 Busse des ÖPNV, 4 Müllsammelfahrzeuge, 12 Pritschenwagen und 3 Lkw emissionsfrei betrieben werden können. Die Koordinierung des Netzwerks erfolgt in Verantwortung der drei beteiligten Landkreise.

Die HyStarter-Region Rheinhessen-Nahe umfasst die drei Landkreise Alzey-Worms, Bad Kreuznach und Mainz-Bingen. Die Interessen und Perspektiven der benachbarten Städte und Regionen Mainz, Worms und Landkreis Donnersberg wurden über die Teilnehmer 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 km² leben und arbeiten insgesamt 482.872 Einwohner.

Seit einigen Jahren arbeiten die drei Landkreise eng im Bereich Klimaschutz zusammen. Das gemeinsame interkommunale Klimaschutzkonzept sieht eine bilanzielle Klimaneutralität bis zum Jahr 2050 für die Region vor. Alle drei Landkreise sind seit 2023 auch Mitglied im Kommunalen Klimapakt Rheinland-Pfalz, womit sie sich zu den Klimazielen des Landes bekennen, bis 2040 klimaneutral zu werden. Wichtige Strukturen der interkommunalen Zusammenarbeit bilden die Energiedienstleistungsgesellschaft Rheinhessen-Nahe mbH (EDG), bei der die drei Landkreise mit einem Anteil von insgesamt 67% Gesellschafter sind, sowie das kommunale Busunternehmen KRN. Zum Zeitpunkt der HyStarter-Strategiedialoge betrieb die EDG u. a. 125 Blockheizkraftwerken in 110 Objekten zur jährlichen Bereitstellung von 30 GWh Strom, sowie 5 Windkraftanlagen und 40 Fotovoltaikanlagen mit einer Jahresproduktion von in Summe 28 GWh erneuerbaren Stroms¹. Die EDG spart somit jährlich etwa 52.000 Tonnen CO₂ ein. Im Herbst 2022 nahm die KRN-Kommunalverkehr Rhein-Nahe GmbH, das kommunale Busunternehmen der Stadt Bad Kreuznach sowie der Landkreise Bad Kreuznach und Mainz-Bingen, ihren Betrieb mit dem Ziel auf,

die Mobilitätswende in der Region voranzubringen und durch sukzessive Elektrifizierung der Flotte Einfluss auf die Treibhausgasbilanz zu nehmen. Auch im Landkreis Alzey-Worms existiert seit dem Jahr 2018 ein Elektromobilitätskonzept mit dem Ziel, die nach wie vor hohen Emissionen des Verkehrssektors über elektrische Antriebe zu reduzieren. Der Fokus des Konzepts lag aufgrund der fehlenden Wasserstoffinfrastruktur auf batteriebetriebenen Antrieben. Die topografischen Gegebenheiten in der Region Rheinhessen-Nahe lassen die Elektrifizierung mit Wasserstoff- und Brennstoffzellenbussen jedoch für die Zukunft als eine vielversprechende Option erscheinen.

Die Herausforderung der Energiewende in Rheinhessen-Nahe liegt in der begrenzten Verfügbarkeit von erneuerbaren Energien sowie limitierten Wasserressourcen, die eine Elektrifizierung der regionalen Verkehrs- und Wärmemärkte mit elektrolytisch erzeugtem Wasserstoff aus regionalen Quellen aktuell erschwert. Die Stromeinspeisungsbilanz des Landkreis Alzey-Worms lag im Jahr 2019 bei 153%, die des Landkreises Bad Kreuznach bei 16% und der Landkreis Mainz-Bingen erreichte 40%². Die starken Unterschiede der Stromeinspeisungsbilanzen zwischen den Landkreisen lassen sich nicht nur durch den höheren Ausbaustand der Windkraft in Alzey-Worms begründen, sondern sind insbesondere einer hohen Energienachfrage der örtlichen Industrie in den Landkreisen Bad Kreuznach und Mainz Bingen geschuldet.

Um die Potentiale der Region zu erschließen und den aktuellen Herausforderungen in all ihren Facetten zu begegnen, wurde zu Beginn des HyStarter-Prozesses ein großer Wert auf die Zusammenstellung des Akteursnetzwerks gelegt. Ziel war es, alle Perspektiven von der Verwaltung und den kommunalen Betrieben, über kleine und mittlere Unternehmen bis hin zur Großindustrie in der Region in die Diskussionen und die Entwicklung einer regionalen H₂-Roadmap zu integrieren. Über die Projektlaufzeit von 17 Monaten hinweg engagierten sich Vertreter der folgenden Unternehmen und Einrichtungen an den HyStarter-Dialogen:

ABO Wind AG www.abo-wind.com	Juwö Poroton-Werke Ernst Jungk & Sohn GmbH www.juwoe.de	RNN Rhein-Nahe Nahverkehrsverbund GmbH www.rnn.info
AVL List GmbH www.avl.com	Kreisverwaltung Alzey-Worms www.kreis-alzey-worms.eu	Spedition Schmelzer spedition-schmelzer.de
Abfallwirtschaftsbetrieb Alzey-Worms www.kreis-alzey-worms.eu	Kreisverwaltung Bad Kreuznach www.kreis-badkreuznach.de	Stadtverwaltung Bad Kreuznach www.bad-kreuznach.de
Abfallwirtschaftsbetrieb Bad Kreuznach www.bad-kreuznach.de	Kreisverwaltung / Landkreis Mainz-Bingen www.mainz-bingen.de	Stadtwerke Bingen www.bingen.de/stadt/stadtwerke
BENEO Palatinit GmbH www.beneo.com/de	Kreuznacher Zentralwäscherei www.k-z-w.de	Stadtwerke GmbH Bad Kreuznach www.stadtwerke-kh.de
EDG Energiedienstleistungsgesellschaft Rheinhessen-Nahe GmbH www.edg-mbh.de	KRN Kommunalverkehr Rhein-Nahe GmbH www.krn-mobil.de	Südzucker AG www.suedzuckergroup.com
Energieagentur Rheinland-Pfalz GmbH www.energieagentur.rlp.de	Landeshauptstadt Mainz www.mainz.de	Toyota Mobility Foundation www.toyotamobilityfoundation.org
EWR AG www.ewr.de	L.T.G. Langenlonsheimer Transport GmbH www.ltg-transporte.de	Transferstelle Bingen www.tsb-energie.de
H2BZ Netzwerk Rheinland-Pfalz e.V. h2bz-rlp.de	Maschinenring Rheinhessen-Nahe-Donnersberg www.maschinenring.de/rheinhessen-nahe-donnernsberg	Verkehrsverbund Rhein-Neckar GmbH www.vrn.de
Handwerkskammer Rheinhessen www.hwk.de	Michelin Reifenwerke AG & Co. KGaA www.michelin.de	Wasserversorgung Rheinhessen-Pfalz GmbH www.wvr.de
Industrie- und Handelskammer für Rheinhessen www.ihk.de/rheinhessen	Pall GmbH www.pall.com/de	Westenergie AG www.westenergie.de
JUWI GmbH www.juwi.de	Planungsgemeinschaft Rheinhessen-Nahe www.pg-rheinhessen-nahe.de	ZAR Zweckverband Abwasserentsorgung Rheinhessen www.zweckverband-abwasserentsorgung-rheinhessen.de

¹ Quelle: <https://www.edg-mbh.de/ueber-edg/fakten/>
² Quelle: Energieatlas Rheinland-Pfalz, 2022

Szenarienmodellierung

Begleitend zu den Strategiedialogen in HyStarter wurden unterschiedliche Methoden und Tools genutzt, um Diskussionen anzuregen und die Entscheidungsfindung zu unterstützen. Eines dieser Tools war der Online-Szenarienrechner „H2Scout“, mit dem die Akteure vor Ort alternative Szenarien einer regionalen Wasserstoffwirtschaft konfigurieren, berechnen und miteinander vergleichen konnten. Mithilfe eines Optimierungsalgorithmus identifiziert der „H2Scout“ unter den gegebenen Rahmenbedingungen und Annahmen das kostenoptimale Infrastruktursystem zur Bereitstellung einer definierten Nachfragemenge nach Wasserstoff aus unterschiedlichen Sektoren. Dabei muss in jeder Stunde des Jahres die Nachfrage gedeckt sein, entweder aus eigener Produktion, aus vorhandenen Speichern oder durch Import von Wasserstoff (sofern zugelassen).

Der Szenarienrechner greift bei der Optimierung auf drei Datenquellen zurück:

- einen techno-ökonomischen Datensatz mit Leistungs- und anderen Kenngrößen der eingesetzten Technologien sowie Angaben zu Kosten und zu Wertschöpfungspotenzialen, der vom System für das Jahr 2030 vorgegeben ist;
- einen Datensatz zur regionalen Energiewirtschaft (Angebots- und Nachfrageseite), der mit Unterstützung der EE ENERGY ENGINEERS durch die regionalen Akteure für das Jahr 2030 abgeschätzt wurde;
- 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.

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

Basisszenario (Trend 2030)

Quellen für verwendete Parameter und Zeitreihen

- **Bestandsanlagen und Ausbaupotenziale für erneuerbare Energien im Jahr 2030:** Die vorhandenen Erzeugungsleistungen in 2030 wurden anhand der Bestandsanlagen aus dem MaStR Stand 2022 abgeschätzt. Dabei wurde eine Lebensdauer von 25 Jahren angenommen. Die Ausbaupotenziale für Windenergieanlagen wurden anhand der Fläche der Region und unter Annahme einer 2 %-igen Nutzung durch die EE ENERGY ENGINEERS abgeschätzt. Die Ausbaupotenziale für PV-Anlagen entstammen dem Energieatlas Rheinland-Pfalz.
- **Erzeugungszeitreihen erneuerbare Energien im Jahr 2030:** Vereinfachend wurden hier die aktuellen Wind- und Solarprofile der Region nach renewables.ninja für das Jahr 2030 für Neuanlagen unverändert angewandt. EEG-Anlagen (Wind) wurden altersbedingt auf 85,1 % Effizienz skaliert, Post-EEG-Anlagen (Wind) auf 69,6 %. Für PV-Anlagen gilt analog eine skalierte Effizienz von 95,1 % und 89,3 %.
- **Gesamtnachfrage Verkehr und Wärme:** Die Energienachfrage des Verkehrs- und Wärmesektors wurden auf Basis der Daten des Klimaschutzplaners 2019 für die 3 Landkreise berechnet. Es wurde angenommen, dass die Zahlen von 2019 bis zum Jahr 2030 konstant gehalten werden können.
- **Sektorale Nachfrage Wärme:** Die Daten wurden für die Region Rheinhessen-Nahe durch die EE ENERGY ENGINEERS von <https://www.hotmaps.eu/map> abgeleitet.
- **Sektorale Nachfrage Verkehr:** Hierzu wurde der Energiebedarf der jeweils gemeldeten Fahrzeugarten in der Region durch den Gesamtenergiebedarf aller Fahrzeuge geteilt. Die Fahrzeugzahlen sind den Statistiken des Kraftfahrtbundesamt entnommen, der spezifische Energiebedarf nach dena (Integrierte Energiewende) abgeschätzt und die Fahrleistung entspricht den „Daten & Fakten“ des Bundesamts für Straßenwesen.
- **Nachfragezeitreihen Wärme und Verkehr:** Da diese Daten nicht aufgeschlüsselt für die Region vorlagen, wurden vereinfachend die Zeitreihen des Projekts JERICO-E-usage (jericho-energy.de) angewendet.
- **Verfügbare Reststoffmengen:** Vereinfachend wurde hier auf Statistiken zu den Abfallaufkommen Deutschlands zurückgegriffen, die anschließend mit einem Pro-Kopf-Schlüssel auf die Region heruntergebrochen wurde. Verwendete Statistiken sind: NABU 2019, Circular Economy Initiative 2021 (Kunststoffabfälle) / UBA 2018 (Altreifen) / UBA 2018, Destatis 2019 (Klärschlämme).

Annahmen zur regionalen H₂-Nachfrage (inkl. Nachfragezeitreihen)

	Energie-nachfrage	Deckungsanteil H ₂	H ₂ -Nachfrage	Mehrzahlungs-bereitschaft
Verkehrssektor	4.982 GWh/Jahr	Pkw und Kleintransporter (je 5%) Lkw (10%) Abfallsammelfahrzeuge und Busse im ÖPNV (je 50%) Züge (2%), Schiffe (0%)	5.976 t/Jahr	Keine Mehrzahlungs-bereitschaft (Dieselpreis: 1,80 €/l ohne CO ₂ -Preis)
Wärmesektor	8.936 GWh/Jahr	Wohngebäude (2%) Bürogebäude (5%) Prozesswärme (10%)	15.806 t/Jahr	Keine Mehrzahlungs-bereitschaft (Erdgaspreis: 80 €/MWh ohne CO ₂ -Preis)
Industrienachfrage H₂ (stoffliche Nutzung)		100%	650 t/Jahr	Keine Mehrzahlungs-bereitschaft (grauer Wasserstoff 2,00 €/kg)

Annahmen zur Energie- und H₂-Bereitstellung

Verfügbare EE-Kapazitäten	Weitere regionale Ressourcen	H ₂ -Produktionspfade
 Bestand (2030): 954 MW Ausbaupotenzial: 1.520 MW	 Klärschlämme: 0 t/a Kunststoffabfälle (PE/PP): 52.975 t/a Altreifen: 6.569 t/a Biogas: 3,65 Mio m ³	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Wasserelektrolyse <input checked="" type="checkbox"/> Reststoffthermolyse <input checked="" type="checkbox"/> Methanplasmalyse <input checked="" type="checkbox"/> Dampfgasreformierung
 Bestand (2030): 409 MW Ausbaupotenzial: 6.949 MW	 Wasser: unbegrenzt verfügbar	

Weitere Annahmen

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

Alternativszenarien (Trend 2030)

Vom Basisszenario abweichende Annahmen

Szenario „Mit Klärschlamm-nutzung“	Szenario „Keine eigenen EE-Anlagen“	Fiktives Szenario „Weckruf“	Fiktives Szenario „Limitierte Wasserressourcen“
In Abgrenzung zum Basisszenario wird angenommen, dass die gesamte Klärschlamm-menge in der Region zur Wasserstoffproduktion zur Verfügung steht.	Es wird angenommen, dass sich die Wind- und PV-Anlagen in „fremder“ Hand befinden, und die Wasserstoffproduktion des Basisszenarios ausschließlich durch Strombezug von Dritten über das Netz realisiert wird.	Fiktives Szenario zur Darstellung, welcher Ausbau an erneuerbaren Energien in der Region zur Deckung von 50% der Nachfrage aus allen Sektoren erforderlich wäre.	Fiktives Szenario, das Wasser als Ressource zur Wasserstoffproduktion ausschließt. In diesem Szenario erfolgt die Deckung der regionalen Wasserstoffnachfrage zusätzlich durch Importe von Wasserstoff und Erdgas.

Jahresbilanzen des Basisszenarios Investitionskosten gesamt: 1,12 Mrd. €

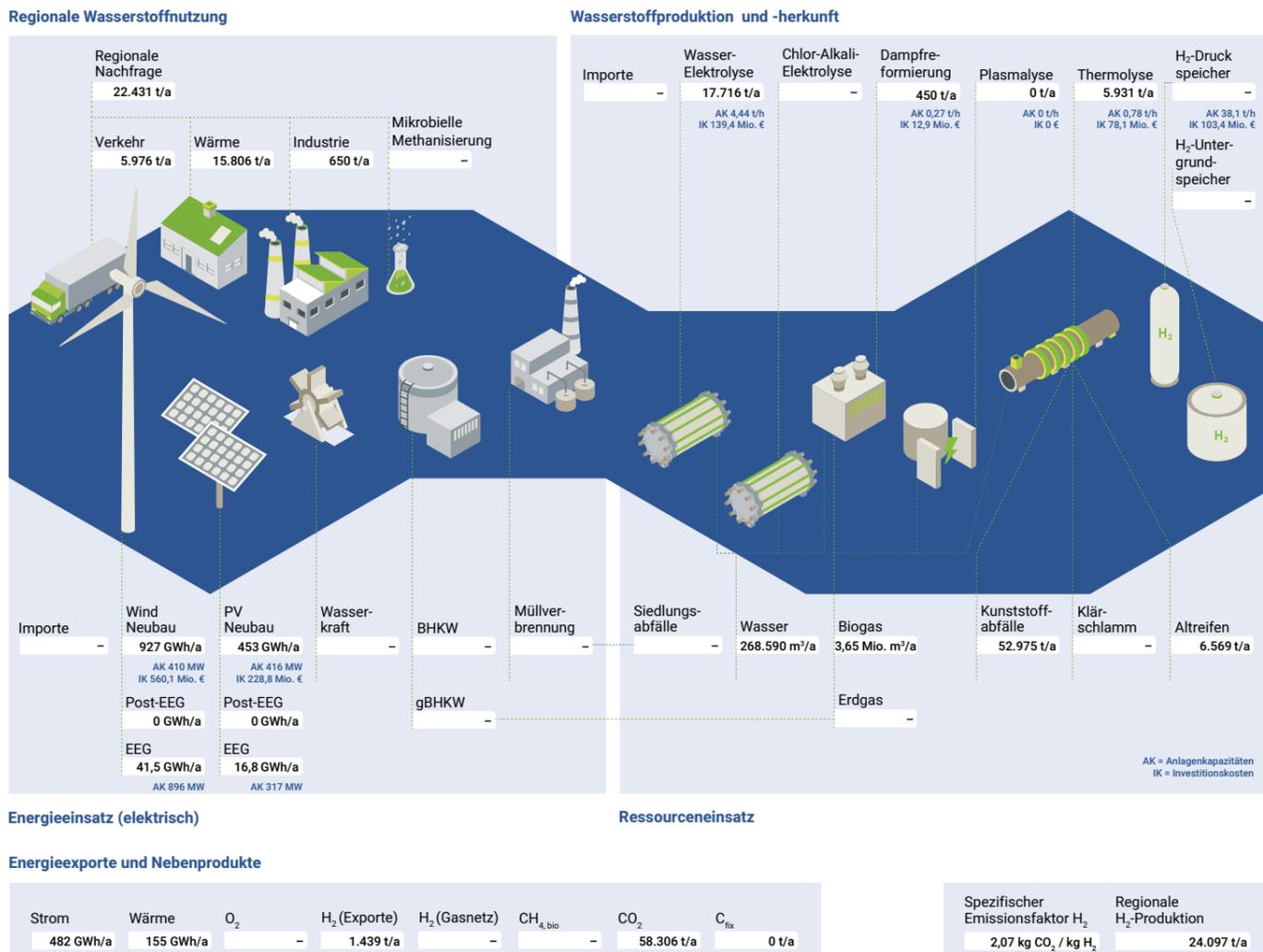


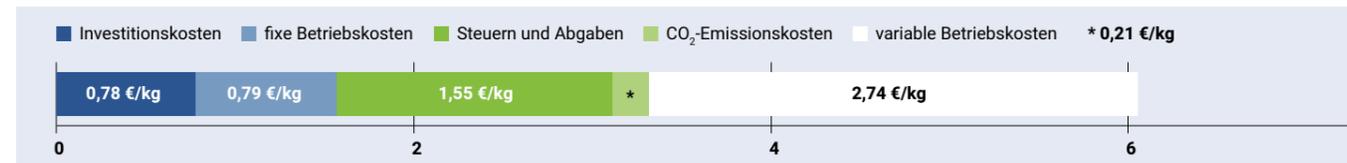
Abbildung 1: © H2Scout.eu/Spilett

(1) Netzstrombezug wird als Stromimporte gewertet, auch wenn der Strom bilanziell aus regionalen EE-Anlagen stammen könnte. (2) Abweichungen in der Zahlungsbereitschaft entstehen aufgrund unterschiedlicher Märkte bzw. abweichenden Mengen exportiertem „Überschusswasserstoffs“. (3) Negative Vermeidungskosten entstehen, wenn Wasserstoff günstiger bereitgestellt werden kann, als die über die Sektoren gemittelte Zahlungsbereitschaft abzüglich der CO₂-Kosten für die Bereitstellung des Wasserstoffs.

Basis- und Alternativszenarien im Vergleich Ergebnisse

Szenarien	H ₂ -Nachfrage	Autarkiegrad ¹	H ₂ -Bereitstellungskosten	Zahlungsbereitschaft H ₂ ²	Gewinn vor Steuern
Basisszenario	22.431 t/a	100 %	4,44 €/kg	4,76 €/kg	7,58 Mio €/a
Mit Klärschlammnutzung	22.431 t/a	100 %	4,19 €/kg	4,76 €/kg	13,6 Mio €/a
Keine eigenen EE-Anlagen	22.431 t/a	37,0 %	7,46 €/kg	4,85 €/kg	-58,41 Mio €/a
Limitierte Wasserressourcen	22.431 t/a	34,1 %	3,57 €/kg	4,85 €/kg	28,65 Mio €/a
Weckruf-Szenario	174.105 t/a	100 %	4,52 €/kg	4,78 €/kg	47,14 Mio €/a

Zusammensetzung der regionalen H₂-Gestehungskosten¹ Summe: 5,45 €/kg



1 Die H₂-Gestehungskosten beziehen sich ausschließlich auf die H₂-Produktionsanlagen. Stromkosten werden als variable Betriebskosten berücksichtigt
Abbildung 2: © H2Scout.eu/Spilett

Zusammensetzung der Umsätze Summe: 182.488.970 €/a

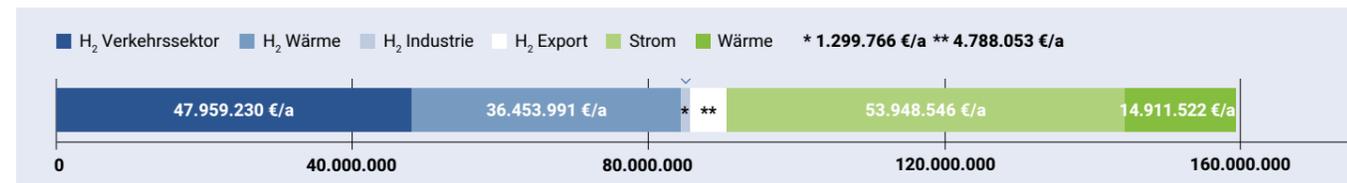


Abbildung 3: © H2Scout.eu/Spilett

Leistungskennzahlen des Systems (KPI)

22.431 t/a H ₂ -Nachfrage ergibt sich aus den definierten H ₂ -Bedarfen der Region	4,44 €/kg H ₂ -Bereitstellungskosten Break-Even-Preis, der im Mittel vom Kunden gezahlt werden muss, um einen Gewinn zu erzielen	7.579.321 €/a Gewinn vor Steuern Maximaler Gewinn vor Steuern im Fall, dass die durchschnittliche Zahlungsbereitschaft als Preis realisiert wird	184.873 t/a Vermiedene CO ₂ -Emissionen Vermiedene Gesamtemissionen zuzüglich der bei der Wasserstoffproduktion entstehenden CO ₂ -Emissionen	39.052.219 €/a Vermiedene externe Kosten Vermiedene gesellschaftliche Kosten des Klimawandels und der Stickoxidemissionen des Verkehrssektors
100 % Autarkiegrad Regionaler Anteil der zur Wasserstoffproduktion verwendeten Primärenergie	4,76 €/kg Zahlungsbereitschaft H ₂ Durchschnittliche Zahlungsbereitschaft über alle Nachfragesektoren	1,1 % Kapitalrendite bei einer angenommenen Systemlaufzeit von 20 Jahren	75,41 €/t CO ₂ -Vermeidungskosten Die CO ₂ -Vermeidungskosten enthalten als Differenz zwischen Bereitstellungskosten und Zahlungsbereitschaft den definierten CO ₂ -Preis	37.553.321 €/a Direkte regionale Wertschöpfung Anteil der in der Region verbleibenden Wertschöpfung aus dem Betrieb der Anlagen (Näherungswert aufgrund unvollständiger Datenbasis)

Fazit

Unter den getroffenen Annahmen und Rahmenbedingungen sind vier der fünf betrachteten Szenarien wirtschaftlich und tragen deutlich zur Reduzierung der CO₂-Emissionen in der Region bei. Nur das Szenario „ohne eigene EE-Anlagen“ ist sowohl unwirtschaftlich wie auch klimaschädigender als die fossilen Referenzszenarien, da 72% des regional bereitgestellten Wasserstoffs elektrolytisch unter Verwendung des deutschen Strommixes aus dem Netz erzeugt werden. Das Szenario „Limitierte Wasserressourcen“ stellt das wirtschaftlich attraktivste Szenario dar, wenn der Import von Wasserstoff mit einem gesteigerten Export von nicht mehr für die Elektrolyse benötigten Mengen Strom einhergeht. Das Weckruf-Szenario verdeutlicht die perspektivischen Herausforderungen der Wasserstoffregion Rheinhausen-Nahe: Ein 50%-iger Deckungsbeitrag von Wasserstoff in allen Sektoren erfordert ca. 4x mehr Windenergiekapazitäten als aktuell ausgewiesen sowie 80% der regionalen PV-Potentialflächen in der Region.

	Kapitalrendite	Vermiedene CO ₂ -Emissionen	CO ₂ -Vermeidungskosten ³	Vermiedene externe Kosten	Direkte regionale Wertschöpfung
Basisszenario	1,1 %	184.873 t/a	75,41 €/t	39,05 Mio €/a	37,55 mio €/a
Mit Klärschlammnutzung	2 %	181.036 t/a	46,11 €/t	38,27 Mio €/a	42,99 Mio €/a
Keine eigenen EE-Anlagen	-46 %	-124.192 t/a	k.A.	-24,31 Mio €/a	6,43 Mio €/a
Limitierte Wasserressourcen	5,3 %	183.174 t/a	-30,15 €/t	38,70 Mio €/a	52,43 Mio €/a
Weckruf-Szenario	0,5 %	1.559.886 t/a	75,23 €/t	327,38 Mio €/a	415,58 Mio €/a



Abbildung 4: Die Vision 2030 – Optionen der Wasserstoffproduktion und der Wasserstoffanwendungen in der Region Rheinhessen-Nahe

Die Wasserstoffregion Rheinhessen-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 der „Regionalen Geschäftsstelle Wasserstoff, Rheinhessen-Nahe (RGH2RN)“ die das ursprüngliche HyStarter-Akteursnetzwerk abgelöst und in

enger Kooperation mit den Wirtschaftsfördergesellschaften der Kreise und der IHK für Rheinhessen die Wasserstoffregion Rheinhessen-Nahe zu einem attraktiven Standort grüner Gewerbestandorte und klimaneutraler Quartiere entwickelt hat.

Ein unterstützendes Momentum hat die Wasserstoffregion Rheinhessen-Nahe durch die politische Entscheidung im Jahr 2025 erhalten, den Hochlauf der Wasserstoffinfra-

strukturen mit einer Experimentierklausel zu versehen. Somit konnten die regionalen Industrieunternehmen als Ankerkunden die Investitionen absichern, und profitieren für die kommenden 15 Jahre von stabilen Energiepreisen. Insbesondere die Möglichkeit, grünen Wasserstoff über das bestehende Erdgasnetz zu transportieren und im nationalen und EU-Emissionshandel anzurechnen, hat zu einem Boom der Nachfrage und in Folge einem beschleunigten Ausbau und frühzeitiger Wirtschaftlichkeit der

H₂-Produktionsanlagen (Elektrolyse, Thermolyse) geführt. Erste Industrieunternehmen entscheiden sich im Rahmen von Ersatzinvestitionen für reine Wasserstofflösungen und bilden dabei den Nukleus lokaler Energieinseln, die von der Energie- bzw. Ressourcenbereitstellung, über die H₂-Produktion und Logistik bis hin zur Anwendung in den unterschiedlichen Energiesektoren die gesamte Wertschöpfungskette abbilden.

Durch eine aktive Gestaltung der Mobilitätswende in der Region Rheinhessen-Nahe konnte trotz gestiegener Nachfrage nach Mobilität das Verkehrsaufkommen entgegen dem bundesdeutschen Trend seit dem Jahr 2019 konstant gehalten werden. Die Elektrifizierung des Verkehrssektors hat dank der Wasserstoffantriebe auch die Dekarbonisierung der Schwerlast- und Überlandverkehre in der Region ermöglicht. Als Nebeneffekt des einhergehenden Ausbaus der H₂-Tankstelleninfrastruktur ist auch die Nachfrage nach Brennstoffzellen-Pkw in der privaten Nutzung und bei Car- und Ridesharing-Anbietern deutlich gestiegen. Im Jahr 2030 sind 10 % der schweren Nutzfahrzeuge (Lkw) sowie je 5 % der leichten Nutzfahrzeuge und der Pkw mit Wasserstoff unterwegs. Das entspricht 450 Lkw, 650 Transportern und fast 20.000 Pkw. 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 und alle Fahrzeuge vom motorisierten Zweirad bis zum 40 t-Lastkraftwagen mit 100 % klimaneutral in Rheinhessen-Nahe produziertem Wasserstoff versorgen. Darüber hinaus existieren 3 Betriebshoftankstellen zur Betankung der 100 Wasserstoffbusse des Nahverkehrsverbunds Rhein-Nahe, die sich zu großen Teilen im Besitz des kommunales Verkehrsunternehmens KRN befinden. Diese Betriebshoftankstellen sind auch von kleineren Busbetreibern in der Region nutzbar, um die Eintrittshürden in die Wasserstoffmobilität für die gesamte Busflotte im Nahverkehrsverbund Rhein-Nahe zu senken. Gewartet und repariert werden die Wasserstoffbusse wie auch die Lkw in einer der drei Werkstätten, die in der Region fahrzeug- und typenoffen betrieben werden. Am Standort der L.T.G. in Langenlonsheim betreibt die TCG Truck Center Graffe die Größte dieser Werkstätten mit einem Fokus auf schwere Nutzfahrzeuge und angeschlossener H₂-Tankstelle, die auch überregional als Ausbildungsstandort für Wasserstoffantriebe und H₂-Infrastrukturen anerkannt und nachgefragt ist.

Die Dekarbonisierung des Wärmesektors mit Wasserstoff begann im Rahmen von ersten Pilotprojekten der EDG bereits im Jahr 2025. Nachdem Blockheizkraftwerke zur Versorgung der kommunalen Liegenschaften erfolgreich auf Wasserstoffbetrieb umgerüstet und sicher betrieben wurden, haben zunehmend auch private Hauseigentümer diese Technologien nachgefragt. Im Jahr 2030 werden 5% des Wärmebedarfs von Büro- und Verwaltungsgebäuden sowie 2% der Wärmenachfrage in Wohngebäuden mit Wasserstoff gedeckt, was einer jährlichen Nachfrage von etwa 4.500 t H₂ entspricht. Der Großteil der Nachfrage erfolgt noch über eine Beimischung von Wasserstoff ins Erdgasnetz, da die Wasserstofflogistik noch nicht im erforderlichen Umfang in der Fläche ausgerollt werden konnte. Neuinstallationen werden aber als H₂Ready-Gasheizungen bzw. KWK-Anlagen ausgeführt und, wie gesetzlich gefordert, mit konkreten Ausbauplänen für einen 100 % Wasserstoffbetrieb realisiert.

Jede zweite Wasserstoffheizung bzw. jedes zweite wasserstoffbetriebene Blockheizkraftwerk stehen im Landkreis Mainz-Bingen, was dem prozentualen Anteil der Wärmenachfrage von Gebäuden in der Region Rheinhessen-Nahe entspricht. Der Landkreis Mainz-Bingen hat daher gemeinsam mit der EDG frühzeitig ein Konzept zur Versorgung von Quartieren und Gewerbestandorten mit Wasserstoff ausgearbeitet, das als Blaupause für die beiden anderen Landkreise dient.

Nachdem erste Pilotprojekte zur Demonstration einer klimaneutralen, versorgungssicheren und kostenstabilen Prozessenergiebereitstellung mit Wasserstoff erfolgreich in der Region realisiert wurden, fragen nun immer mehr Unternehmen des produzierenden Gewerbes Wasserstoff nicht nur als Beimischung im Erdgasnetz, sondern auch direkt nach. Im Jahr 2030 werden 10% der Prozessenergie mit regional produziertem Wasserstoff bedient, was einer Menge von jährlich 11.330 Tonnen entspricht. Die Südzucker AG hat eine Elektrolyse an ihrem Produktionsstand-

ort in Offstein realisiert, mit dem das Tochterunternehmen BeneoPalatinit GmbH den Wasserstoffbedarf von ca. 650 t nun aus regionalen und erneuerbaren Quellen bedienen kann. Weitere Wasserstoffmengen werden an der benachbarten Tankstelle vertankt, die Abwärme der Elektrolyse wird in Produktionsprozesse integriert und der Sauerstoff in der Abwasseraufbereitung eingesetzt. Bedenken bezüglich der in der Region knappen Ressource Wasser konnten frühzeitig durch ein integriertes Wassermanagement begegnet werden, das eine Aufbereitung und Nutzung der Abwässer aus der Zuckerrübenverarbeitung vorsieht.

Die im Jahr 2030 in der Region nachgefragten 22.431 t Wasserstoff werden unter Verwendung von ausschließlich regional verfügbaren Energien und Ressourcen erzeugt. Fast 80 % der regionalen Nachfrage nach Wasserstoff werden im Jahr 2030 über die Wasserelektrolyse gedeckt, die 63 % des erneuerbaren Stroms aus den neu installierten Wind- und PV-Anlagen (Gesamtkapazität 826 MW) und über einen Netzstrombezug aus den EEG-Bestandsanlagen (Gesamtkapazität 1,2 GW) nutzt. Insgesamt 33 % des in den neu installierten Wind- und PV-Anlagen erzeugten Grünstroms wird am Strommarkt vertrieben, um durch eine Querfinanzierung die Bereitstellungskosten des produzierten Wasserstoffs zu senken. Der jährliche Wasserverbrauch für die elektrolytische Wasserstoffproduktion beträgt knapp 270.000 m³, mit einer durchschnittlichen Förderleistung von etwa 30.000 l/h und einer Peaknachfrage von bis zu 60.000 l/h. Perspektivisch muss der weitere Ausbau der Wasserstoffregion Rheinhessen-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 initiiert.

Die kommunal gesammelten Bio- und Grünschnittabfälle aus Bad Kreuznach und Mainz-Bingen liefern im Jahr 2030 Biogas in Höhe von 3,65 Mio m³, die zur Herstellung von Wasserstoff mittels Dampfgasreformierung genutzt werden. Am Standort Kompostwerk Bad Kreuznach konnte zwischenzeitlich erfolgreich demonstriert werden, dass die thermolytische Verarbeitung von biogenen Reststoffen zum einen energieeffizienter ist und durch die Produktion von Pflanzenkohle eine aktive CO₂-Senke bildet. Seitdem CO₂-Senken im Rahmen von „Carbon Removal“-Verträgen staatlich vergütet werden bzw. die chemische Industrie händierend post-fossile Kohlenstoffquellen sucht und entsprechend vergütet, sind thermolytische und plasmalytische Verfahren der Wasserstoffproduktion im Trend. Die Region Rheinhessen-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 H₂-Produktionspfads für die Wasserstoffregion Rheinhessen-Nahe aufgenommen wurden.

H₂-Regionalcluster

Die Wasserstoffregion Rheinessen-Nahe gliedert sich zu Ende des Projekts HyStarter in insgesamt 6 H₂-Regionalcluster mit jeweils individuellen thematischen Schwerpunkten für die Initialphase (2023 – 2027):

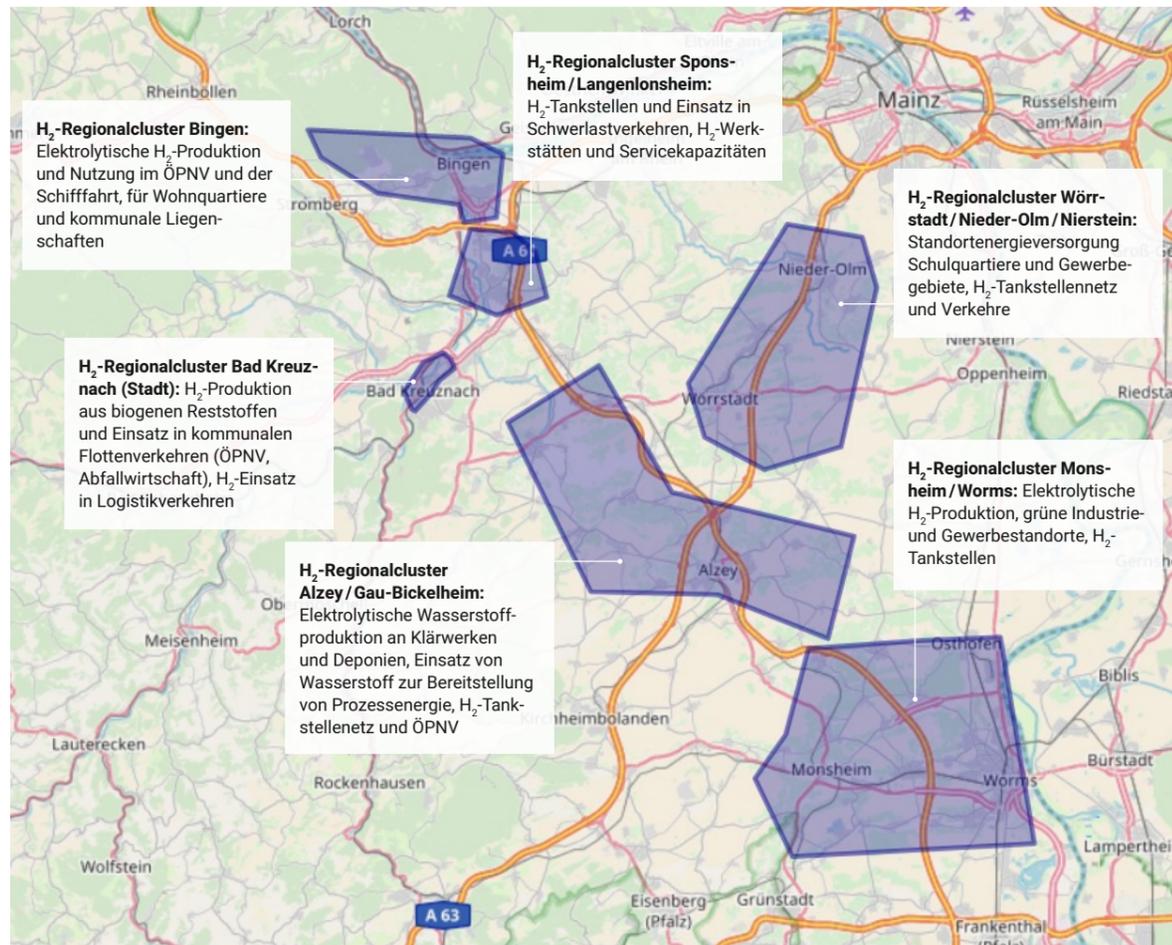


Abbildung 5: © BMDV / Spilett (auf Basis von openstreetmap.org)

Projektideen

H₂-Erzeugung

- #01 H₂-Produktion aus biogenen Reststoffen am Kompostwerk Bad Kreuznach
- #02 Resilientes Speicherkraftwerk Rheinessen (Strom und Wärme)
- #03 Standortidentifizierung für grünes H₂ mittels GIS-Analysen
- #04 Elektrolyse im Wormser Industriegebiet
- #05 Elektrolyse am Klärwerk in Bingen-Büdesheim
- #06 H₂-Produktion und -Nutzung am Wertstoffhof Framersheim
- #07 H₂-Produktion aus Grünschnitt im LK Donnersberg
- #23 H₂-Produktion in der Nähe des Klärwerkes Alzey
- #26 Wasserstoffproduktion bei der Kläranlage Gau-Bickelheim
- #29 Elektrolyse und Tankstelle am Wertstoffhof Gundersheim
- #34 H₂-Produktion im Cluster Wörrstadt

H₂-Mobilität

- #13 Grüner Autohof / H₂-Tankstellennetzwerk
- #14 Öffentliches H₂-Tankstellennetzwerk in der Region etablieren
- #15 H₂-Tankstelle, -Lkw und Werkstätten für Nutzfahrzeuge am L.T.G. Betriebshof in Langenlonsheim
- #16 H₂-Lkw bei den Logistikunternehmen L.T.G., Schmelzer und der Kreuzbacher Zentralwäscherei
- #17 H₂-Flurförderzeuge (Stapler) in der Intralogistik bei JUWÖ und Michelin
- #18 Einsatz von H₂-Bussen im regionalen ÖPNV (KRN)
- #19 H₂-betriebene Rheinfähre + Binnenschiffe
- #20 H₂-Züge auf den VLEX-Strecken
- #22 H₂-Tankstelle im Cluster Alzey
- #24 H₂-Tankstelle im Gewerbegebiet Monsheim
- #27 H₂-Busverkehr im LK Alzey-Worms
- #30 H₂-Tankstelle auf Wertstoffhöfen des AWB Alzey-Worms
- #32 H₂-Logistikverkehre im Gewerbegebiet Nieder-Olm

H₂-Standortenergieversorgung

- #08 Einsatz von grünem H₂ bei der Südzucker AG (inkl. Produktion)
- #09 Wasserstoffeinsatz zur Wärmebereitstellung für den Produktionsstandort Pall
- #10 Wärme- und Strombereitstellung für Wohngebäude bzw. -quartiere (noch ohne Verortung)
- #11 Standortenergieversorgung für die JUWÖ Poroton-Werke in Wöllstein
- #12 Nutzung von Strom aus PV-Dachflächenanlagen
- #21 H₂-Tankstelle in (grünen) Gewerbegebieten
- #28 Elektrolyse-Abwärmenutzung
- #31 Wärmeversorgung am Schwimmbad Oppenheim
- #33 Wärmeversorgung Bildungsstandorte Nieder-Olm

Clusterübergreifende Aktivitäten

In den 6 identifizierten Wasserstoffclustern werden Projekte entlang der Wertschöpfungskette entwickelt und miteinander vernetzt. Die erforderlichen analytischen und konzeptionellen Arbeiten erfolgen clusterübergreifend im Zeitraum 2023 – 2025. So sollen Doppelarbeiten und Doppelansprachen vermieden, sowie standort- bzw. landkreisbergreifend gültige Blaupausen für die Entwicklung der Angebots- und Nachfrageseite erstellt werden. Auch gilt es, eine Heimat für die im Rahmen der Strategiedialoge noch nicht verorteten Projektideen zu finden bzw. diese Ideen in vorhandene Projektansätze zu integrieren. Diese sind

Allein 3,5 MW der installierten Leistung, die ab 2025 aus der EEG-Vergütung fällt, befinden sich aktuell im Eigentum und Betrieb der Landwirte des Maschinenrings und der Energiegenossenschaften im Landkreis Donnersberg. Für die Kleinstanlagen in der Größenordnung von 20 – 100 kW wird ab 2027 nur noch der Marktpreis als Vergütung gezahlt. Über eine Nachnutzung zur Erzeugung von Wasserstoff (via Elektrolyse) könnte ggfs. ein wirtschaftlicher Weiterbetrieb der noch funktionstüchtigen Anlagen sichergestellt werden.

Die im Projekt HyStarter entwickelte Landkarte der Möglichkeiten soll um **GIS-Analysen mit Unterstützung der ABO Wind** ergänzt werden und eine detaillierte Kartographierung der Wasserstoffregion Rheinhausen-Nahe ermöglichen. Diese kann anschließend dazu genutzt werden, (weitere) geeignete Standorte für Wasserstoffaktivitäten zu identifizieren und zu beschreiben. Insbesondere sollen folgende Standortfaktoren Berücksichtigung finden:

- Erneuerbare-Energien-Anlagen (Bestandsanlagen, Vorranggebiete),
- Tankstellen und Autohöfe,
- Logistikstandorte,
- nicht-elektrifizierte Bahnlinien,
- Kläranlagen,
- Deponien,
- Gewerbe- und Industriestandorte,
- Wasserentnahmestellen und -förderkapazitäten,
- Gas- und Strominfrastrukturen,
- Verkehrswege (TEN-T-Korridore),
- Konversionsflächen,
- Nutzungspotentiale für Abwärme.

Standort- und projektunabhängig wurde eine Bereitschaft seitens der am HyStarter-Prozess beteiligten Akteure signalisiert, eigene (Betriebs-)Flächen für die H₂-Produktion bereitzustellen bzw. geplante H₂-Produktionskapazitäten zu erhöhen für eine Mitversorgung benachbarter Projekte und Abnehmer. Auch besteht die Bereitschaft, H₂-Tankstellen für Unternehmensflotten statt als reine Betriebshoftankstellen als öffentlich zugängliche Tankstellen zu planen, um Backup-Betankungsoptionen für das regionale H₂-Tankstellennetzwerk zu ermöglichen. Somit soll erwarteten Engpässen in der Hochlaufphase durch Kooperation begegnet werden. Voraussetzung für die Realisierung dieser Idee ist ein förderunschädlicher, öffentlicher Betrieb der mit staatlichen Mitteln unterstützten Tankstellen.

- 1 Resilientes Speicherkraftwerk Rheinhausen** – Versorgung einer kritischen Infrastruktur mit Erneuerbarer Energie, Konzept zur Darstellung einer ganzjährigen Versorgung mit erneuerbaren Energien im Pilotversuch (Vorplanung für bspw. Quartier, landwirtschaftlichen Betrieb oder Schule). Die Pilotanlage enthält folgende Systemkomponenten: H₂-Erzeugung, Wärmebereitstellung, alternative Speicherkonzepte, Rückverstromung mittels Brennstoffzelle oder Turbine.
- 2 Aufbau eines regionalen H₂-Tankstellennetzes** – Entwicklung eines Startnetzes für die Betankung von Pkw, leichten und schweren Nutzfahrzeugen, kommunalen Fahrzeugen, Bussen, Zügen und Schiffen. Identifizierung geeigneter Standorte, Betriebskonzepte (privat, teil-öffentlich, öffentlich), Eigentümerstrukturen und Anlagendimensionierung. Entwicklung einer Versorgungsstrategie mit Wasserstoff und einer Backup-Strategie bei temporärer Nichtverfügbarkeit einzelner Standorte.
- 3 Entwicklung von grünen Gewerbestandorten** – Über einzelne Standortvorhaben in den jeweiligen H₂-Regionalclustern hinaus sollen clusterübergreifend geeignete Gewerbestandorte identifiziert und hinsichtlich der Möglichkeit einer „grünen“ Energieversorgung mit Wasserstoff evaluiert werden. Die Eignung zur Installation und dem wirtschaftlichen Betrieb von Wasserstofftankstellen an diesen grünen Gewerbestandorten ist ebenfalls Bestandteil der Analysen.
- 4 Nutzung von PV-Dachflächenanlagen für eine dezentrale H₂-Produktion** – In der gesamten Region und auch im benachbarten Landkreis Donnersberg existieren PV-Dachflächenanlagen, die zeitnah bzw. perspektivisch aus der Förderung fallen und ggfs. für eine dezentrale H₂-Produktion im Rahmen integrierter Quartierskonzepte für die Strom- und Wärmebereitstellung genutzt werden können.

Eine erfolgreiche Initiierung der H₂-Regionalcluster erfordert in den kommenden 24 Monaten vorbereitende und begleitende Maßnahmen zur Bereitstellung der für die Standorterschließung, Projektplanung und -entwicklung notwendigen Informationen:



H₂-Regionalcluster Alzey/Gau-Bickelheim

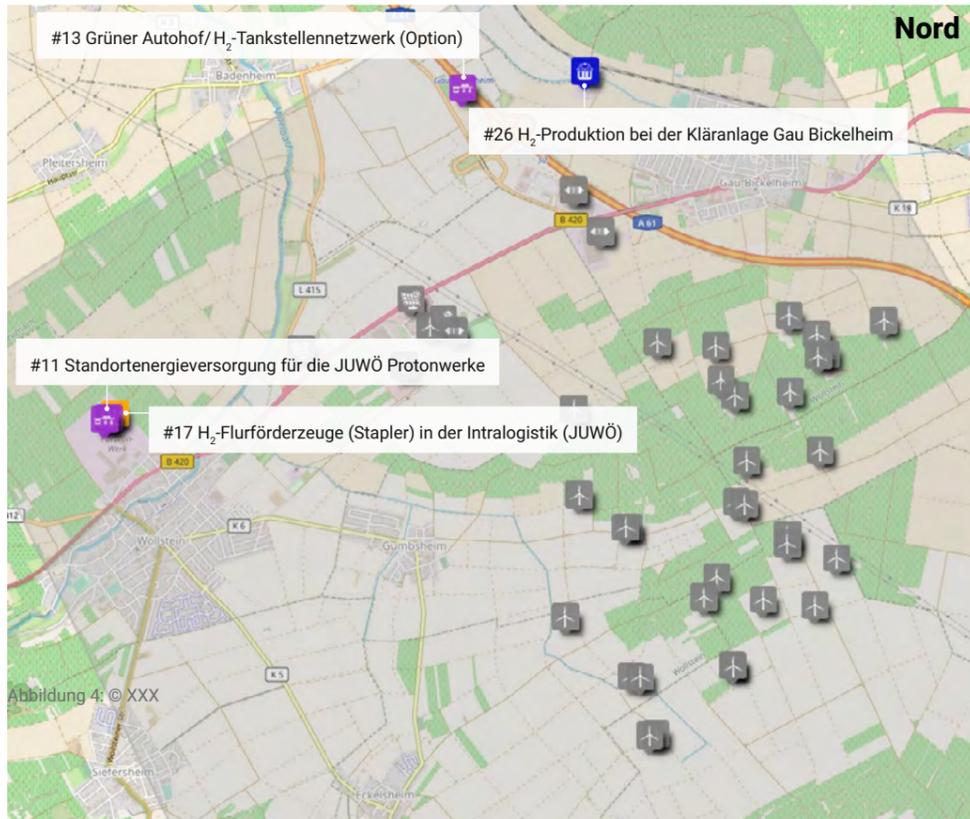


Abbildung 6: © BMDV / Spilett (auf Basis von openstreetmap.org)

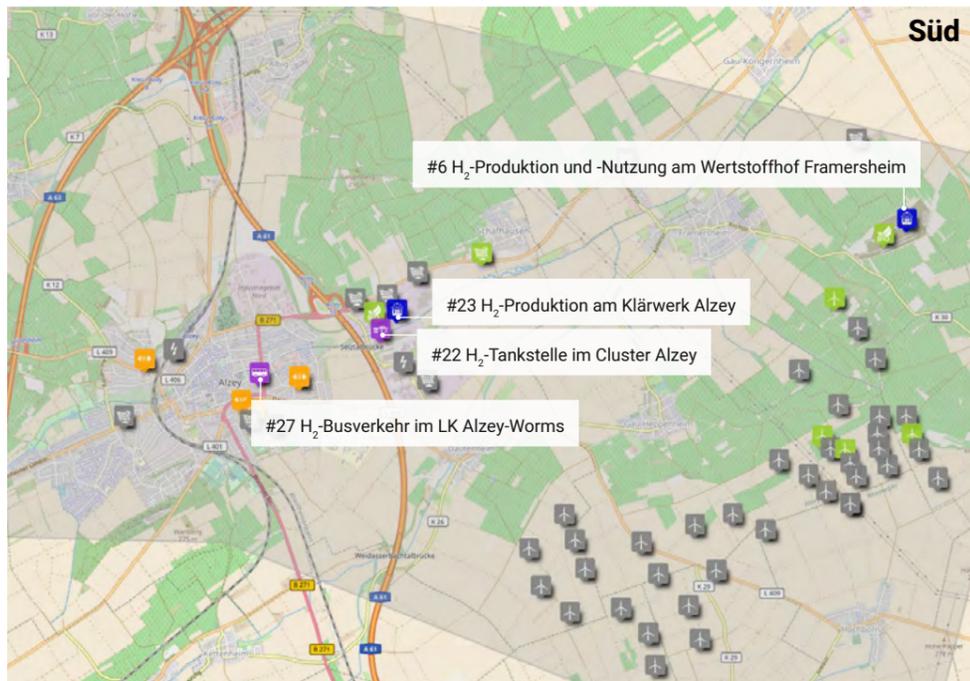


Abbildung 7: © BMDV / Spilett (auf Basis von openstreetmap.org)

vorhandene Infrastrukturen noch **ohne Kontakt zum HyStarter-Kernteam**

Projektideen und vorhandene Infrastrukturen **mit Kontakt zum HyStarter-Kernteam**

- Anwendungsfeld Mobilität
- Anwendungsfeld Wärme
- H₂-Produktion und Speicherung
- Erneuerbare Energien und Ressourcen
- Industrie

Projektideen

Das H₂-Regionalcluster Alzey / Gau-Bickelheim startet mit Projekten zur Demonstration und vergleichenden Analyse der elektrolytischen und thermo- bzw. plasmalytischen Wasserstoffproduktion an den Klärwerkstandorten Alzey und Gau-Bickelheim. Der produzierte Wasserstoff soll primär zur Betankung der kommunalen Flottenfahrzeuge der Wasser- und Abfallwirtschaftsbetriebe genutzt werden, wird aber bei ausreichender Produktionsmenge auch den geplanten Wasserstofftankstellen im Cluster (Nähe Selztalbrücke und an der Autobahn-Anschlussstelle Gau-Bickelheim) zur Verfügung gestellt.

Darüber hinaus wurden erste Gespräche geführt, inwieweit an der Deponie Framersheim eine elektrolytische Wasserstoffproduktion sinnvoll wäre, um die rückläufigen Mengen an Deponiegas sukzessive zu ersetzen und einen Weiterbetrieb der vorhandenen Energieinfrastrukturen zu ermöglichen. Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie sollen die technische, wirtschaftliche und rechtliche Machbarkeit geprüft, sowie die Übertragbarkeit auf andere Deponiestandorte in der Region geklärt werden. Auch hier können ggfs. vorhandene Überschussmengen für die Betankung von Wasserstofffahrzeugen des Abfallwirtschaftsbetriebs an den Standorten Framersheim oder Wertstoffhof Gundersheim genutzt werden.

Auch die Standortenergieversorgung der JUWÖ Poroton-Werke in Wöllstein und der Betrieb der Flurförderzeuge (Stapler) und Lkw lassen sich durch einen Einsatz von Wasserstoff (anteilig) dekarbonisieren. Aufgrund der ho-

hen Strom- und Wärmebedarfe von jährlich ~ 80 GWh im Dreischichtbetrieb der Produktion sind die Versorgungssicherheit (langfristige Verfügbarkeit ausreichender Mengen an Wasserstoff) sowie die Anrechenbarkeit im Emissionshandel zentral. Eine Dekarbonisierung unter Einsatz von regional erzeugtem Wasserstoff erfordert technische Lösungen für den Keramikbrenner (800 °C) und die Trocknungsprozesse (120 °C). Bei Erfolg ist ein Transfer des Systems auf den Standort Alzenau denkbar, dort werden jährlich 33 GWh Energie nachgefragt.

Die Entscheidung über den zukünftigen Einsatz von Wasserstoff zur Dekarbonisierung der Busverkehre im Landkreis Alzey-Worms erfordert eine vergleichende Kosten-Nutzen-Übersicht für die konkreten Linienbündel in der Region. Basierend auf den Erfahrungen in den Nachbarkreisen Bad Kreuznach und Mainz-Bingen, sowie unter Berücksichtigung des Zusatznutzens als Ankerkunde für den Hochlauf der H₂-Infrastrukturen in der Region, könnten in einem ersten Schritt 15 bis 25 Wasserstoffbusse auf ausgewählten Linien eingesetzt werden.

Darüber hinaus soll unter Berücksichtigung der Ergebnisse der GIS-Analysen der ABO Wind die Entwicklung weiterer geeigneter Elektrolysestandorte in der Region vorangetrieben werden. Im Fokus stehen hierbei die Standorte, an denen die gesamte Wertschöpfungskette für die interessierte (Fach-)Öffentlichkeit dargestellt und demonstriert werden kann.



Regionale Herausforderungen

Gewährleistung der Versorgungssicherheit großer Mengen Wasserstoff für die industrielle Nutzung am Standort Wöllstein oder die kommunalen Busverkehre.

» Zusätzlich zum Aufbau eigener Produktionskapazitäten werden Lieferverträge mit etablierten Wasserstofflieferanten, z. B. dem Energiepark Mainz oder der Infraserb-Höchst in Frankfurt geschlossen.

Finanzierung der Mehrkosten im Betrieb.

» Inanspruchnahme von Fördermitteln der zum Ende von HyStarter in Abstimmung befindlichen Förderrichtlinie „Klimaschutzverträge“.

Sicherstellung eines zuverlässigen Anlagenbetriebs (24/7) bei minimalen Ausfallzeiten.

» Qualifizierung von regionalen Fachkräften für Wartung, Reparatur und Betrieb, sowie Ersatzteilhaltung.

Lösungsansätze**Externer Unterstützungsbedarf**

Die regionalen Akteure betreten bei allen genannten Projektideen Neuland und sind daher auf eine unterstützende Begleitung der Hersteller (Anlagen, Fahrzeuge) angewiesen, was Informationen zur technischen und wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit ihrer Produkte angeht. Dabei ist wesentlich, dass schlüsselfertige bzw. marktreife Systeme angeboten werden, die sich unter Alltagsbedingungen im Betrieb bewähren (TRL 8-9). Die Ansprache der Hersteller erfordert eine aktuelle und vollständige Übersicht über den Anbietermarkt, die idealerweise zentral durch die Wasserstoffbranche bzw. die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) bereitgestellt wird.

Zur Planung und Vorbereitung der Projekte zur elektrolytischen Wasserstofferzeugung an Klärwerkstandorten wird idealerweise auf die Erfahrung und Expertise des Mainzer Wirtschaftsbetriebs zurückgegriffen, der über ein vergleichbares Projekt mit angegliederter H₂-Tankstelle und Einspeisepunkt ins örtliche Gasnetz verfügt.

Für die Erstellung eines Betriebskonzepts für ausgewählte Linienbündel auf Wasserstoff-Basis sowie Planung der zugehörigen H₂-Infrastrukturen (Werkstatt, Tankstelle) wird der Austausch mit dem Deutschen Brennstoffzellen-Buscluster der NOW gesucht und auf Erfahrungen anderer Busbetreiber zurückgegriffen.

Da der Einsatz von Wasserstoff in Konkurrenz zu anderen emissionsarmen Alternativen steht und sich im Vergleich wirtschaftlich rentieren muss, sind entsprechende Business Cases für unterschiedliche Standortkonzepte zu entwickeln.

Umsetzungsstrategie

Im Rahmen von Voruntersuchungen sollen die Standorte Klärwerke Alzey und Gau-Bickelsheim, Deponiestandort Framersheim und Wertstoffhof Gundersheim auf die Eignung zur elektrolytischen Wasserstoffproduktion evaluiert, die jeweils möglichen Produktionsmengen quantifiziert sowie mögliche Synergien zu benachbarten Infrastrukturen und potenziellen Abnehmern von Wasserstoff, Sauerstoff und Abwärme identifiziert und vergleichend dargestellt werden. Für die als geeignet befundenen Standorte erfolgt eine Projektentwicklung inklusive Fördermittelakquise für die H₂-Infrastrukturen und die erforderlichen Anwendungen auf Nachfrageseite (Abfallsammelfahrzeuge, Busse, öffentliche H₂-Tankstellen...).

Die Entscheidung, ob und wie Wasserstoff zukünftig eine Rolle bei der Dekarbonisierung des Standorts der JUWÖ-Poroton-Werke in Wöllstein spielen kann, hängt wesentlich von der Technologie- und Wasserstoffverfügbarkeit, der Zuverlässigkeit im Betrieb sowie der relativen Wirtschaftlichkeit zu Technologie- oder Prozessalternativen ab.

Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

H₂-Tankstellennetz: Belieferung von Standorten in den anderen H₂-Regionalclustern mit grünem Wasserstoff.

Quartiersversorgung: Abwärmennutzung, Belieferung von Standorten in den anderen H₂-Regionalclustern mit Wasserstoff.

Einsatz von H₂-Bussen: Strategische Abstimmung zum H₂-Infrastrukturhochlauf mit der KRN und der RNN (ggfs. gemeinsame Nutzung von Servicewerkstätten und Tankstellen in der Hochlaufphase), Erfahrungsaustausch bei Beschaffung, Genehmigung und Betrieb von Anlagen und Fahrzeugen.



H₂-Regionalcluster Bad Kreuznach (Stadt)



Abbildung 8: © BMDV / Spilett (auf Basis von openstreetmap.org)

Projektideen

Der Landkreis Bad Kreuznach ist gekennzeichnet als Standort vieler energieintensiver Unternehmen und gleichzeitig geringer Verfügbarkeit von regional produziertem Grünstrom. Daher sollen von Beginn an neben der Wasserelektrolyse auch biogene Reststoffe zur thermolytischen bzw. plasmalytischen Produktion von Wasserstoff in der Region genutzt werden. Diese Verfahren benötigen im Vergleich zur Wasserelektrolyse deutlich weniger erneuerbaren Strom je Einheit produzierten Wasserstoffs (Faktor 5 – 10) und keinerlei Wasser. Somit wird eine perspektivische Nutzungskonkurrenz um die knappe Ressource Wasser vermieden.

In einem ersten Projekt soll am Standort des Kompostwerks in Bad Kreuznach über thermolytische Prozesse aus den jährlich verfügbaren Mengen an Biomasse (18.000 t/Jahr aus der Biotonne und 2.000 t/Jahr Grünschnitt) Wasserstoff und Pflanzenkohle zur dauerhaften CO₂-Speicherung und Bodenverbesserung erzeugt werden. Es ist geplant, mit dem am Standort thermolytisch und ggfs. auch elektrolytisch erzeugten Wasserstoff die bis

zu 25 künftigen Wasserstoffbusse der KRN zu betanken, die in Summe ca. 130 t Wasserstoff jährlich nachfragen werden. Zusätzlich ist angedacht, auch Abfallsammlerfahrzeuge und ggfs. weitere Lkw aus dem kommunalen Flottenfuhrpark mit Wasserstoff aus dieser Anlage zu versorgen. Eine Integration des benachbarten Unternehmensstandorts von Michelin zur Erschließung von Synergien ist angedacht und wird geprüft. Das Michelinwerk könnte perspektivisch zum einen Strom für die H₂-Produktion bereitstellen, zum anderen aber auch als Abnehmer für den Wasserstoff und die Abwärme fungieren.

Im Landkreis Donnersberg fallen an 5 Sammelstandorten jährlich 15.000 t Grünschnitt an, der perspektivisch ebenfalls thermolytisch zu Wasserstoff und Pflanzenkohle weiterverarbeitet werden könnte. Sollte ein vergleichbares Projekt auch im Landkreis Donnersberg auf den Weg gebracht werden, so wird ein Erfahrungsaustausch und eine Zusammenarbeit angestrebt. Gegebenenfalls lassen sich weitere Synergien in den Bereichen des Anlagenbetriebs und der -wartung heben (Stichworte: Fachkräfte, Ersatzteilhaltung).

Darüber hinaus soll am bzw. in Nähe des Autobahndreiecks Nahetal eine H₂-Tankstelle für regionale und für Transitverkehre errichtet werden. Das Autobahndreieck befindet sich entlang des europäischen TEN-T Comprehensive Netzwerks, das gemäß der Richtlinie 2014/94/EU über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe mit Wasserstofftankstellen ertüchtigt werden soll. Gemäß Richtlinie sollen im Jahr 2030 an Hauptverkehrsstraßen alle 200 km, sowie an urbanen Knotenpunkten Wasserstofftankstellen mit jeweils 1 t Tageskapazität errichtet sein. Die Versorgung der Tankstelle erfolgt idealerweise mit regional produziertem, grünem Wasserstoff. Eine frühzeitige Vernetzung des zukünftigen Tankstellenbetreibers mit regionalen H₂-Produzenten ist angedacht und soll über das Klimaschutzmanagement des Landkreises erfolgen.

Auch die Standortenergieversorgung mit Wasserstoff soll exemplarisch für ein zu entwickelndes, grünes Gewerbegebiet in der Ortsgemeinde Wamsroth auf wirtschaftliche, technische und rechtliche Machbarkeit hin geprüft und

bei positivem Ergebnis anschließend realisiert werden. In diesem Gewerbegebiet sollen anschließend prioritär Unternehmen aus dem Bereich Nachhaltigkeit angesiedelt werden, denen ein CO₂-neutraler Unternehmensstandort und die Möglichkeit CO₂-neutraler Mitarbeiter-, Waren- und Güterverkehre wichtig sind. Zur Versorgung der Fahrzeugflotten soll neben Ladesäulen auch eine Wasserstofftankstelle im Gewerbegebiet errichtet werden, die mit grünem Wasserstoff aus der Region betrieben wird.

Wasserstoff könnte darüber hinaus auch einen Beitrag zur Dekarbonisierung der Produktionsprozesse bei der Firma Pall am Standort Bad Kreuznach liefern. Als Hersteller von Tiefen-Filternschichten für die Lebensmittel- und Pharmaindustrie wird Prozessenergie in Form von Dampf (160 °C) benötigt. Vorausgesetzt einer wirtschaftlichen und technischen Machbarkeit besteht Bedarf an mit grünem Wasserstoff betriebenen Dampferzeugungseinheiten im Umfang von 4 MW (Errichtung von Neuanlagen) bzw. 3 x 4,6 MW (Umrüstung Bestandsanlagen).

Regionale Herausforderungen

Bereitstellung von ausreichenden Mengen grünen Wasserstoffs aus regionalen Quellen zur Sicherstellung eines unterbrechungsfreien Betriebs der Dampferzeugungseinheiten am Standort Pall.

Ausbau der erneuerbaren Energien im Landkreis Bad Kreuznach zur Sicherstellung ausreichender Mengen Grünstrom.

Identifizierung der technischen und wirtschaftlichen Biomassepotentiale in der Region inkl. Entwicklung geeigneter Erschließungsstrategien zur Nutzung in thermolytischen und plasmalytischen Prozessen.

Lösungsansätze

» Direktlieferverträge als Ankerkunde mit regionalen H₂-Produktionsstätten, ergänzt um Lieferverträge mit etablierten, überregional agierenden Unternehmen wie z. B. Energiepark Mainz oder Infraser-Hoechst.

» Akzeptanzsicherung für den Ausbau von erneuerbaren Energien durch Schaffung eines lokalen Mehrwerts in integrierten Versorgungskonzepten.

» Durchführung einer Potentialanalyse unter Einbeziehung der Forst, des Weinbaus, der Landwirtschaft und der Landschaftspflege. Bestandteil der Analyse ist auch eine Übersicht zu aktuellen Nutzungspfaden und Rahmenbedingungen einer zukünftigen Nutzung der biogenen Reststoffe zur Wasserstoffherzeugung.

Externer Unterstützungsbedarf

Aktuell fehlt es in der Region noch an Expertise zum Bau und Betrieb von Wasserstofftankstellen. Es wird angestrebt, hier regionale Unternehmen zu qualifizieren und Kooperationen mit überregionalen Tankstellenbetreibern einzugehen.

Zur Evaluierung der Eignung von Wasserstoff zur Dampfgaserzeugung bei der Pall müssen die Auswirkungen auf die Energielogistik und die Kosten geklärt und vergleichend zu direkt-elektrischen Referenzsystemen dargestellt werden (z. B. Wärmebereitstellung über Heizstab oder Wärmepumpe). Erfahrungsberichte aus anderen Regionen oder von anderen Industrien, bzw. Aussagen von Herstellern geeigneter Anlagen werden im Rahmen der Entscheidungsfindung angefragt.

Eine rechtliche Einordnung und belastbare Aussagen

- zur Anrechenbarkeit von Herkunftsnachweisen für Wasserstoff, wenn dieser über eine Beimischung im Erdgasnetz bezogen wird,
- zur technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit einer Beimischung von Wasserstoff in höheren Mischungsanteilen und resultierende operative Auswirkung auf Bestandsanlagen und -prozesse,
- zu Möglichkeiten der vertraglichen Anpassung bestehender Liefer- und Wartungsverträge bei Umrüstung auf einen (Teil-) Wasserstoffbetrieb,
- zu Preisstabilität des verfügbaren Wasserstoffs

sind Voraussetzung für die Entscheidungsfindung über einen möglichen Einsatz von Wasserstoff bei den Industriebetrieben in der Region.



Umsetzungsstrategie

Die Projektideen werden standortspezifisch von unterschiedlichen Teams weiterentwickelt, validiert und bei Eignung geplant und umgesetzt. Der Landkreis Bad Kreuznach wird hierbei koordinierend tätig und unterstützt die Vernetzung zu anderen regionalen Akteuren sowie in Richtung Industrie und Politik.

Das Pilotprojekt am Standort Kompostwerk Bad Kreuznach wird vorbereitend durch eine detaillierte Machbarkeitsstudie validiert. Das im Rahmen der Studie entwickelte Technologiedesign wird anschließend in eine Leistungsbeschreibung überführt und vergleichende Angebote von mindestens 2 – 3 Herstellern bzw. Lieferanten eingeholt. In Abhängigkeit der Ergebnisse zur wirtschaftlichen Machbarkeit wird das Projekt ggfs. in zwei Phasen geteilt, um in kleinerem Maßstab erste Betriebserfahrungen mit der Technologie zu gewinnen und Optimierungspotentiale für die spätere Skalierung zu identifizieren. Basierend auf den Ergebnissen der Machbarkeitsstudie und der zwischenzeitlich durchgeführten Potentialanalyse zur Biomasseverfügbarkeit in der Region wird entschieden, ob und inwieweit der Standort ggfs. über die geplante Skalierung der heutigen Biotonnen- und Grünschnittabfällen hinaus entwickelt werden könnte.

Die Versorgungsstrategie für die Busse der KRN wird nach Festlegung der finalen Anzahl der Busse und Wahl des zu ertüchtigenden Betriebshofs entwickelt. Zu Beginn ist wahrscheinlich, dass der Wasserstoff per Trailer an den Betriebshof der KRN geliefert wird. Unter Nutzung des im Rahmen der ersten HyStarter-Runde für die Lausitz entwickelten Tools des Reiner-Lemoine Instituts ist eine Belieferung mit Trailern für die avisierten 25 Busse unter der Annahme einer durchschnittlichen täglichen Reichweite von 300 km die wirtschaftlichste Option (prognostizierte Transportkosten in Höhe von 1,84 €/kg H₂ statt 2,19 €/kg H₂ für die Ertüchtigung von Bestandsleitungen bzw. 4,49 €/kg H₂ für den Neubau von Wasserstoffpipelines). Die täglich nachgefragten Mengen von etwa 600 kg H₂ erfordern eine Trailerbelieferung alle zwei Tage.

Die Umsetzungsstrategien für die Wasserstoffnutzung an den Standorten Pall und Michelin werden unternehmensintern entwickelt. Die Umsetzungsstrategie zur Entwicklung des grünen Gewerbestandorts in der Ortsgemeinde Wamsroth ist Teil und somit Ergebnis der geplanten Machbarkeitsstudie.

Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

H₂-Produktion: Austausch mit den Aktivitäten zur H₂-Produktion aus biogenen Reststoffen im Landkreis Donnersberg

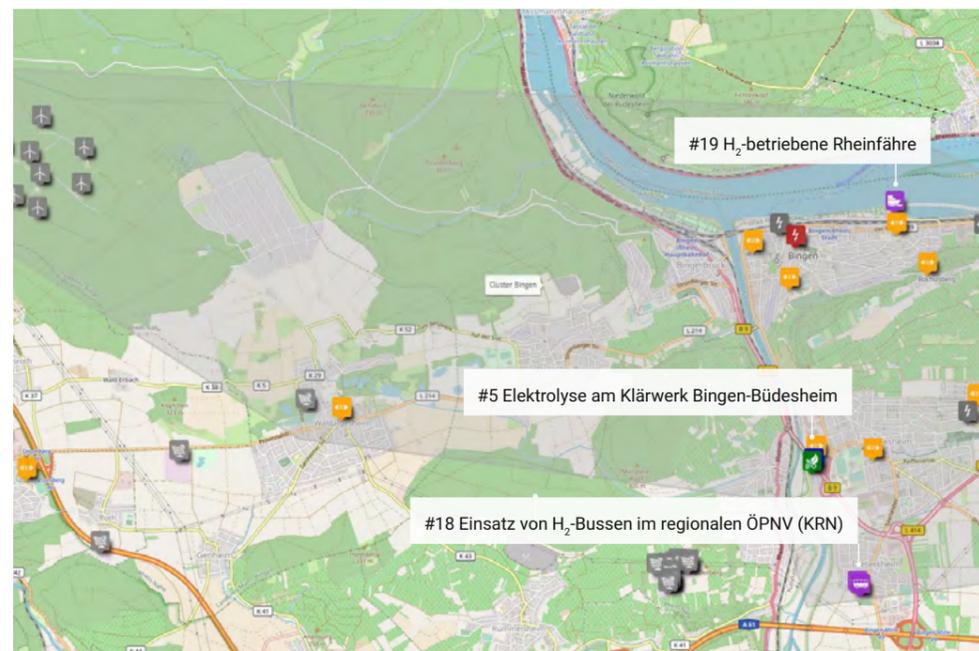
H₂-Tankstellennetz: Abstimmung mit den Landkreisen Alzey-Worms und Mainz-Bingen zur strategischen Entwicklung der Standorte unter Berücksichtigung der in den Einzelprojekten geplanten Betriebshoftankstellen (Ziel: Versorgungssicherheit in der Region von Beginn an gewährleisten)

Grüne Gewerbestandorte: Erfahrungsaustausch mit den Aktivitäten zum Gewerbegebiet Nieder-Olm, sowie den Industriestandorten von JUWÖ, Pall, Südzucker und Michelin

Einsatz von H₂-Bussen: Strategische Abstimmung zu H₂-Infrastrukturhochlauf mit der RNN und dem Busbetreiber in Alzey-Worms (ggfs. gemeinsame Nutzung von Servicewerkstätten und Tankstellen in der Hochlaufphase), Erfahrungsaustausch bei Beschaffung, Genehmigung und Betrieb von Anlagen und Fahrzeugen



H₂-Regionalcluster Bingen



vorhandene Infrastrukturen noch **ohne Kontakt zum HyStarter-Kernteam**

Projektideen und vorhandene Infrastrukturen **mit Kontakt zum HyStarter-Kernteam**

- Anwendungsfeld Mobilität
- Anwendungsfeld Wärme
- H₂-Produktion und Speicherung
- Erneuerbare Energien und Ressourcen
- Industrie

Abbildung 9: © BMDV / Spilett (auf Basis von openstreetmap.org)

Projektideen

Der Fokus der Aktivitäten in der Initialphase des H₂-Regionalclusters Bingen liegt in der Wärmeenergieversorgung von Quartieren und kommunalen Einrichtungen, sowie der Einführung von Wasserstoff als Kraftstoff in kommunale Flottenverkehre bzw. den ÖPNV.

In Abhängigkeit der Geschwindigkeit des Hochlaufs und der resultierenden Nachfragemengen, entstammt der eingesetzte Wasserstoff aus einer der beiden im H₂-Regionalcluster geplanten Elektrolyseanlagen an den Klärwerken Bingen oder Oppenheim, oder aber er wird über eine Trailerbetankung von den H₂-Produktionsstandorten in den benachbarten Landkreisen bezogen.

In der Nähe zum Klärwerk Bingen-Büdesheim soll eine Wasserelektrolyse zur Produktion von grünem Wasserstoff errichtet werden. Eine Belieferung mit erneuerbarem Strom könnte bei den Windkraftanlagen südlich des Clusters (Gensingen) angefragt werden. Es ist geplant, den als Nebenprodukt anfallenden Sauerstoff im Beliebschlammbecken der Kläranlage einzusetzen. Somit

können die Energieverbräuche und resultierenden Kosten des Kompressors für den Lufteintrag gesenkt werden. Es ist in Absprache mit dem Anlagenbetreiber und Experten der Plasmalyse bzw. Thermolyse zu prüfen, ob auch die Faulgase oder Klärschlamm zur Wasserstoffherzeugung genutzt werden dürfen und in einem akzeptablen Rahmen wirtschaftlich darstellbar sind. Über die eigenen Wärme- und Kraftstoffbedarfe hinausgehende Mengen Wasserstoff können dem Verkehrssektor, z. B. den Wasserstoffbussen der KRN oder der H₂-Tankstelle an den Autohöfen am Autobahnkreuz Bingen bzw. Nahetal bereitgestellt werden.

Für das Klärwerk Oppenheim wurde bereits im Rahmen einer Machbarkeitsstudie geprüft, ob und wie eine elektrolitische Produktion von Wasserstoff umgesetzt und der Sauerstoff zur Ozonierung sowie die Abwärme für die Nutzung im benachbarten städtischen Schwimmbad verwendet werden können. Der produzierte Wasserstoff soll primär als saisonaler Speicher für den Betrieb des Schwimmbads in den Wintermonaten genutzt werden.

Die Energiedienstleistungsgesellschaft Rheinhessen-Nahe mbH (EDG) prüft zum Zeitpunkt der Strategiedialoge die Eignung von Wasserstoff zur ganzjährigen Bereitstellung klimaneutraler Wärme und Elektrizität in kommunalen Liegenschaften (Wohngebäude bzw. -quartiere mit 70 – 100 Wohneinheiten). Geplant ist der Einsatz von wasserstoffbetriebenen BHKW, die durch Umrüstung von Bestandanlagen oder im Rahmen von Ersatzinvestitionen ertüchtigt werden (jährlich werden 10 – 12 gasbetriebene Anlagen der EDG erneuert). Zusätzlich wird überlegt, die Servicefahrzeuge der EDG-Mitarbeiter im Anlagenservice für den Einsatz auf längeren Strecken mit Wasserstoff zu betreiben.

Die Umsetzung der Vorgaben der Clean Vehicles Directive (CVD) sieht definierte Quoten für die öffentliche Beschaffung lokal emissionsfreier Fahrzeuge im Zeitraum 2021 – 2030 vor. Die Stadtwerke Bingen und der Kommunalverkehr Rhein-Nahe (KRN) beabsichtigen daher

einen Einsatz von Wasserstoffbussen im regionalen ÖPNV sowie die Errichtung betriebshofnaher Betankungsinfrastrukturen. Als mögliche Standorte sind Dexheim (Rhein-Selzpark, 70 Busse, H₂-Tankstelle und Werkstatt), Kirn (8 Busse, H₂-Tankstelle) und Bingen-Dietersheim (10 Busse, H₂-Tankstelle) im Gespräch.

Die Umrüstung der Rheinfähren auf einen Wasserstoffantrieb bildet einen weiteren Baustein einer emissionsfreien Mobilität im Landkreis Mainz-Bingen, und wird erstmalig die Wasserstoffmobilität auf dem Rhein demonstrieren. Die technische, rechtliche und wirtschaftliche Machbarkeit sowie Akzeptanz müssen unter aktuellen Rahmenbedingungen gesondert geprüft und die Eignung der Anlegestelle in Bingen für die Errichtung und den Betrieb einer Wasserstofftankstelle zur Versorgung der Fähren mit regional produziertem, grünem Wasserstoff validiert werden.

Regionale Herausforderungen

Perspektivisch wirtschaftlicher Betrieb der H₂-BHKW und Akzeptanz bei den Nutzern.

Durchführung eines Pilotvorhabens H₂-betriebene Rheinfähren.

Ausreichend diversifizierter Anbietermarkt für H₂-betriebene Blockheizkraftwerke (zur Kosten- und Risikominimierung)

Lösungsansätze

» Inanspruchnahme von Fördermitteln; Nutzung aller Wertschöpfungsstufen (eigene EE-Anlagen, eigene H₂-Produktion); Aufklärung und Kommunikation.

» Kooperation mit Komponentenherstellern und Hochschulen (Forschungsprojekt).

» Hochlauf als Phasenmodell zur vergleichenden Validierung der Technologiereife und Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Hersteller.



Externer Unterstützungsbedarf

Während der Einsatz von Wasserstoffbussen, die Errichtung von H₂-Tankstellen und die elektrolitische Produktion von Wasserstoff heute Stand der Technik sind und ausreichend Hersteller am Markt ihre Produkte anbieten, wird mit dem Vorhaben einer H₂-betriebenen Rheinfähre Neuland betreten. Zum Zeitpunkt der Strategiedialoge existieren zwar bereits einige Prototypen für die Binnenschifffahrt, es besteht aber noch keine Einigung in der Branche über die Art des Einsatzes von Wasserstoff in der Binnenschifffahrt (H₂ in Form von efuels oder Methanol, H₂ in gasförmiger oder flüssiger Verwendung, in Form von Ammonium oder via Trägerflüssigkeiten). Im Rahmen eines Forschungsprojekts soll mit regionalen und überregionalen Experten evaluiert werden, welche Antriebe und Betankungsoptionen für eine wasserstoffbetriebene Rheinfähre in Frage kommen. Ggfs. kann hier auch mit weiteren Anrainergemeinden des Rheins der Austausch gesucht werden, um die Vielzahl an unterschiedlichen Interessen und Erfahrungswissen in die Entwicklungen einzubeziehen.

Für alle Vorhaben sind Fördermittel zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit hilfreich (CAPEX und OPEX). Die Beteiligung kommunaler Akteure an den Vorhaben muss möglich und förderfähig sein. Ein externer Unterstützungsbedarf besteht ggfs. im Bereich der Fördermittelbeantragung und des Fördermittelmanagements für das Forschungsvorhaben „H₂Rheinfähre“.

Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

Einsatz von H₂-Bussen: Strategische Abstimmung zum H₂-Infrastrukturhochlauf mit der RNN und dem Busbetreiber in Alzey-Worms (ggfs. gemeinsame Nutzung von Servicewerkstätten und Tankstellen in der Hochlaufphase), Erfahrungsaustausch bei Beschaffung, Genehmigung und Betrieb von Anlagen und Fahrzeugen.

H₂ in der Quartiersversorgung: Standort- und clusterübergreifende Evaluierung der unterschiedlichen Versorgungskonzepte in der Region, Erfahrungsaustausch im Betrieb von H₂-BHKW mit den Gewerbe- und Industriestandorten in der Region.

H₂-Rheinfähre: Vernetzung mit der HyStarter Region Bendorf und weiteren Anrainern entlang des Rheins zur Entwicklung und Erprobung alternativer Schiffsantriebe für die Personenbeförderung.

Umsetzungsstrategie

In einem ersten Schritt werden die Elektrolyseanlagen an den beiden Klärwerkstandorten in Abhängigkeit der prognostizierten Nachfragemengen in der Region sowie der jeweiligen Standortpotentiale dimensioniert und errichtet. Bei Bedarf erfolgt die Errichtung weiterer H₂-Produktionsanlagen zur Verwertung der Faulgase und/oder des anfallenden Klärschlammes.

Die EDG hat bereits erste H₂Ready-BHKW in Betrieb und plant eine zeitnahe Beschaffung weiterer Anlagen. Nach Sichtung und Analyse des Anbietermarkts muss im Rahmen einer unternehmensinternen Kosten-Nutzen-Bewertung und Risikoabwägung entschieden werden, wie und wo der weitere Ausbau von wasserstoffbetriebenen BHKW erfolgt. Denkbar sind Anlagen, die höhere Wasserstoffanteile im Erdgasnetz oder auch 100% Wasserstoff vertragen. Es existieren brennstoffzellen- und verbrennungsmotorisch betriebene Anlagen mit jeweils unterschiedlichen Wirkungsgraden in verschiedenen Leistungsklassen. Zum Zeitpunkt der HyStarter-Strategiedialoge sind auch erste Anlagen in der Erprobung, die flexibel mit variierenden Gasgemischen ohne Erfordernisse einer Brenneranpassung betrieben werden können. Je nach Einsatzzweck und Nutzungsprofil werden unterschiedliche Technologiekonzepte an den jeweiligen Standorten realisiert, betrieben und vergleichend evaluiert. Wasserstoff wird ein Baustein in der Standortenergieversorgung sein und kann auch als Hybridsystem direktelektrische Versorgungskonzepte ergänzen.



H₂-Regionalcluster Sponsheim / Langenlonsheim

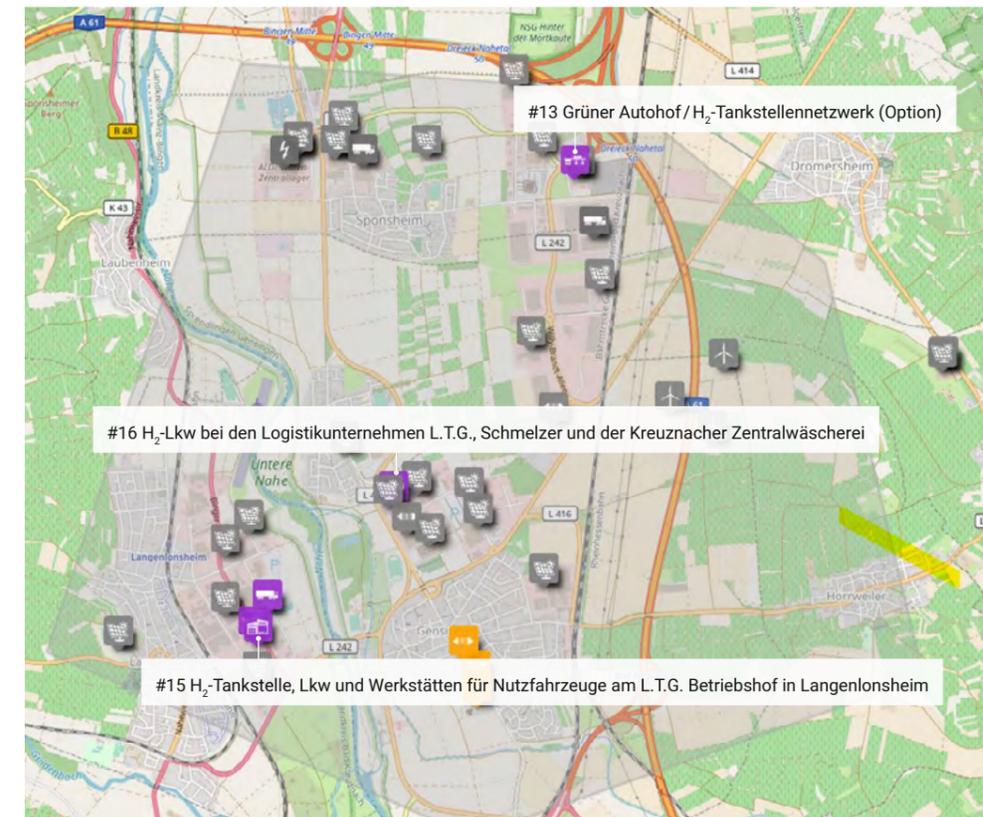


Abbildung 10: © BMDV / Spilett (auf Basis von openstreetmap.org)

Projektideen

Das H₂-Regionalcluster Sponsheim / Langenlonsheim verbindet landkreisübergreifend die beiden H₂-Regionalcluster Bad Kreuznach und Bingen mit einem Fokus auf Infrastrukturen zur Betankung, Wartung und Reparatur von wasserstoffbetriebenen schweren Nutzfahrzeugen.

Am Betriebshof der L.T.G. in Langenlonsheim soll eine Wasserstofftankstelle für schwere Nutzfahrzeuge errichtet werden und als zentraler Standort zur Betankung der

ersten Lkw und Busse in der Region dienen. Drei Unternehmen haben im Rahmen der HyStarter-Strategiedialoge ihr Interesse an einer zeitnahen Beschaffung von bis zu 12 Lkw konkretisiert. Die Tankstelle soll auch weiteren privaten und kommunalen Unternehmen mit H₂-Flottenfahrzeugen offenstehen. Zusätzlich zur H₂-Tankstelle wird am Standort auch eine Servicewerkstatt zur Wartung und Reparatur von wasserstoffbetriebenen Nutzfahrzeugen errichtet und betrieben werden.



Regionale Herausforderungen

Preisstabilität und Versorgungssicherheit von Wasserstoff gewährleisten.

Lösungsansätze

» Langfristverträge (Fullservice) mit Backup-Strategien im Fall eines Fahrzeugausfalls oder einer Störung im Anlagenbetrieb (Tankstelle oder H₂-Produktion), ggfs. Pay-per-Use-Modelle.

Laufzeiten von Leasingverträgen für die Fahrzeuge auftragsbedingt ggfs. kürzer als 4 – 6 Jahre.

» Flexible Rückkaufoptionen vereinbaren oder regionale Geschäftsmodelle für die Zweitverwertung entwickeln.

Hochlauf der Betankungsinfrastrukturen mit den Bedarfen der Logistiker abgleichen, Wirtschaftlichkeit der H₂-Tankstellen gewährleisten.

» In der Startphase (< 10 Lkw) mit mobilen Betankungseinheiten arbeiten, die im Leasing angeboten werden bzw. die geplante Autobahntankstelle am Dreieck Nahtal nutzen. Erst nach der Erprobungsphase auf stationäre H₂-Tankstellen wechseln, wenn Entscheidungen zur Flottenerweiterung bei den regional interessierten Fuhrparkunternehmern getroffen wurden und die erforderlichen Kapazitäten quantifiziert werden können.

Externer Unterstützungsbedarf

Zum Zeitpunkt der HyStarter-Strategiedialoge war der Anbietermarkt für wasserstoffbetriebene Lkw nur wenig diversifiziert. Die verfügbaren Fahrzeuge waren nur bedingt für den bei den regionalen Akteuren vorherrschenden Alltagseinsatz geeignet, ein Anbieter ist während der Projektlaufzeit insolvent gegangen. Um zeitnah einen signifikanten Hochlauf wasserstoffbetriebener Lkw in der Logistik zu ermöglichen, müssen mindestens folgende Anforderungen anbieterseitig erfüllt sein:

- Verschiedene Fahrzeugtypen (Sattelzugmaschinen, Wechselbrückenfahrzeuge, 12 / 18 / 26 t)
- ADR-Zulassung (machen je Unternehmen bis zu 40% der Touren aus)
- Reichweiten je Tankfüllung mindestens 700 km, besser 1.500 km (um eine Betankung an der „Heimtankstelle“ zu ermöglichen und Rückfahrten flexibel zu halten, solange das H₂-Tankstellennetz nicht ausreichend dicht ist)
- Tankdauern sind zweitrangig (15 – 25 Minuten werden als akzeptabel angesehen)
- Ersatzteilgarantien > Betriebszeiten der Fahrzeuge

Zusätzlich besteht Unterstützungsbedarf bei der Qualifizierung von Servicekräften zur Wartung und Reparatur der Fahrzeuge sowie der H₂-Infrastrukturen. Zur Sicherstellung von kurzen Reaktionszeiten ist es insbesondere vor dem Hintergrund der aktuell und absehbar hohen Nachfrage nach den Fahrzeugen und Infrastrukturen unabdingbar, lokale Servicekapazitäten aufzubauen und Ersatzteillagerung zu betreiben.

Zur Sicherung der H₂-Verfügbarkeiten müssen alternative Versorgungskanäle (auch überregional) im Rahmen einer Backup-Strategie identifiziert und entsprechende Partnerschaften / Lieferverträge geschlossen werden.



Umsetzungsstrategie

Im Rahmen einer Marktsondierung werden Anfragen an Lieferanten von wasserstoffbetriebenen schweren Nutzfahrzeugen gestellt, um technische Leistungsbeschreibungen sowie Konditionen zu Kauf / Leasing und Service zu erhalten. Parallel dazu erfolgt eine Interessensabfrage bei den regional ansässigen Fuhrparkbetreibern (kommunal und privat), um Möglichkeiten einer gemeinsamen Beschaffung mit dem Ziel verbesserter Konditionen zu evaluieren und die erwarteten Nachfragemengen zur Dimensionierung der H₂-Infrastrukturkapazitäten zu quantifizieren. Das Interesse wird in schriftlicher Form abgefragt, um bei späterer Fördermittelbeantragung entsprechende Nachweise liefern zu können.

Mit den quantifizierten Bedarfen werden anschließend die in der Region ansässigen H₂-Produzenten angesprochen, um einzuschätzen, inwieweit und unter welchen Konditionen die nachgefragten Mengen sicher aus der Region heraus geliefert werden können. Zeitgleich werden Vergleichsangebote etablierter bzw. überregional agierender Unternehmen angefragt, um Risiken der Versorgungssicherheit und Kosten zu minimieren.

Die Planung, Genehmigung, Beschaffung und Errichtung der ersten H₂-Nutzfahrzeugetankstellen in der Region erfolgt nach Testbetrieb der ersten Fahrzeuge, die noch mittels mobiler Tankstelle betankt werden. Die Nutzung von Fördermitteln zur Reduzierung der Investitionskosten der Tankstelle ist vorgesehen, eine weitere Co-Finanzierung soll über den Vertrieb von THG-Minderungsquoten erfolgen und die Wirtschaftlichkeit verbessern (im Bezugsjahr 2023 lassen sich z. B. ~20 kg CO_{2eq}/kg grünen Wasserstoff anrechnen und Umsatzpotentiale von bis zu 6 €/kg H₂ erzielen³).

Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

H₂-Tankstellennetz: In Abstimmung mit den in der Region vorhandenen öffentlichen H₂-Tankstellen soll eine gegenseitige Absicherung zur Betankung der regionalen Flottenverkehre erfolgen (Backup-Strategie).

H₂-Produktion: Eine Abnahme des in der Region grün erzeugten Wasserstoffs ist beabsichtigt, solange die Konditionen eine Wirtschaftlichkeit ermöglichen.

H₂-Busse und Lkw: Die am Standort der L.T.G. geplante Werkstatt wird typenoffen für alle schweren Nutzfahrzeuge der Region ertüchtigt und nutzbar sein.



3 Quelle: <https://www.greentrax.de/wissen/wasserstoff-als-erfuellungsoption-fuer-die-thg-quote>

H₂-Regionalcluster Wörrstadt / Nieder-Olm / Nierstein



Abbildung 11: © BMDV / Spilett (auf Basis von openstreetmap.org)

Projektideen

Das H₂-Regionalcluster Wörrstadt / Nieder-Olm / Nierstein vereint Projekte entlang der gesamten Wertschöpfungskette mit Anwendungsfeldern in den Bereichen der Mobilität, der Standortenergieversorgung für Gebäude und für Gewerbegebiete.

Die JUWI plant eine elektrolytische Wasserstoffproduktion unter Nutzung von Strom aus neu zu errichtenden Wind- und PV-Anlagen im Umfeld der Gemeinde Wörrstadt. Der grüne Wasserstoff soll für Aktivitäten in der Verbandsgemeinde selbst sowie in den unmittelbar benachbarten Gemeinden verwendet werden, um die Wirtschaftsregion zu stärken, die mittelfristig nicht von den überregionalen H₂Backbone-Infrastrukturen profitieren wird.

In Nieder-Olm befinden sich in Umgebung der Karl-Sieben-Straße mehrere Bildungseinrichtungen (Schulstandorte, Kindertagesstätte) in direkter Nachbarschaft, die perspektivisch klimaneutral mit Wasserstoff beheizt werden könnten. Aktuell betreibt die EDG ein 100 kW gasbetriebenes BHKW am Standort. Es ist zu prüfen, wie ein geeignetes Wärme-konzept mit Nutzung von Wasserstoff aussehen könnte und wie sich die technische und wirtschaftliche Machbarkeit darstellt. Idealerweise wird das Thema auch im schulischen Alltag aufgegriffen und die Wärmeversorgung mit Wasserstoff didaktisch aufbereitet bzw. erlebbar umgesetzt.

Die aktuell mit Diesel betriebenen Züge des regionalen Zugbetreibers VLEXX könnten perspektivisch für die Strecken RB 31 und RB 13 (Kirchheimbolanden <-> Mainz, via Cluster Wörrstein / Nieder-Olm) mit Wasserstoff betrieben werden und die H₂-Infrastrukturen des Clusters nutzen. Perspektivisch ließen sich auch alle aktuellen HyLand-Regionen über die folgenden VLEXX-Linien mit Wasserstoffzügen verbinden: RE17, Kaiserlautern <-> Bingen, via Bad Kreuznach <-> Koblenz). Es sollen zeitnah erste Gespräche mit der VLEXX aufgenommen werden, um die Bereitschaft einer Beteiligung an den Wasserstoffaktivitäten zu sondieren.

Gleiches gilt für die kleinen, mittleren und größeren Unternehmen, die im Gewerbegebiet Nieder-Olm angesiedelt sind und insbesondere das örtliche Logistikunternehmen. Aufgrund der Lage mit direkter Anbindung an die A63 und in direkter Nachbarschaft zum DHL Logistikzentrum Saulheim bieten sich ideale Voraussetzungen für die Entwicklung eines grünen Gewerbegebiets mit angeschlossener Wasserstoffproduktion und -tankstelle. Auch hier sollen zeitnah erste Gespräche mit den Unternehmen vor Ort geführt werden, um die Bereitschaft zur Nutzung von Wasserstoff als Kraftstoff ihrer Unternehmensflotten bzw. im Rahmen der Standortenergieversorgung zu evaluieren.

vorhandene Infrastrukturen noch ohne Kontakt zum HyStarter-Kernteam

Projektideen und vorhandene Infrastrukturen mit Kontakt zum HyStarter-Kernteam

- Anwendungsfeld Mobilität
- Anwendungsfeld Wärme
- H₂-Produktion und Speicherung
- Erneuerbare Energien und Ressourcen
- Industrie

Regionale Herausforderungen

Erschließung der notwendigen und knappen Flächenpotentiale für Wind- und PV-Anlagen zur Sicherstellung einer Anrechenbarkeit des elektrolytischen Wasserstoffs als „grün“.

Aufsetzen eines Wasserstoffzugprojekts bei der VLEXX oder anderen Betreibern des SPNV in der Region.

Lösungsansätze

Akzeptanzsicherung durch ausschließlich regionale Nutzung des „geernteten“ Grünstroms zur Dekarbonisierung der lokalen Märkte mittels Direktstromnutzung und systemdienlicher Wasserstoffproduktion.

Information und Vernetzung mit Betreibern von Wasserstoffzügen in anderen Regionen, Berücksichtigung unternehmerischer Interessen bei der Projektentwicklung.

Externer Unterstützungsbedarf

Expertise und Erfahrungsaustausch im Bereich wasserstoffbetriebener Züge und Konzepte für einen sicheren wirtschaftlichen Betrieb von H₂-Betankungsanlagen für Züge. Unterstützung bei der Ausschreibung von Wasserstoffzügen und -infrastrukturen (Best-Practice aus anderen Regionen). Übersicht zu europäischen Anbietern von wasserstoffbetriebenen Schienenfahrzeugen (Loks, Triebwagen, etc.). Ggfs. Unterstützung bei der Beantragung von Fördermitteln.

Umsetzungsstrategie

Die JUWI verfügt über eine langjährige Erfahrung in der Planung, dem Bau und Betrieb von Wind- und PV-Anlagen, die sie zur Erschließung der benötigten Flächen mit Wind- und PV-Anlagen einbringen kann. Die Elektrolyse zur Wasserstoffproduktion muss nach aktueller Rechtsprechung innerhalb von 36 Monaten nach Inbetriebnahme der EE-Anlagen betriebsbereit sein, um den produzierten Wasserstoff als grün zertifizieren zu können. Aufgrund der zu erwartenden langen Lieferzeiten für Elektrolyseure in den kommenden Jahren sollte die Planung und Ausschreibung der erforderlichen Elektrolyseanlage zeitnah erfolgen für einen zu identifizierenden geeigneten Standort (Anbindung an Transportwege und Energieinfrastrukturen, ausreichende Förderkapazitäten für Wasser und Lagerplatz für Wasserstoff, genehmigungsfähiger Standort nach BImSchG).

Die Dimensionierung des Elektrolyseurs richtet sich idealerweise nach den in den kommenden 10–15 Jahren erwarteten regionalen Nachfragemengen, in der Anfangszeit kann der Wasserstoff auch etwaige Bedarfe aus anderen Regionen bzw. H₂-Regionalclustern in Rheinhessen-Nahe decken.

Die Ertüchtigung des mit Erdgas betriebenen 100 kW BHKW der EDG am Schulstandort Nieder-Olm erfolgt idealerweise in Nachrüstung der im Jahr 2021 in Betrieb genommenen Anlage, da Ersatzinvestitionen erst spät erfolgen würden. Entsprechende Gespräche mit der EDG und ihren Gesellschaftern zu den operativen und wirtschaftlichen Implikationen sollten zeitnah geführt werden, um entsprechende Entscheidungen vorzubereiten.

Die Entwicklung des Gewerbegebiets Nieder-Olm zu einem grünen Gewerbebestandort beginnt mit einer Bestandsaufnahme der aktuellen Strategien zur Strom-, Wärme- und Kraftstoffversorgung der angesiedelten Unternehmen, gefolgt von einer Analyse der ggfs. bereits vorhandenen Dekarbonisierungsstrategien. Anschließend wird ein standortbezogenes Konzept zur Nutzung von Wasserstoff erarbeitet und mit den Unternehmen abgestimmt.

Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

H₂-Produktion: Bedarfsweise Bereitstellung von elektrolytisch erzeugtem, grünem Wasserstoff an Abnehmer in den anderen H₂-Regionalclustern in Rheinhessen-Nahe.

H₂ in der Quartiersversorgung: Standort- und clusterübergreifende Evaluierung der unterschiedlichen Versorgungskonzepte von Quartieren in der Region.

Grüne Gewerbebestände: Erfahrungsaustausch zu den Aktivitäten zum Gewerbegebiet Wamsroth, sowie den Industriestandorten von JUWÖ, Pall, Südzucker und Michelin.

H₂-Regionalcluster Monsheim/Worms



Abbildung 12: © BMDV / Spilett (auf Basis von openstreetmap.org)

Projektideen

Das H₂-Regionalcluster Monsheim/Worms fokussiert auf elektrolytisch erzeugtem Wasserstoff und Nutzung des grünen Wasserstoffs in der Standortenergieversorgung von Industriegebieten bzw. an öffentlich zugänglichen Standorten in der Region.

Auf dem Gelände der Südzucker AG in Offstein könnte eine Wasserelektrolyse mit angeschlossener Sauerstoffnutzung zur Wasseraufbereitung errichtet werden. Wasserstoff wird bereits heute bei der Südzucker in den Produktionsprozessen genutzt und aus Dampfverformung gewonnen. Da ca. 1 – 1,5 Mio. Liter Wasser durch die Rübenverarbeitung pro Jahr für die Aufbereitung und Nutzung in der Elektrolyse zur Verfügung stehen, bietet sich eine elektrolytische Wasserstoffproduktion an. Der grüne Wasserstoff kann auch eine H₂-Tankstelle in der Umgebung versorgen, die von regionalen Logistikern angefahren wird. Als Standort käme z. B. das Gewerbegebiet Monsheim in Frage, das in direkter Nähe zur Autobahn liegt und eine gute Erreichbarkeit auch für Transitverkehre bietet. Alternativ könnte über eine öffentlich zugängliche Betriebshoftankstelle am Standort der Südzucker nach-

gedacht werden, der den Vorteil einer Pipelineanbindung an die Elektrolyse hätte.

Die Überlegung für einen zweiten Elektrolysestandort gibt es im Wormser Industriegebiet Nord. Dort könnte ein Elektrolyseur 100% erneuerbaren Wasserstoff erzeugen. Die Abwärme der Elektrolyse könnte sich mittels Nahwärmenetz in die umliegenden Industrie- und Wohnquartiere verteilen. Zur Ermittlung möglicher Bedarfe laufen derzeit noch Gespräche mit potenziellen Industrieabnehmern.

Eine zusätzliche Wasserstofftankstelle zur Betankung der Lkw, der Busse des regionalen ÖPNV sowie der kommunalen Abfallsammelfahrzeuge bietet sich auf dem Gelände des Abfallwirtschaftsbetriebs an, in Abhängigkeit der Realisierung der H₂-Produktionsstätten am Standort Gundersheim oder am Standort Framersheim. Beide Standorte werden von Müllsammelfahrzeugen regelmäßig angefahren – die größere Anzahl in Gundersheim, welcher über den zusätzlichen Vorteil eines direkten Autobahnan schlusses verfügt.

vorhandene Infrastrukturen noch ohne Kontakt zum HyStarter-Kernteam

Projektideen und vorhandene Infrastrukturen mit Kontakt zum HyStarter-Kernteam

- Anwendungsfeld Mobilität
- Anwendungsfeld Wärme
- H₂-Produktion und Speicherung
- Erneuerbare Energien und Ressourcen
- Industrie

Regionale Herausforderungen

Identifizierung geeigneter H₂-Tankstellenstandorte unter Berücksichtigung der Standorte von Elektrolyseanlagen und Bedarfe der regionalen Logistiker und der Busse des ÖPNV.

Identifizierung und Umsetzung geeigneter Eigentümer- und Betreiberkonzepte für die H₂-Produktionsanlagen und Tankstellen.

Wirtschaftlicher Betrieb der Elektrolyse schwierig aufgrund hoher Strombezugskosten, absehbar geringer Nachfrage im Mobilitätssektor.

Externer Unterstützungsbedarf

Expertise zur Strategieentwicklung für den Strombezug zum rechtskonformen und wirtschaftlichen Betrieb der Elektrolyse am Standort der Südzucker. Unterstützung bei der Errichtung und dem Betrieb der Elektrolyseanlage.

Beschleunigung des regionalen Hochlaufs von Wasserstofffahrzeugen durch attraktive Förderprogramme, Information, Motivation und Unterstützungsangebote für Fuhrparkmanagern zur (Teil-) Umrüstung ihrer Fahrzeugflotten auf Wasserstoffantriebe.

Argumente und Erfahrungsaustausch zu Vorteilen von Wasserstoffantrieben gegenüber batterie-elektrischen Fahrzeugen für unterschiedlich Nutzergruppen und Anwendungsfelder unter Berücksichtigung der systemischen Perspektive.

Umsetzungsstrategie

Die Prüfung, Planung und eine mögliche Errichtung der Elektrolyseure an den drei Standorten Südzucker (Offstein), Industriegebiet Worms (Nord) und Abfallwirtschaftsbetrieb (Framersheim oder Gundersheim) erfolgt unabhängig voneinander durch die jeweiligen Unternehmen auf Basis interner Entscheidungsprozesse. Mögliche Synergien einer Kooperation, insbesondere in den Bereichen Transport- und Speicherinfrastrukturen, für den produzierten Wasserstoff, Technologiebeschaffung, Erfahrungsaustausch zu Leistungsbeschreibungen und Genehmigungsprozessen, Service- und Wartungsaktivitäten,

Lösungsansätze

Die H₂-Tankstellenstandorte werden erzeugungsnah bei der Südzucker errichtet. Die Nutzung und Auslastung durch Schwerlastverkehre (Lkw) ist dort möglich und wird angestrebt. Eine Mitnutzung durch Busse des ÖPNV wird zu einem späteren Zeitpunkt entschieden.

Erstellung einer Übersicht alternativer Modelle mit jeweiligen Vor- und Nachteilen und Diskussion bzw. Entscheidungsfindung mit den relevanten Akteuren.

Installation und Nutzung eigener EE-Anlagen (Co-Finanzierung über die Einnahmen aus den Strommarktverkäufen und Reduzierung von Netzentgelten, Steuern und Abgaben), Vermarktung des Wasserstoffs im Rahmen der Standortenergieversorgung oder für industrielle Prozess.

Qualifizierung von Mitarbeitern etc. werden gemeinsam diskutiert, evaluiert und bei allseitigem Interesse umgesetzt. Die Errichtung und der Betrieb der H₂-Tankstellen liegen nach aktuellem Stand nicht in unmittelbarem Interesse der beteiligten Akteure, so dass auch hier gemeinsam Konzepte zur Einbeziehung weiterer regionaler Akteure entwickelt werden. Sollte es von Vorteil sein und zeitlich Sinn machen, so könnte die Zusammenführung aller in diesem Cluster geplanten Aktivitäten entlang der Wertschöpfungskette zu einem „Hydrogen Valley“ einen verbesserten Zugriff auf notifizierte europäische Förderprogramme ermöglichen, die über höhere Förderquoten verfügen und insgesamt mit mehr Budget ausgestattet sind als die nationalen Förderprogramme zur Beschaffung von Fahrzeugen und Infrastrukturen.

Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

H₂-Tankstellennetz: Bei Bedarf Belieferung der weiteren H₂-Tankstellen in der Wasserstoffregion Rheinhessen-Nahe mit elektrolytisch erzeugtem, grünem Wasserstoff.

Grüne Gewerbestandorte: Erfahrungsaustausch mit den Aktivitäten zum Gewerbegebiet Nieder-Olm und Wamsroth, sowie den Industriestandorten von JUWÖ, Pall und Michelin.

Erschließung von EE-Standortpotentialen: Erfahrungsaustausch im Ausbau von erneuerbaren Energien und zu Lösungsansätzen in den Bereichen Bürgerenergie, regionale Wertschöpfung etc.

Kooperationsangebote und Wünsche an Politik und H₂-Industrie

Kooperationsangebot: Der Mehrwert von Wasserstoff wird erkannt und vergütet

Die Wasserstoffregion Rheinhessen-Nahe ist gekennzeichnet durch eine hohe Motivation und Engagement seitens der Politik und Verwaltung, der kommunalen Ver- und Entsorger, des ÖPNV und der in der Region ansässigen privatwirtschaftlichen Unternehmen vom kleinen Planungsbüro, über Logistikunternehmen bis zur energieintensiven Industrie. Es besteht die Bereitschaft, den Mehrwert einer klimaneutralen, versorgungssicheren und preisstabilen Energiewirtschaft anzuerkennen und entsprechend zu vergüten. Die Akteure in Rheinhessen-Nahe sind bereit, die Wasserstofftechnologie im Alltag einzusetzen und (wo notwendig und förderlich) bestehende Infrastrukturen und Prozesse anzupassen sowie die Qualifizierung der Fachkräfte voranzutreiben.

Kooperationsangebot: Erfahrungen und Perspektiven werden kontinuierlich ausgewertet und in Blaupausen bereitgestellt

Für die regionale Energie- und Verkehrswende mit Wasserstoff fehlen aktuell noch Blaupausen. Jenseits der Technologieerprobung muss Wasserstoff integrativ bzw. ergänzend mit weiteren Technologien im Systemzusammenhang diskutiert und betrachtet werden. Die Akteure der Wasserstoffregion Rheinhessen-Nahe sind bereit, an Konzepten zur Definition eines nachhaltigen regionalen Energiesystems und der Rolle von Wasserstoff mitzuarbeiten und integrative Lösungen auf Basis ihrer Alltagserfahrungen in den unterschiedlichen Projekten zur regionalen Energiewende zu entwickeln.

Wünsche an die H₂-Industrie: Die Anbieterseite muss weiter diversifiziert werden

Im Gegenzug wird erwartet, dass die Anbieterseite (Hersteller von Wasserstofftechnologien) in der Lage ist, die nachgefragten Infrastrukturen und Fahrzeuge in Art, Qualität/Funktionalität und Menge innerhalb eines üblichen Beschaffungszeitraums zu liefern und ausreichend Servicekapazitäten für Wartung und Betrieb bereitzuhalten, um einen vergleichbaren Einsatz wie bei konventionellen Alternativen im Alltagsbetrieb sicherzustellen. Aktuell ist für die meisten Anwendungsfelder noch keine ausreichende Diversifizierung der Anbieterseite gegeben, was zu hohen Kosten, Abhängigkeiten, langen Beschaffungszeiträumen oder auch fehlendem Angebot führt. Anfragen „neuer“ Akteure oder für Projekte in kleinerem Maßstab scheinen in Anbetracht der aktuell hohen Nachfrage schwierig bzw. nicht zeitnah realisierbar. Die Herausforderung ist, den Hochlauf der Angebots- und Nachfrageseite zu synchronisieren.

Wünsche an die Bundespolitik: Die aktuelle Diskriminierung von Wasserstoff muss enden

Von der Politik erhoffen sich die Akteure in Rheinhessen-Nahe, dass die zum Zeitpunkt der HyStarter-Strategiedialoge existierende Diskriminierung von Wasserstoff zeitnah beendet und ähnliche Fördermechanismen wie für erneuerbare Energien bzw. bei Direktstromnutzung etabliert werden. Auch hinsichtlich der Anrechenbarkeit auf die Treibhausgasquoten bzw. der Verwendung von Herkunftszertifikaten im Emissionshandelssystem sollten Wasserstofftechnologien anderen elektrischen Anwendungen gleichgestellt werden. Während batterieelektrische Autos oder ein Oberleitungs-Lkw unabhängig von der Her-

kunft 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 CO₂-neutral bzw. kann über entsprechende Stromzertifikate „grün gestellt“ werden, für Wasserstoff ist noch nicht abschließend geklärt, ob es als grünes 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 eine Investitionssicherheit zu bieten.

Wünsche an die Bundespolitik: CO₂-Emissionen des Transports in der Preisgestaltung transparent machen

Die mit dem Transport von Waren und Gütern verbundenen CO₂-Emissionen werden aktuell für den Verbraucher in der Preisgestaltung nicht transparent gemacht. Der Apfel aus der Region ist bei gleichem Einkaufspreis für den Endkunden gleich teuer wie der Apfel aus Italien, und es ist unerheblich, ob der Transport emissionsfrei durchgeführt wurde oder mit hohen Emissionen verbunden ist. Eine Kennzeichnung bzw. ein transportbedingter Preisaufschlag würde zusätzliche Einnahmen generieren, welche zur Kompensation der Mehrkosten emissionsfreier Antriebe bzw. zur Motivation des Bezugs regionaler Produkte führen würde.

Wünsche an die Bundespolitik: Planungs- und Investitionssicherheit herstellen

Für die Beteiligung der energieintensiven Unternehmen als zentrale Ankerkunden einer regionalen Energiewende sind stabile und planbare Energiepreise elementar. Ein staatlich gewährleisteter Fixpreis für Wasserstoff ist erforderlich, solange zu wenige Anbieter am Markt sind und die Preisbildung stark dynamisch ist und nicht wettbewerblich erfolgt. Eine zu hohe Dynamik in der Energiepolitik, die aktuell von Verboten dominiert ist und weniger auf die Schaffung unterstützender Rahmenbedingungen abzielt, wirkt investitionshemmend und bremst die Energiewende einerseits und den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft andererseits aus. Analog zur Nachkriegszeit, als der Aufbau von Energieversorgungsinfrastrukturen (Kraftwerke und Netze) staatlich angesprochen wurde, müssen Infrastrukturen einer integrierten Energiewende mit Wasserstoff heute ebenfalls staatlich angesprochen werden, um ausreichende Mengen an Wasserstoff sicherzustellen und die Diversität des Anbietermarkts – und in Folge den Wettbewerb im Wasserstoffmarkt – zu erhöhen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und Versorgungssicherheit, bestehende Assets wie das Gasnetz als Transport- und Speichermedium für Wasserstoff weitergenutzt werden können und einem beschleunigten Ausbau von Stromnetzen vorzuziehen sind, die weder in der Lage sind, Energie zu speichern, noch in absehbarer Zeit über die Reichweite und Transportkapazitäten des heutigen Gasnetzes verfügen werden.

In diesem Zusammenhang muss auch der Fördermechanismus der „Contracts for Difference“, der aktuell nur auf Importe von Wasserstoff Anwendung findet und für energieintensive Unternehmen in Form von Klimaschutzverträgen diskutiert wird, auf regional erzeugtem Wasserstoff ausgeweitet werden. Momentan sind die Betriebskosten von regional erzeugtem Wasserstoff zu hoch, um im Wettbewerb gegen subventionierten Wasserstoff bestehen zu können. Der systemische Mehrwert des regional erzeugten Wasserstoffs wird dabei nicht berücksichtigt bzw. honoriert: Im Gegensatz zu importiertem Wasserstoff haben Elektrolyseure, Thermolyse und Plasmalyse als steuerbare Lasten systemische Bedeutung im Stromnetz, und die Produktion von Wasserstoff aus biogenen Reststoffen via Thermolyse oder Plasmalyse schließt Kohlenstoffkreisläufe und stellt den für die chemische Industrie und die Pharmaindustrie so wichtigen Grundstoff „Kohlenstoff“ erneuerbar zur Verfügung.

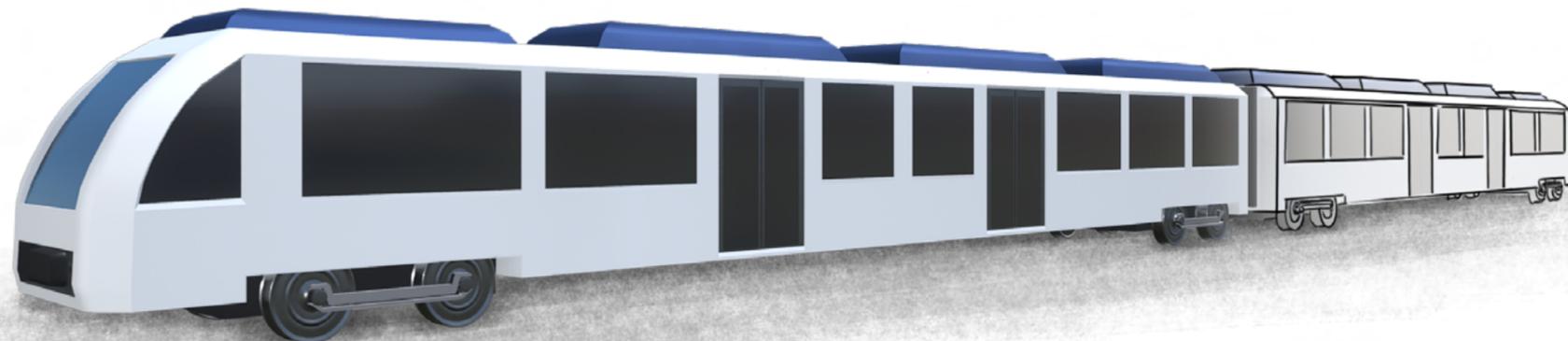
**Wünsche an die Landespolitik Rheinland-Pfalz:
Klimaschutz sollte Pflichtaufgabe für Kommunen
werden**

Zum Zeitpunkt der HyStarter-Strategiedialoge ist Klimaschutz keine kommunale Pflichtaufgabe. Investitionen in den Aufbau einer regionalen Wasserstoffwirtschaft unterliegen daher als freiwillige Aufgabe einer Prüfung durch die Kommunalaufsicht. Verschuldete Kommunen sind hierbei in ihrer Handlungsmacht stark limitiert. Durch die Aufnahme des Klimaschutzes in den Katalog der kommunalen Pflichtaufgaben könnten Regionen unter Inanspruchnahme von Krediten und unterstützenden Fördermechanismen (u. a. Investitions- und Betriebskostenzuschüsse, Risikoabsicherung) in Produktions- und Verteilinfrastrukturen für Wasserstoff investieren, die gemeinschaftlich durch alle interessierten Akteure in der Region genutzt werden und somit Eintrittshürden senken. Auch kann jenseits einzelner Fördervorhaben die Dekarbonisierung eigener Liegenschaften bzw. Flotten breit und proaktiv angegangen werden. Eine Pflichtaufgabe Klimaschutz erfordert darüber hinaus die klare Definition in Zuordnung und Abgrenzung der Aufgabenverteilung von Land, Landkreisen und Kommunen, um Synergien zu nutzen und begrenzte Ressourcen zielgerichtet einzusetzen. Eine weitere Folge der Definition von Klimaschutz als Pflichtaufgabe liegt in der Etablierung eines Klimaschutzmanagements in allen Kommunen, die ihre Kooperation in Netzwerken festigen und passgenaue Lösungen für die jeweiligen Kommunen entwickeln können.

**Wünsche an die Landespolitik Rheinland-Pfalz:
Machbarkeitsstudien fördern**

Um eine ausreichende Entscheidungsgrundlage für Investitionen in die regionale Wasserstoffwirtschaft zu haben, sind weitere Machbarkeitsstudien erforderlich, für die aktuell keine Förderprogramme zur Verfügung stehen. Die im Rahmen des HyStarter-Strategiedialoges identifizierten H₂-Regionalcluster müssen weiter untersucht und entwickelt werden, um zu verstehen, wie sie miteinander vernetzt und in den größeren Kontext integriert werden können. Auch fehlen aktuell detaillierte Informationen zur zeitlich und örtlich aufgeschlüsselten Energienachfrage für die unterschiedlichen Sektoren. Auch diese Grundlagenarbeit zur Identifizierung von Quellen und Senken ist erforderlich, um den Hochlauf der regionalen Wasserstoffwirtschaft nachhaltig zu planen und erfolgreich zu gestalten.

H₂



Weitere Informationen zu den aktuellen Wasserstofftechnologien (Verfügbarkeit, Reifegrad, 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

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

Gesetze und Regulatorik



- Gesetzeslandkarte zu nationalen Gesetzen und Verordnungen

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

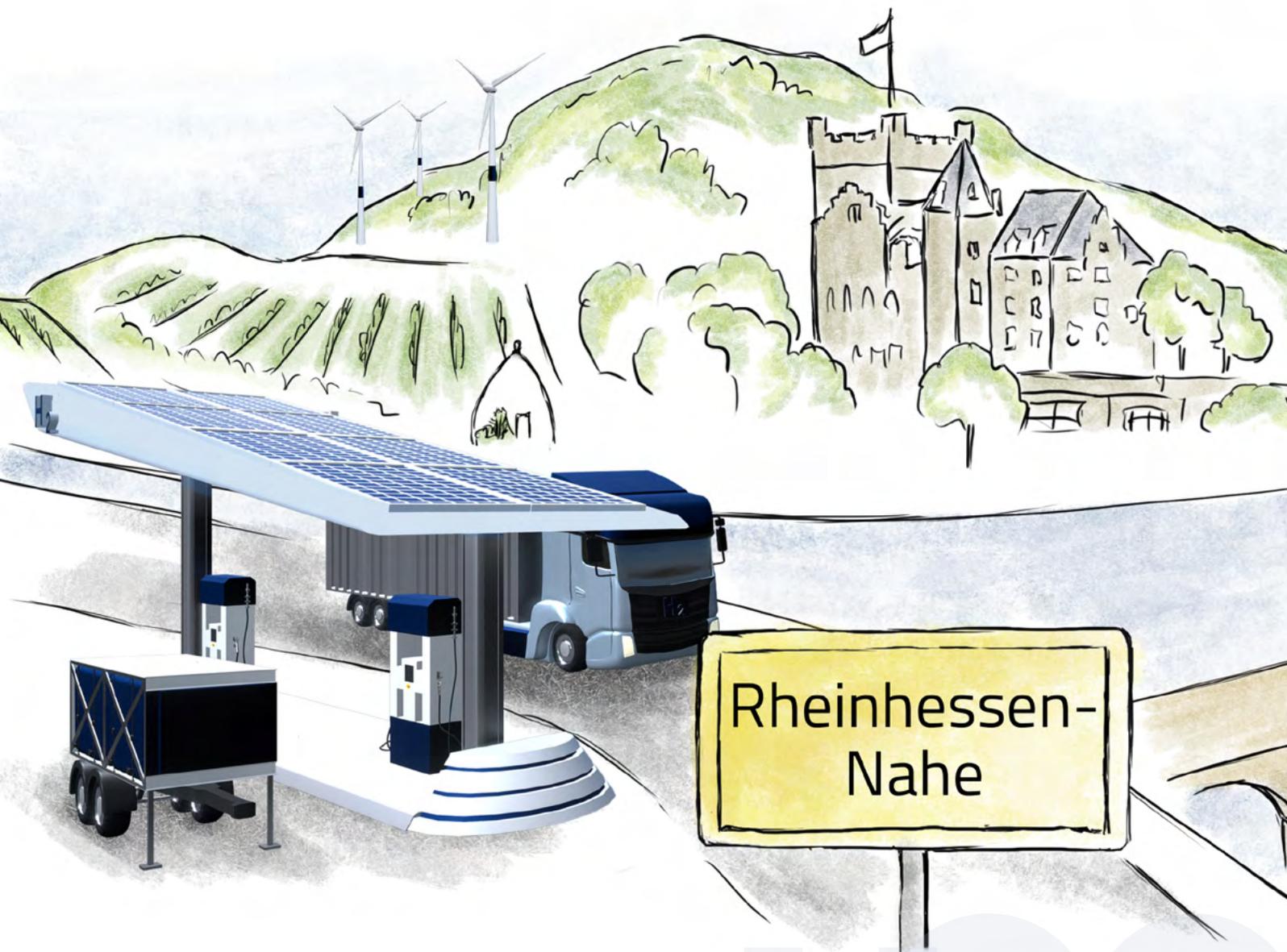
Wasserstoffanwendungen



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

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

a	Jahr
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BZ	Brennstoffzelle
CAPEX	capital expenditures (Investitionskosten)
CO₂	Kohlenstoffdioxid (Klimagas)
CO_{2eq}	Kohlenstoffdioxid – Äquivalent (berücksichtigt weitere Treibhausgase)
CVD	Clean-Vehicles-Directive
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
FCEV	Brennstoffzellenfahrzeug (Fuel Cell Electric Vehicle)
GIS	Geoinformationssystem
GW	Gigawatt (Leistung)
GWh	Gigawattstunden (Arbeit)
H₂	Wasserstoff
HDV	heavy-duty vehicle (schweres Nutzfahrzeug)
KRN	Kommunalverkehr Rhein-Nahe GmbH
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
l/h	Liter je Stunde
LDV	light-duty vehicle (leichtes Nutzfahrzeug)
LK	Landkreis
Lkw	Lastkraftwagen
L.T.G.	Langenlonsheimer Transport GmbH
MW	Megawatt (Leistung)
MWh	Megawattstunden (Arbeit)
NOW	Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
OPEX	operational expenditures (Betriebskosten)
Pkw	Personenkraftwagen
PtJ	Projekträger Jülich
PV	Photovoltaik
t	Tonnen (Gewicht)
TEN-T	Trans-European Transport Network
TRL	Technology Readiness Level (TRL 9 bedeutet „Zuverlässiger Einsatz unter Alltagsbedingungen“)



Rheinessen-
Nahe

H₂