

H₂

**ERGEBNISBERICHT 2023
HYSTARTER-REGION
VIER-TORE-STADT NEUBRANDENBURG
UND LANDKREIS
MECKLENBURGISCHE SEENPLATTE**



Gefördert durch:



Koordiniert durch:



Projekträger:



2

Vorwörter	3
Zusammenfassung	5
Die HyStarter-Region Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg / Landkreis Mecklenburgische Seenplatte	6
H ₂ -Potenziale der Region Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg / Landkreis Mecklenburgische Seenplatte	8
Vision 2030	14
Handlungsfelder und Umsetzungsstrategien	18
Übersicht	18
Elektrolytische H ₂ -Erzeugung aus PV- und Windenergie	20
Distribution von Wasserstoff	24
Wasserstofftankstelle	27
Abfallsammelfahrzeuge mit klimafreundlichem Antrieb	30
BZ-Schwerlastverkehr	32
Einsatz von grünem Wasserstoff im SPNV	34
CO ₂ -neutrale Binnenschifffahrt	35
CO ₂ -freie Produktion in Diakoniewerkstätten	36
CO ₂ -neutrales und energieautarkes Musterdorf im Bestand	38
Partielle oder vollständige Substitution von fossilen Energieträgern für die Wärmeerzeugung zu Heizzwecken	40
Großelektrolyseanlage in räumlicher Nähe zum Zentralen Fernwärmenetz in Neubrandenburg	42
Grünes Gewerbegebiet Trollenhagen	44
Sektorkopplung & Module der Wasserstoffnutzung in Malchow	46
Vernetzung und Koordinierungsstelle	49
Regionales Technologiekonzept	50
Kooperation & Wünsche	52
Anhang	54
Abkürzungsverzeichnis	55

IMPRESSUM

Herausgeber



Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg
Friedrich-Engels-Ring 53
17033 Neubrandenburg

Projektleitung

Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg
Dr. Christian Wolff (dr.christian.wolff@neubrandenburg.de)
Klimaschutzmanager

Verantwortlich für den Inhalt

Anke Schmidt und Nils Werner (Nuts One GmbH)
Unter Mitarbeit von:
Dr. Frank Koch, Frederik Budschun und Justus Beste (EE ENERGY ENGINEERS GmbH)
Nadine Hölzinger (Spilett n/t GmbH)

Gestaltung, Layout, Satz und Illustrationen

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

Druck

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

Erscheinungsjahr

2023

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



Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Leserinnen und Leser unseres HyStarter-Abschlussberichtes,

vier mittelalterliche Tore sind die Wahrzeichen Neubrandenburgs. Ein symbolisches „Fünftes Stadttor“ steht als Eingang für die zukunftsfähige Ausgestaltung einer klimafreundlichen und wirtschaftlichen Energieversorgung unserer Stadt.

Die Begrenzung des Klimawandels durch Reduzierung der Treibhausgasemissionen ist eine der zentralen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Mit dem Generationenprojekt Energiewende wollen wir in der Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg unseren Beitrag leisten.

Hierfür ist ein tiefgreifender Umbau unserer Energiesysteme und eine weitreichende Umstellung auf innovative und emissionsfreie Technologien in allen Sektoren von der Stromerzeugung bis hin zu den großen Energieverbrauchssektoren Industrie, Verkehr und Gebäudewärme notwendig.

Auf Grund der großflächigen flachen Landschaftsstruktur ist die Region seit Jahrzehnten ein wichtiger nationaler

Erzeugerstandort für erneuerbare Energien sowohl aus Windkraft als auch aus Sonnen- und Bioenergie.

Wasserstoff und Brennstoffzellen haben ein großes Potenzial, die Abhängigkeit von fossilen Importen vor Ort zu reduzieren, Energie bedarfsgerecht zu speichern und gleichzeitig Wertschöpfung für unsere Stadt zu generieren.

Daher freut es mich außerordentlich, dass wir als HyStarter-Region die Chance bekommen haben, in das wichtige Thema der Wasserstoffwirtschaft einzusteigen. Entstanden ist ein exzellentes Netzwerk mit zahlreichen erfolgversprechenden Projekten mit Leuchtturmcharakter.

Der vorliegende Regionenbericht zeigt uns, es lohnt sich, gemeinsam die Potenziale unserer Region rund um das Thema erneuerbare Energien und Wasserstoff zu entwickeln und zu nutzen.

Mein herzlicher Dank gilt allen beteiligten Akteuren des HyStarter-Programmes. Durch ihr Engagement ist ein innovatives und zukunftsfähiges Konzept entstanden, das wir in den nächsten Jahren vorantreiben und ausbauen wollen.

Silvio Witt
Oberbürgermeister Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg





Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Leserinnen und Leser,

der Landkreis Mecklenburgische Seenplatte mit der Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg als Oberzentrum ist mit rund 280.000 Einwohnerinnen und Einwohnern der flächenmäßig größte Landkreis Deutschlands. Die prächtige Seenlandschaft, mit über 1.000 Seen, charakterisiert die Region. Hier ist man stets am oder auf dem Wasser unterwegs.

Wir im Landkreis Mecklenburgische Seenplatte sehen Klimaschutzstrategien als Motor für wirtschaftlichen Erfolg. Um Vorreiter in der Energiewende zu sein, müssen wir die erneuerbaren Energien vor Ort weiter ausbauen.

Wasserstoff wird in der Energiewende die Rolle einnehmen, welche der grüne Strom nicht direkt besetzen kann, z. B. Langzeit-Energiespeicher, Schiffsverkehr aber auch in Teilen für die Wärmeversorgung. Dadurch wird Wasserstoff zum zentralen Punkt und zum verbindenden Element zwischen den Sektoren Strom, Wärme und Mobilität.

Die Freude war daher bei mir und allen Beteiligten sehr groß, als im September 2021 bekannt wurde, dass unsere Region, als Zusammenschluss der Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg und des Landkreises Mecklenburgische Seenplatte, für das HyStarter-Projekt auserwählt wurde.

Für unsere Region bedeutet dies, zu eruieren, wie bestehende Klima- und Energiepläne zielführend um den Energieträger Wasserstoff ergänzt werden können.

Die Zusammenarbeit in den Workshops mit Vertreterinnen und Vertretern aus der Industrie, der Wirtschaft, aber auch der Politik war stets auch über den Landkreis hinaus von großem Interesse an der neuen Technologie geprägt.

Allen Akteuren möchte ich meinen großen Dank für die aktive Mitarbeit aussprechen.

Ich blicke gespannt auf die weiteren Entwicklungen und hoffe, dass wir in nicht allzu ferner Zukunft Wasserstoff als alltäglichen Energieträger nutzen können.

Heiko Kärgner
Landrat des Landkreises Mecklenburgische Seenplatte

Die Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg hat sich mit dem Integrierten Klimaschutzkonzept bereits 2019 eigene Ziele gesteckt, um sich sektorübergreifend nachhaltiger aufzustellen. Im Rahmen des HyStarter-Projektes, welches von der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW GmbH) und dem Projektträger Jülich (PtJ) begleitet wird und vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) beauftragt ist, wurden Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien als weiterer Baustein für eine nachhaltige Stadt und den Landkreis Mecklenburgische Seenplatte (MSE) fokussiert.

Die Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg hat in Zusammenarbeit mit der Neubrandenburger Stadtwerke GmbH und der IHK Neubrandenburg für das östliche Mecklenburg-Vorpommern federführend die gemeinsame Bewerbung mit dem Landkreis Mecklenburgische Seenplatte eingereicht und wurde als eine von 15 Wasserstoffregionen in Deutschland ausgewählt.

Am 05.05.2022 fand die Auftaktveranstaltung des HyStarter-Prozesses im Haus der Kultur und Bildung (HKB) in Neubrandenburg statt. Nach einer für die Öffentlichkeit geöffneten Informationsveranstaltung folgte direkt im Anschluss der erste von insgesamt sechs Strategiedialogen. Über 13 Monate wurden vom Akteurskreis, bestehend aus regionalen Energieversorgern, Unternehmen, Verbänden, der Politik und Verwaltung, intensiv alle Bereiche der Wasserstoffwirtschaft diskutiert. Neben einführenden Grundlagen zur Technologie, Vor- und Nachteile der Einsatzmöglichkeiten, regionale Erzeugungspotenziale, Auswirkungen auf die regionale Wertschöpfung und Energieinfrastruktur wurden zudem in Workshop-Formaten Einsatzfelder für die Anwendung von Wasserstoff herauskristallisiert. Flankiert wurden die interaktiven Dialoge von externen Fachvorträgen und technologischen Abschätzungen zur Umsetzbarkeit sowie von der Entwicklung verschiedener Szenarien für die Stadt und den gesamten Landkreis.

Die Region ist gekennzeichnet von der Erzeugung erneuerbaren Strom(überschusses) durch Wind-, Photovoltaik- und Biogasanlagen. Ausschlaggebender Grund für die Bewerbung als HyStarter-Region waren das daraus resultierende Potenzial zur Erzeugung von Wasserstoff,

der Wunsch, die vielen einzelnen Wasserstoff-Aktivitäten in einem Netzwerk zu bündeln und Raum für weitere Vernetzung und Synergien zu schaffen. Das vorliegende Konzept fasst die vielfältigen Projekt(ideen) zusammen und rahmt diese in eine gemeinsam erarbeitete Vision und Strategie ein. Dabei zeigt sich für die flächenmäßig große und ländlich geprägte Region ein insgesamt breites Themenspektrum von Erzeugung über Infrastruktur bis hin zu übergreifenden Anwendungsfeldern im Bereich der Mobilität und Gebäudeenergieversorgung.

Im Landkreis liegen bereits Erfahrungen bei der Erzeugung grünen Wasserstoffs aus Windenergie vor. Weitere Unternehmen planen unter Einbindung regionaler Akteure ebenfalls den Aufbau von Elektrolyseuren zur Wasserstoffherstellung aus Wind- und PV-Strom. Auch für die Verteilung des Wasserstoffs via Trailer, Lkw, per Schiene oder Leitung, wurden verschiedene Ansätze diskutiert. Es wird eine konstante Abnahme durch weitere Akteure im Verkehrsbereich notwendig sein, um ein ausreichend dichtes Tankstellennetz für den Schwerlastverkehr und die Müllsammelfahrzeuge in der HyStarter-Region zu gewährleisten. Für das Thema Binnenschifffahrt wurde federführend durch die Wirtschaftsförderung Mecklenburgische Seenplatte GmbH ein eigener Arbeitskreis eingerichtet, um sich dem Stand der Technik, den Herausforderungen und Möglichkeiten zu nähern. Darüber hinaus wurden verschiedene Ansätze der Gebäudeenergieversorgung mit Wasserstoff für Bestandsgebäude, Plattenbauten und Gewerbe analysiert. Die Standortentwicklung unter Einbindung von Wasserstoff wurde ebenfalls erörtert. Die Verfügbarkeit von Flächen und erneuerbaren Energien ist ein enormer Standortvorteil der Region, der auch in die Ansiedlungspolitik von (weiterer) Industrie und Gewerbe Eingang finden muss.

In der HyStarter-Region Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg / MSE sind bereits heute viele motivierte Akteure bereit, mit dem Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft einen Beitrag zur Nachhaltigkeit zu leisten und einen weiteren Wirtschaftszweig mit regionaler Wertschöpfung zu etablieren. Dabei sind die Unternehmen auch über die Landkreisgrenzen hinaus sehr gut vernetzt.



Der Landkreis Mecklenburgische Seenplatte ist mit rund 5.470 Quadratkilometern der flächenmäßig größte Landkreis in Deutschland. Mit den ca. 280.000 Einwohnerinnen und Einwohnern ergibt sich eine Bevölkerungsdichte von knapp über 50 Einwohnern je km². Die sehr ländlich geprägte Region bietet nicht zuletzt wegen der vielen Seen hervorragende Bedingungen für Urlaubsgäste. Die Wirtschaft wird stark durch den Tourismus, die Landwirtschaft sowie verschiedene meist mittelständische Unternehmen geprägt. Der Landkreis bringt mit seinen flachen Landschaftsstrukturen ideale Standortbedingungen für erneuerbare Energien mit und ist bereits frühzeitig in die Erzeugung erneuerbarer Energien aus Wind, Sonne und Biomasse eingestiegen. Diese Voraussetzungen bieten grundsätzlich ein großes Potenzial zur Wasserstoffproduktion und damit zur zuverlässigen Energiebereitstellung für die Bewohnerinnen und Bewohner der Region als auch für das ansässige Gewerbe und die Industrie. Das Oberzentrum der Region ist die Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg. Zulieferer für die Automobilwirtschaft, Maschinenbauer für die Lebensmittelindustrie, Gesundheitswirtschaft und die Dienstleistungsbranche bilden die stärksten Wirtschaftszweige in der Stadt. Die Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg hat im Jahr 2019 ein Integriertes Klimaschutzkonzept¹ für die Stadt beschlossen und setzt sich als Mitglied des Klima-Bündnis der europäischen Städte mit den indigenen Völkern der Regenwälder² für lokalen Klimaschutz ein.

Zu Beginn des Jahres 2021 hat sich eine Arbeitsgruppe aus Vertretern der Stadtverwaltung, der IHK Neubrandenburg für das östliche Mecklenburg-Vorpommern und der Neubrandenburger Stadtwerke (neu.sw) zusammengefunden, um die Bewerbung als HyStarter-Region Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg / MSE voranzutreiben. Von insgesamt 65 Bewerbungen aus dem gesamten Bundesgebiet wurden sie als eine von 15 Wasserstoff-Regionen ausgezeichnet. HyStarter-Regionen sind Teil des „HyLand“-Programms, welches von der Nationalen

Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) GmbH und dem Projektträger Jülich (PtJ) begleitet wird und vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) beauftragt ist. HyStarter verfolgt das Ziel, bei der Sensibilisierung für das Thema Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien sowie der initialen Organisation der Akteurslandschaft zu unterstützen. Die Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg und der durch sie aufgestellte Akteurskreis wurde dabei von der Nuts One GmbH sowohl inhaltlich als auch organisatorisch unterstützt. Weitere fachliche Expertise stellten die Konsortialpartner EE – ENERGY ENGINEERS (Projektleitung HyStarter) und Spilett new technologies zur Verfügung. Ziel der HyStarter-Bewerbung der Vier-Tore-Stadt-Neubrandenburg / MSE war die Entwicklung einer gemeinsamen Wasserstoffstrategie im Rahmen eines Konzeptes sowie das Zusammenbringen der vielfältigen Akteure im Landkreis zu einem Wasserstoffnetzwerk. Die Region baut auf Erfahrungen im Bereich der Wasserstoffherzeugung auf und bringt engagierte Unternehmen mit, die bereits Wasserstoffprojekte initiiert haben. Ziel beim Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft ist es möglichst viel Wertschöpfung in der Region zu behalten und weitere (neue) Wertschöpfungsstufen anzusiedeln.

Am HyStarter-Prozess beteiligten sich in sechs Strategiedialogen die folgenden Akteure: Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg, Deutsche Eisenbahn Service AG, Diakoniewerkstätten Neubrandenburg gGmbH, EDF DEUTSCHLAND GMBH, Emevo, FairWind Deutschland GmbH, GP JOULE, IHK Neubrandenburg für das östliche Mecklenburg-Vorpommern, Landesenergie- und Klimaschutzagentur Mecklenburg-Vorpommern GmbH, NB-Propangas-Service GmbH, Neubrandenburger Stadtwerke GmbH, REMONDIS Seenplatte GmbH, WIND-projekt Ingenieur- und Projektentwicklungsgesellschaft mbH (WIND-projekt), Stadtwerke Malchow, Sunfire Fuell Cell GmbH, Webasto Neubrandenburg GmbH und die Wirtschaftsförderung Mecklenburgische Seenplatte GmbH.



Abbildung 1: Übersichtskarte Landkreis Mecklenburgische Seenplatte © Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg

Darüber hinaus unterstützten weitere Unternehmen und Akteure die HyStarter-Dialoge mit Vorträgen und Vernetzungsangeboten wie die Förder- und Entwicklungsgesellschaft Vorpommern-Greifswald mbH, die Neubrandenburger Wohnungsgesellschaft mbH (NEUWOGES), die Stabstelle Koordination Wasserstoffregion des Land-

kreises Vorpommern-Rügen, die Koordinierungsstelle zum Themenkomplex Wasserstoff im Landkreis Vorpommern-Greifswald, die Stadtwerke Neustrelitz, die Gasversorgung Vorpommern Netz GmbH, ESE Investment GmbH und die Elumija GmbH.



1 <https://www.neubrandenburg.de/output/download.php?fid=3330.560.1..PDF>

2 https://www.neubrandenburg.de/media/custom/3330_3345_1.PDF?1644408738

Szenarienmodellierung

Begleitend zu den Strategiedialogen in HyStarter wurden unterschiedliche Methoden und Tools genutzt, um Diskussionen anzuregen und die Entscheidungsfindung zu unterstützen. Eins dieser Tools war der Online-Szenarienrechner „H2Scout“, mit dem die Akteure vor Ort alternative Szenarien einer regionalen Wasserstoffwirtschaft konfigurieren, berechnen und miteinander vergleichen können. 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 Marktstammdatenregister (MaStR) Stand 2022 abgeschätzt. Dabei wurde eine Lebensdauer von 25 Jahren angenommen. Die Potenziale für Windenergie und PV im Landkreis MSE entstammen dem Regionalen Energiekonzept 2030 (Entwurf 2013), die PV-Potenziale für die Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg wurden anhand der Fläche durch die EE ENERGY ENGINEERS abgeschätzt.
- **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 und sektorale Nachfrage Wärme:** Die Daten und Annahmen zur gesamten und sektoralen Wärmenachfrage im Landkreis sowie für die Stadt Neubrandenburg wurden aus hotmaps.eu abgeleitet.

- **Gesamtnachfrage Verkehr:** Die Daten und Annahmen zur Verkehrsnachfrage im Landkreis wurden auf Basis der Meldezahlen des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA) berechnet. Die Nachfrage der Stadt Neubrandenburg wurde aus den Daten für den Landkreis entsprechend der Bevölkerungszahlen geschätzt, da die KBA-Daten nur landkreisscharf verfügbar sind.
- **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 KBA entnommen, die spezifischen Energiebedarfe 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 JERICH0-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) Landkreis Stadt

	Energie-nachfrage ³	Deckungsanteil H ₂	H ₂ -Nachfrage	Mehrzahlungs-bereitschaft
Verkehrssektor	1.801 GWh/Jahr 438 GWh/Jahr	Pkw (5%) Transporter (10%), Lkw (30%) Abfallsammelfahrzeuge (25%) Busse im ÖPNV (je 15%)	4.997 t/Jahr 1.216 t/Jahr	Keine Mehrzahlungs-bereitschaft (Dieselpreis: 1,80 €/l ohne CO ₂ -Preis)
Wärmesektor	2.233 GWh/Jahr 531 GWh/Jahr	Wohngebäude (5%) Bürogebäude (5%)	3.350 t/Jahr 797 t/Jahr	Keine Mehrzahlungs-bereitschaft (Erdgaspreis: 80 €/MWh ohne CO ₂ -Preis)
Industrienachfrage (H ₂ -Backbone Berlin, mikrobielle Methanisierung)		100%	16.966 t/Jahr 0 t/Jahr	Zahlungsbereitschaften (4,00 €/kg H ₂ -Backbone; 2,50 €/kg mikrobielle Methanisierung)

Annahmen zur Energie- und H₂-Bereitstellung

Verfügbare EE-Kapazitäten	Weitere regionale Ressourcen	H ₂ -Produktionspfade
 Bestand (2030): 580 MW, 0 MW Ausbaupotenzial: 710 MW, 0 MW	 Klärschlämme: 8.494 t/a, 2.107 t/a Kunststoffabfälle (PE/PP): 15.500 t/a, 3.844 t/a Altreifen: 1.922 t/a, 477 t/a	<input checked="" type="checkbox"/> Wasserelektrolyse <input checked="" type="checkbox"/> Reststoffthermolyse <input checked="" type="checkbox"/> Methanplasmalyse <input checked="" type="checkbox"/> Dampfgasreformierung
 Bestand (2030): 629 MW, 21,5 MW Ausbaupotenzial: 690 MW, 42,5 MW	 Wasser: unbegrenzt verfügbar	

Weitere Annahmen

H₂-Importe: nicht zugelassen, < 1,35 t/h • Stromexportkapazitäten: < 200 MW, < 50 MW • Transport- und Handlingkosten H₂: 0,36 €/kg H₂ (Pipeline) | 2,30 €/kg (Trailer, H₂-Tankstelle) • Strom- oder Erdgasimporte: < 50 MW (Strom), 0 MW (Erdgas) • CO₂-Preis: 100 €/t CO₂

Alternativszenarien (Trend 2030)

Vom Basisszenario abweichende Annahmen

Szenario „Landkreis: Autarkie“	Szenario „Landkreis: Ohne H ₂ -Backbone Berlin“	Szenario „Landkreis: Ohne Klärschlammnutzung“
Dieses Szenario geht in Abweichung zum Basisszenario (Region) davon aus, dass keinerlei Energie importiert wird. Der Export von Wasserstoff oder Strom ist weiterhin zulässig, die Nachfrage aus der Metropolregion Berlin wird weiterhin bedient.	Dieses Alternativszenario entspricht dem Basisszenario (Region) mit der abweichenden Annahme, dass kein Wasserstoffexport in die Metropolregion realisiert wird (d. h. ausschließliche Deckung der regionalen Eigennachfrage nach Wasserstoff).	Dieses Alternativszenario entspricht dem Basisszenario (Region) mit der abweichenden Annahme, dass die Klärschlammvorkommen der Region nicht für die thermolytische Wasserstoffproduktion zur Verfügung stehen.
Szenario „Landkreis: Weckruf“	Szenario „Stadt: Weckruf“	Szenario „Stadt: Ohne Reststoffnutzung“
Dieses fiktive Alternativszenario entspricht dem Basisszenario (Region) mit der abweichenden Annahme eines 50%-Deckungsbeitrags von Wasserstoff in den regionalen Verkehrs- und Wärmemärkten. Die regionalen EE-Ausbaupotenziale werden derart angepasst, dass die Deckung der H ₂ -Nachfrage ausschließlich aus regionalen Quellen erfolgt („Autarkie“). Ein Export von Wasserstoff findet nicht statt, ebenso wenig wie die Verwendung von Wasserstoff für die mikrobielle Methanisierung.	Dieses fiktive Alternativszenario entspricht dem Basisszenario (Stadt) mit der abweichenden Annahme eines 50%-Deckungsbeitrags von Wasserstoff in den regionalen Verkehrs- und Wärmemärkten. Die EE-Ausbaupotenziale der Region werden zur Deckung der H ₂ -Nachfrage angesetzt.	Dieses Alternativszenario entspricht dem Basisszenario (Stadt) mit der abweichenden Annahme, dass keinerlei organische Reststoffe für die thermolytische Wasserstoffproduktion zur Verfügung stehen.

Jahresbilanzen des Basisszenarios Investitionskosten gesamt: 35,7 Mio. €

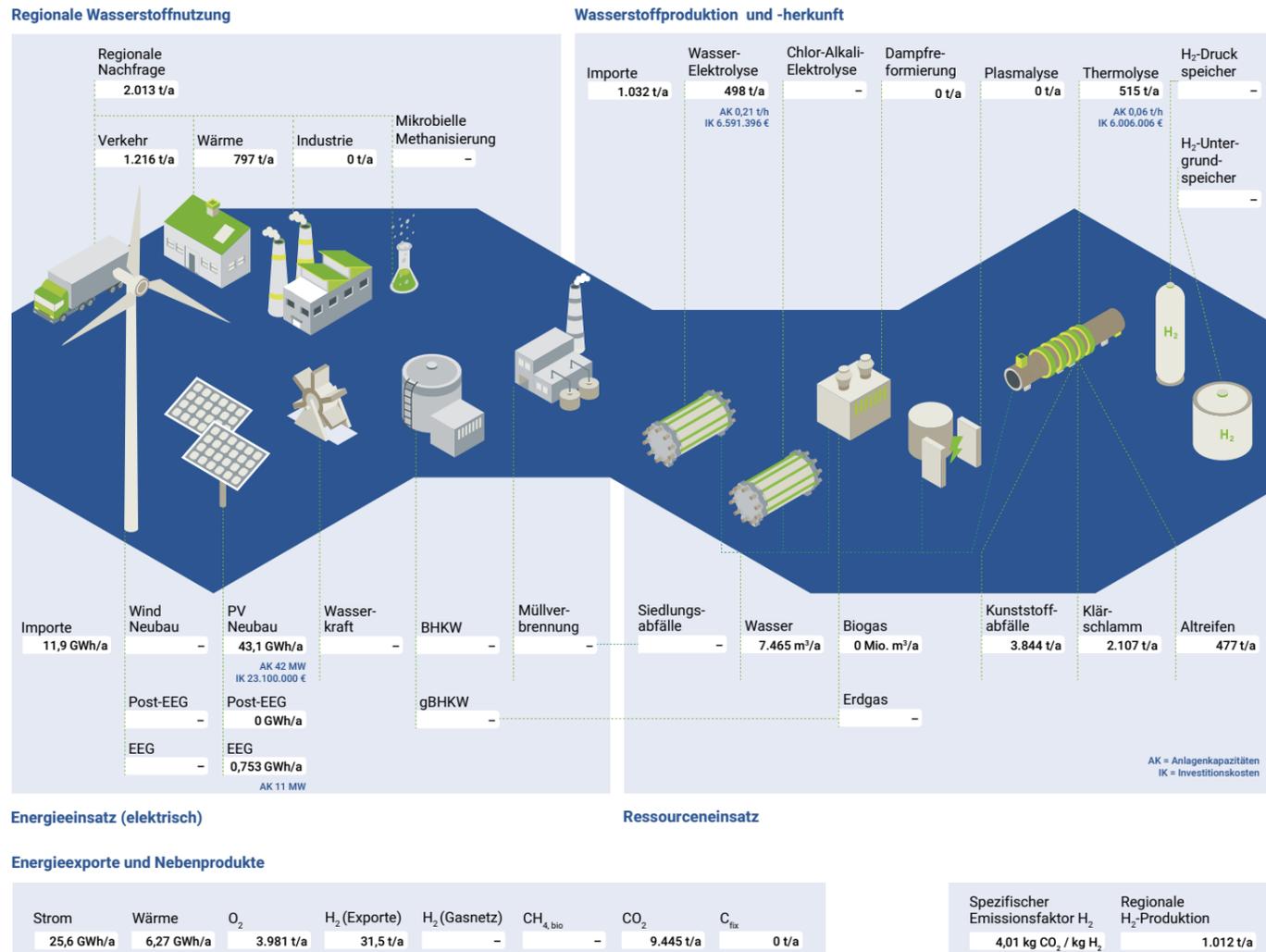


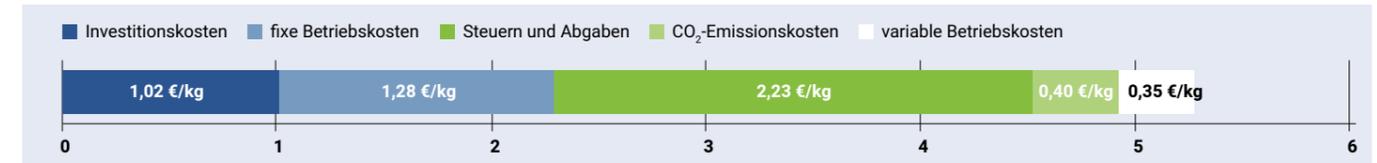
Abbildung 2: © H2Scout.eu/Spilett

(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	2.013 t/a	40,6%	4,57 €/kg	6,08 €/kg	3,09 Mio €/a
Ohne Reststoffnutzung	2.013 t/a	16,4%	4,89 €/kg	6,06 €/kg	2,40 Mio €/a
Weckruf-Szenario	11.548 t/a	100%	4,68 €/kg	5,03 €/kg	5,28 Mio €/a

Zusammensetzung der regionalen H₂-Gestehungskosten¹ Summe: 4,45 €/kg



1 Die H₂-Gestehungskosten beziehen sich ausschließlich auf die H₂-Produktionsanlagen. Stromkosten werden als variable Betriebskosten berücksichtigt
Abbildung 3: © H2Scout.eu/Spilett

Zusammensetzung der Umsätze Summe: 15.702.201 €/a

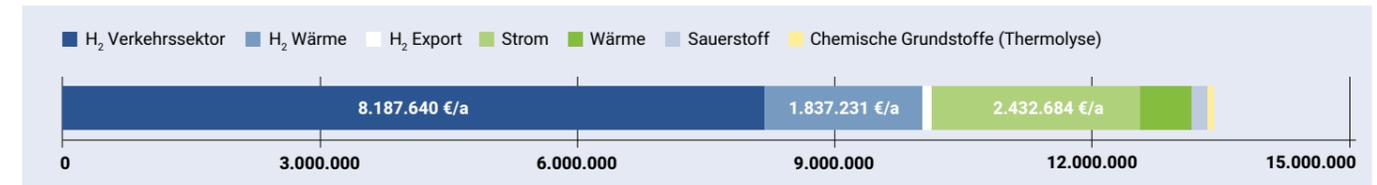


Abbildung 4: © H2Scout.eu/Spilett

Leistungskennzahlen des Systems (KPI)

2.013 t/a H ₂ -Nachfrage ergibt sich aus den definierten H ₂ -Bedarfen der Region	4,57 €/kg H ₂ -Bereitstellungskosten Break-Even-Preis, der im Mittel vom Kunden gezahlt werden muss, um einen Gewinn zu erzielen	3.088.807 €/a Gewinn vor Steuern Maximaler Gewinn vor Steuern im Fall, dass die durchschnittliche Zahlungsbereitschaft als Preis realisiert wird	14.766 t/a Vermiedene CO ₂ -Emissionen Vermiedene Gesamtemissionen zuzüglich der bei der Wasserstoffproduktion entstehenden CO ₂ -Emissionen	3.261.697 €/a Vermiedene externe Kosten Vermiedene gesellschaftliche Kosten des Klimawandels und der Stickoxidemissionen des Verkehrssektors
40,6% Autarkiegrad Regionaler Anteil der zur Wasserstoffproduktion verwendeten Primärenergie	6,08 €/kg Zahlungsbereitschaft H ₂ Durchschnittliche Zahlungsbereitschaft über alle Nachfragesektoren	14,3% Kapitalrendite bei einer angenommenen Systemlaufzeit von 20 Jahren	-56,16 €/t CO ₂ -Vermeidungskosten Die CO ₂ -Vermeidungskosten enthalten als Differenz zwischen Bereitstellungskosten und Zahlungsbereitschaft den definierten CO ₂ -Preis.	4.744.807 €/a Direkte regionale Wertschöpfung Anteil der in der Region verbleibenden Wertschöpfung aus dem Betrieb der Anlagen (Näherungswert aufgrund unvollständiger Datenbasis)

Fazit

Unter den getroffenen Entwicklungen und Annahmen des zukünftigen Energiesystems der Vier-Tor-Stadt Neubrandenburg kann im Basis-szenario ein Autarkiegrad von 40 % erreicht werden. Die Stadt wird also aufgrund der sehr limitierten eigenen Ressourcen dauerhaft auf Energie- bzw. Wasserstoffimporte aus dem Umland angewiesen sein, was die Wertschöpfungseffekte vor Ort reduziert. Die Wirtschaftlichkeit aller berechneten Szenarien ist jedoch gegeben und lässt sich auf die hohe Zahlungsbereitschaft des Verkehrssektors zurückführen. Das Weckruf-Szenario bietet trotz der geringeren Zahlungsbereitschaft des Wärmesektors die höchsten jährlichen Gewinnaussichten, regionalen Wertschöpfungseffekte sowie CO₂-Einsparungspotenziale und lässt sich mit vorhandenen Ressourcen des Umlands realisieren.

	Kapitalrendite	Vermiedene CO ₂ -Emissionen	CO ₂ -Vermeidungskosten ³	Vermiedene externe Kosten	Direkte regionale Wertschöpfung
Basisszenario	14,3%	14.766 t/a	-56,16 €/t	3,2 Mio €/a	4,74 Mio €/a
Ohne Reststoffnutzung	12,2%	16.778 t/a	-10,52 €/t	3,67 Mio €/a	3,95 Mio €/a
Weckruf-Szenario	1,2%	114.521 t/a	37,33 €/t	24,17 Mio €/a	22,68 Mio €/a

Jahresbilanzen des Basisszenarios Investitionskosten gesamt: 1,4 Mrd. €

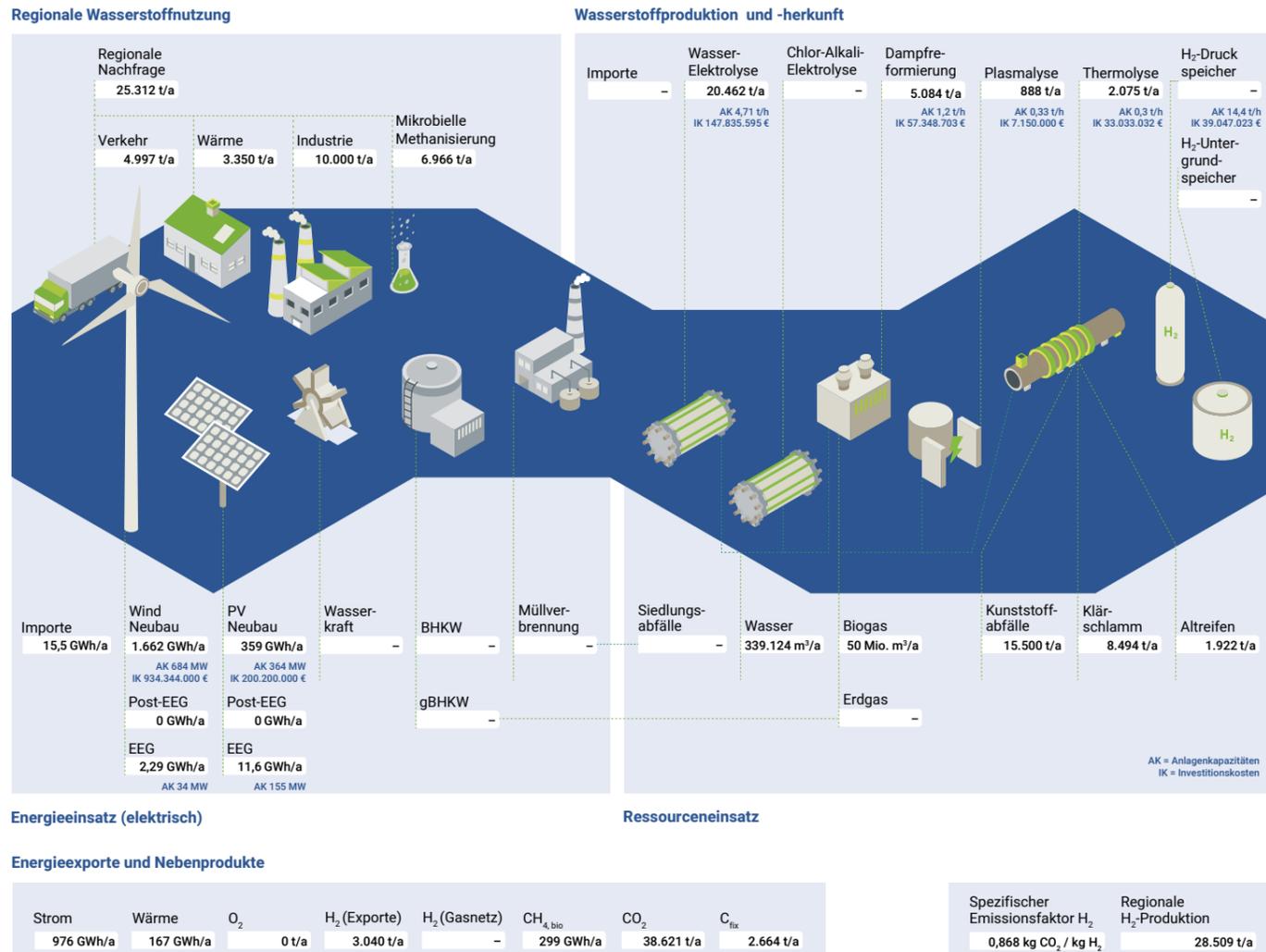


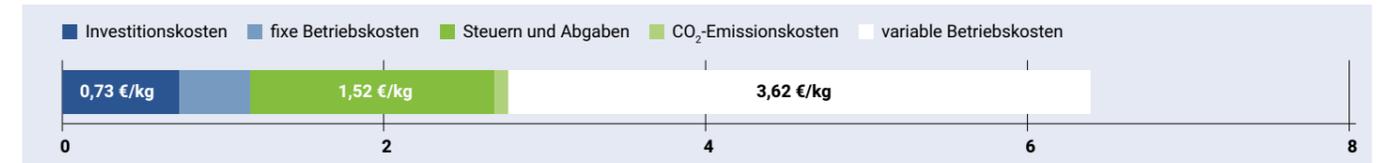
Abbildung 5: © H2Scout.eu/Spilett

(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	25.312 t/a	99,1 %	3,83 €/kg	4,81 €/kg	27,78 Mio €/a
Ohne Klärschlammnutzung	25.312 t/a	99,0%	3,84 €/kg	4,81 €/kg	27,29 Mio €/a
Ohne H ₂ Backbone Berlin	15.312 t/a	99,5%	3,05 €/kg	4,69 €/kg	31,10 Mio €/a
Autarkie-Szenario	25.312 t/a	100 %	3,85 €/kg	4,81 €/kg	27,19 Mio €/a
Weckruf-Szenario	48.224 t/a	100 %	5,14 €/kg	5,27 €/kg	6,66 Mio €/a

Zusammensetzung der regionalen H₂-Gestehungskosten¹ Summe: 5,81 €/kg



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

Abbildung 6: © H2Scout.eu/Spilett

Zusammensetzung der Umsätze Summe: 260.284.890 €/a

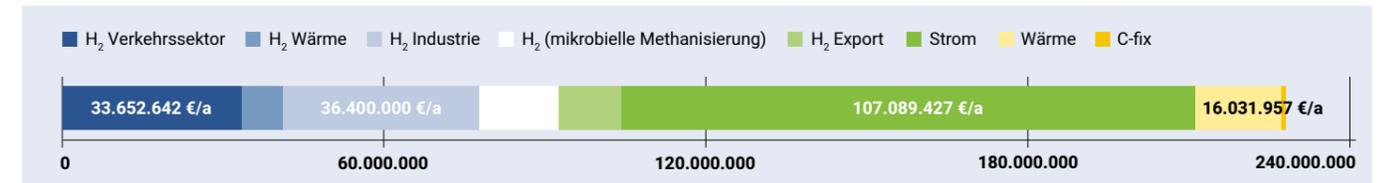


Abbildung 7: © H2Scout.eu/Spilett

Leistungskennzahlen des Systems (KPI)

25.312 t/a H ₂ -Nachfrage ergibt sich aus den definierten H ₂ -Bedarfen der Region	3,83 €/kg H ₂ -Bereitstellungskosten Break-Even-Preis, der im Mittel vom Kunden gezahlt werden muss, um einen Gewinn zu erzielen	27.777.703 €/a Gewinn vor Steuern Maximaler Gewinn vor Steuern im Fall, dass die durchschnittliche Zahlungsbereitschaft als Preis realisiert wird	297.546 t/a Vermiedene CO ₂ -Emissionen Vermiedene Gesamtemissionen zuzüglich der bei der Wasserstoffproduktion entstehenden CO ₂ -Emissionen	61.961.268 €/a Vermiedene externe Kosten Vermiedene gesellschaftliche Kosten des Klimawandels und der Stickoxidemissionen des Verkehrssektors
99,1 % Autarkiegrad Regionaler Anteil der zur Wasserstoffproduktion verwendeten Primärenergie	4,81 €/kg Zahlungsbereitschaft H ₂ Durchschnittliche Zahlungsbereitschaft über alle Nachfragesektoren	3,2 % Kapitalrendite bei einer angenommenen Systemlaufzeit von 20 Jahren	14,03 €/t CO ₂ -Vermeidungskosten Die CO ₂ -Vermeidungskosten enthalten als Differenz zwischen Bereitstellungskosten und Zahlungsbereitschaft den definierten CO ₂ -Preis.	63.167.703 €/a Direkte regionale Wertschöpfung Anteil der in der Region verbleibenden Wertschöpfung aus dem Betrieb der Anlagen (Näherungswert aufgrund unvollständiger Datenbasis)

Fazit

Unter den getroffenen Entwicklungen und Annahmen des zukünftigen Energiesystems im Landkreis Mecklenburgische Seenplatte stellen sich alle gewählten Szenarien wirtschaftlich dar. Selbst das Weckruf-Szenario mit 50%-iger Wasserstoffdurchdringung in allen regionalen Märkten und der Mitversorgung Berlins (10.000 t/a) lässt sich realisieren, erfordert jedoch eine Ausweitung der aktuell prognostizierten Windflächenpotenziale von 710 MW auf 979 MW. Die definierten PV-Potenziale müssten zu 25% erschlossen werden. Sollte keine Mitversorgung Berlins gewünscht sein oder der Ausbau des geplanten H₂-Backbones sich verzögern, so kann das Weckruf-Szenario der Stadt Neubrandenburg mit den vorhandenen Ressourcen und Kapazitäten realisiert werden.

	Kapitalrendite	Vermiedene CO ₂ -Emissionen	CO ₂ -Vermeidungskosten ³	Vermiedene externe Kosten	Direkte regionale Wertschöpfung
Basisszenario	3,2 %	297.546 t/a	14,03 €/t	61,96 Mio €/a	63,17 Mio €/a
Ohne Klärschlammnutzung	3,2%	297.544 t/a	15,50 €/t	61,96 Mio €/a	62,60 Mio €/a
Ohne H ₂ Backbone Berlin	4,5%	182.654 t/a	-52,33 €/t	38,41 Mio €/a	59,65 Mio €/a
Autarkie-Szenario	3,1%	307.109 t/a	15,29 €/t	63,92 Mio €/a	63,58 Mio €/a
Weckruf-Szenario	0,5%	494.527 t/a	83,96 €/t	104,22 Mio €/a	63,35 Mio €/a

Die Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg und der gesamte Landkreis Mecklenburgische Seenplatte bieten hervorragende Standortvorteile für die Ansiedelung von Gewerbe und Industrie. Unternehmen geraten zukünftig durch CO₂-Minderungsziele und damit einhergehenden Strafzahlungen zunehmend unter Druck, ihre vorgelagerten Lieferketten und eigene Produktion sowie Energieversorgung zu dekarbonisieren. Regionen können aus einer zuverlässigen, finanzierbaren und vor allem nachhaltigen Energieversorgung einen Nutzen in Bezug auf die Niederlassung neuer Unternehmen ziehen. Die durch den Ukraine-Krieg ausgelöste Energiekrise hat diesen Umstand zusätzlich verstärkt und die Karten neu gemischt. Die Bereitstellung regional erzeugten Wasserstoffs wird zum Standortfaktor und -vorteil, den es durch die Errichtung grüner Gewerbegebiete zu nutzen gilt. Ein weiteres Standortvorteil bei bestehendem Baurecht sind die Flächenausmaße von mehr als 10 ha bei den meisten Bestands- bzw. in Planung befindlichen Gewerbegebieten. In anderen Bundesländern sind freie Flächen dieser Größenordnungen meist vergeben.

Die vorhandenen Synergieeffekte werden zielbringend eingebracht, um mehr Wertschöpfung in der Region zu generieren. Aus den zahlreichen bestehenden Einzelösungen ist nicht zuletzt durch den HyStarter-Prozess ein Netzwerk entstanden, das auch in Zukunft Bestand haben wird. Im Landkreis Mecklenburgische Seenplatte sowie im gesamten Bundesland bestehen enorme Potenziale an erneuerbaren Energien in Form von Wind- und Solarstrom. Diese werden vor Ort genutzt, in Wasserstoff gespeichert und der sich neu ansiedelnden Industrie ebenso wie weiteren Abnehmerinnen und Abnehmern aus dem Verkehrs-, Gebäude- und Stromsektor in der Region bereitgestellt. Dies trägt zur sektorenübergreifenden Dekarbonisierung bei. Produktion und Abnahme werden im Sinne der Sektorenkopplung zusammengedacht.

An erster Stelle sollen die Menschen vor Ort von der lokalen Wasserstoffproduktion profitieren. Die Situation in Mecklenburg-Vorpommern war bislang grotesk: Obwohl im Bundesland viel erneuerbarer Strom produziert wird, insbesondere durch Windkraft, fielen bis zum Jahr 2023 durch die erhöhten Netzentgelte höhere Stromkosten an als im Süden der Republik, wo viel Strom verbraucht wird und der Ausbau erneuerbarer Energien nach wie vor schleppend voran geht. Gleichzeitig sind es zumeist nicht-regional verwurzelte Investorinnen und Investoren, die die Gewinne aus der Stromerzeugung abschöpfen. Darunter leidet die Akzeptanz in der Bevölkerung erheblich, weswegen als Folge das Bürger- und Gemeindenbeteiligungsgesetz erlassen wurde.

Beim Ausbau erneuerbarer Energien für Wasserstoffproduktion soll die Bürger- und Gemeindebeteiligung, z. B. durch Bürgerenergiegenossenschaften oder Bürgerstromtarife, befördert werden. Durch die lokale Produktion und Nutzung von Wasserstoff vor Ort wird Strom aus erneuerbaren Energien in der Region abgenommen. Die Verzahnung von regional produziertem Wasserstoff in Wertschöpfungsketten des Landkreises fungiert dabei akzeptanzstiftend, erhöht die Energieunabhängigkeit und ermöglicht eine breite Teilhabe an der Wasserstoffwirtschaft.

Der kommunale Einfluss auf Ausweisung von Eignungsflächen für erneuerbare Energien wird möglichst gewinnbringend für die Gemeinschaft eingesetzt.

Das Gebot der Zusätzlichkeit erfordert für die Erzeugung grünen Wasserstoffs zusätzliche erneuerbare Energien (EE)-Anlagen, wofür wiederum neue Eignungsflächen nötig sind. Damit die Wertschöpfung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Möglichkeit in der Region bleibt, gilt es die zur Verfügung stehenden Maßnahmen zur Ausweisung geeigneter Flächen im Sinne der Gemein-

schaft einzusetzen. Die Kommunen müssen sich bereits frühzeitig insbesondere im Rahmen der Planungsverbandsarbeit zwecks Festlegung und Handhabung der Ausweisungskriterien einbringen, um die Zukunft der Region nachhaltig mitzugestalten.

Nur grüner Wasserstoff ist zukunftsfähig. Die Bedingungen zur Erzeugung grünen Wasserstoffs durch den Strom Einsatz aus erneuerbaren Energien sind in der Region wie im gesamten Bundesland optimal. In diesem Sinne und um einen glaubwürdigen Beitrag zum Klimaschutz leisten zu können, soll der Fokus ausdrücklich auf der Erzeugung grünen Wasserstoffs liegen. Dafür sollen neben den Eignungsgebieten für Windkraftanlagen in der Fläche weitere Potenziale für EE-Anlagen wie bspw. die Nutzung weiterer Dachflächen von Agrarlagerstätten für PV sowie PV-Freiflächenanlagen gehoben und auch lokale Stromüberschüsse für Wasserelektrolyse genutzt werden. Die Kombination von Windenergie- und PV-Anlagen kann bei der Wasserstoffproduktion gezielt genutzt werden.

Chancen zur Erzeugung grünen Wasserstoffs entlang der zukünftigen H₂-Fernleitungen nutzen. Das übergeordnete, überregionale Wasserstoffnetz verfehlt zwar das Landkreisgebiet MSE knapp. Nichtsdestotrotz ergeben sich für die Region entlang der Trassen des geplanten Netzverlaufs sehr gute Gelegenheiten, Elektrolyseure zu errichten. Die räumliche Nähe ermöglicht über eine Zuleitung eine direkte Einspeisung in das Wasserstoffnetz und bietet einen weiteren (überregionalen) Absatzmarkt für den regional erzeugten Wasserstoff.

Der Einsatz von Wasserstoff und Brennstoffzellen ist besonders für schwere Nutzfahrzeuge geeignet. Im Landkreis sind zahlreiche Unternehmen mit Flotten angesiedelt. Sattelzugmaschinen und weitere Nutzfahrzeuge wie u. a. Müllsammelfahrzeuge eignen sich aufgrund ihrer Größe, dem Gewicht und dem damit einhergehenden

Verbrauch gut für den Einsatz von Wasserstoff und können aufgrund der längeren Distanzen im Landkreis einen Vorteil gegenüber batterieelektrischen Antrieben haben. Voraussetzung für den Hochlauf der Wasserstofftechnologie in dem Straßenverkehrssektor ist die Schaffung einer Tankstelle. Neben den technischen Eignungsvoraussetzungen, wie bspw. Rangierflächen, Druckstufen und die Kapazität der Wasserstoffspeicher ist vor allem der Standort für die Errichtung der Tankstelle entscheidend. Dieser soll sowohl möglichst kurze Anfahrtswege für das regionale Gewerbe bieten, Durchgangsverkehr die Nutzung ermöglichen sowie eine sichere Versorgung mit grünem Wasserstoff garantieren. Die nicht-elektrifizierten Bahnstrecken im Landkreis sollen ebenfalls hinsichtlich des Einsatzes von Batterie- bzw. Brennstoffzellen-Triebwagen hin überprüft werden, um den SPNV weiter zu dekarbonisieren.

Die Potenziale der Binnenschifffahrt für den Einsatz von Wasserstoff sollen überprüft werden. Die Mecklenburgische Seenplatte wird als Land der 1.000 Seen bezeichnet. Als Teil von Mitteleuropas größter zusammenhängender Seen- und Flusslandschaft verkehren in der Region viele Fahrgastschiffe der lokalen Flottenanbieter. Der Bootstourismus auf den Gewässern der Region, die einen hohen Schutzstatus genießen, ist ein großer Energieverbraucher. Im Bereich der Schifffahrt wird ein entscheidender Einsatzbereich für Wasserstoff und Brennstoffzellen gesehen. Den Urlaubsgästen kann damit ein CO₂-neutraler Verkehr ermöglicht werden, der eine Signalwirkung über die Region hinaus nach sich zieht. Dem Tourismus würde es zudem einen Nachhaltigkeitsaspekt verleihen, der sich auf den gesamten Sektor auswirken kann. Durch eventuelle Vorgaben aus den Kommunen kann hierbei Druck aufgebaut werden. Zum Beispiel könnte das Befahren von Seen oder Flüssen mit Booten bzw. Schiffen mit fossilen Brennstoffen mittelfristig verboten oder eingeschränkt werden.

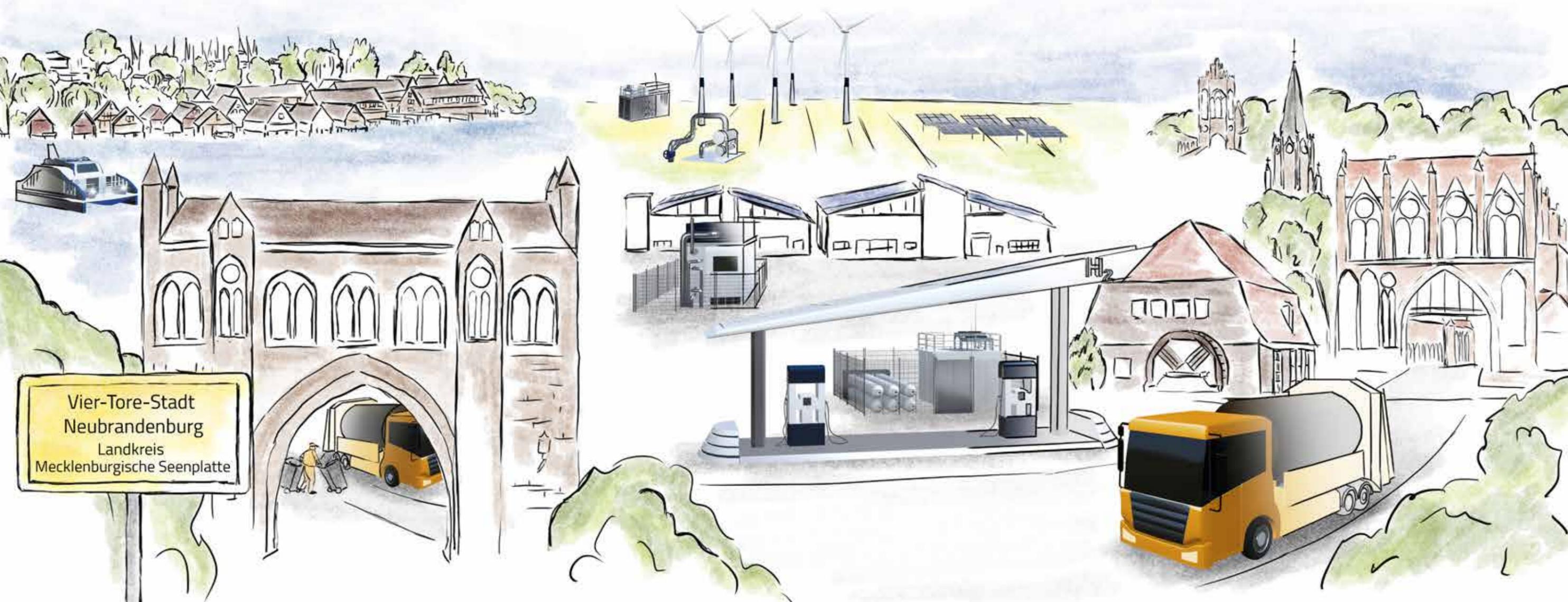


Abbildung 8: Die Vision 2030 – Optionen der Wasserstoffproduktion und der Wasserstoffanwendungen in der Region Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg Landkreis Mecklenburgische Seenplatte

Es müssen Lösungen für die Dekarbonisierung der Fernwärme und der sonstigen Gebäudeenergieversorgung entwickelt und umgesetzt werden. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung werden für die Stadt Neubrandenburg Alternativen zur Erdgasnutzung wie Biogas und Wasserstoff für die Fernwärme geprüft, die über 70 Prozent der Haushalte in der Stadt anschließt. Darüber hinaus werden die Geo- und Solarthermiepotenziale und der Einbau von Wärmepumpen und wasserstoffbetrie-

benen BHKWs untersucht, um die Wärmeversorgung im gesamten Landkreis klimafreundlicher zu gestalten. Die Option der sukzessiven Beimischung von grünem H₂ ins Erdgasnetz soll ebenfalls geprüft werden. Die Stadt Neustrelitz deckt ihre Strom- und Wärmeversorgung bereits zu über 90 Prozent regenerativ, u. a. mit einem Biomasseheizkraftwerk. Weitere Vorhaben mit Vorzeigecharakter sollen in der HyStarter-Region entwickelt werden.

H₂

Übersicht

Die HyStarter-Region Vier-Tore-Stadt-Neubrandenburg / MSE hat eine Vielzahl an Handlungsfeldern für den Aufbau der Wasserstoffwirtschaft entwickelt, die in der abgebildeten Karte verortet sind. Die einzelnen Projektideen sind in den folgenden Unterkapiteln beschrieben und weisen verschiedene Entwicklungsstufen auf – vom Ideenstadium bis hin zu weit ausgereiften Konzepten. Es werden die Motivation und die Handlungsbedarfe der Akteure dargestellt, die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie auf ihre Einsatztauglichkeit und Verfügbarkeit hin beschrieben sowie die für die Umsetzung notwendigen Aktivitäten und Verantwortlichkeiten diskutiert. Die Darstellung der Handlungsansätze schließt jeweils mit einem Überblick über mögliche erste Schritte der Planungs- und Umsetzungsphasen ab. Die Zeiträume sind dabei als grobe Richtwerte zu verstehen, da unerwartete Widerstände, politische Entscheidungen aber auch beschleunigte Verfahren Abweichungen wahrscheinlich machen.

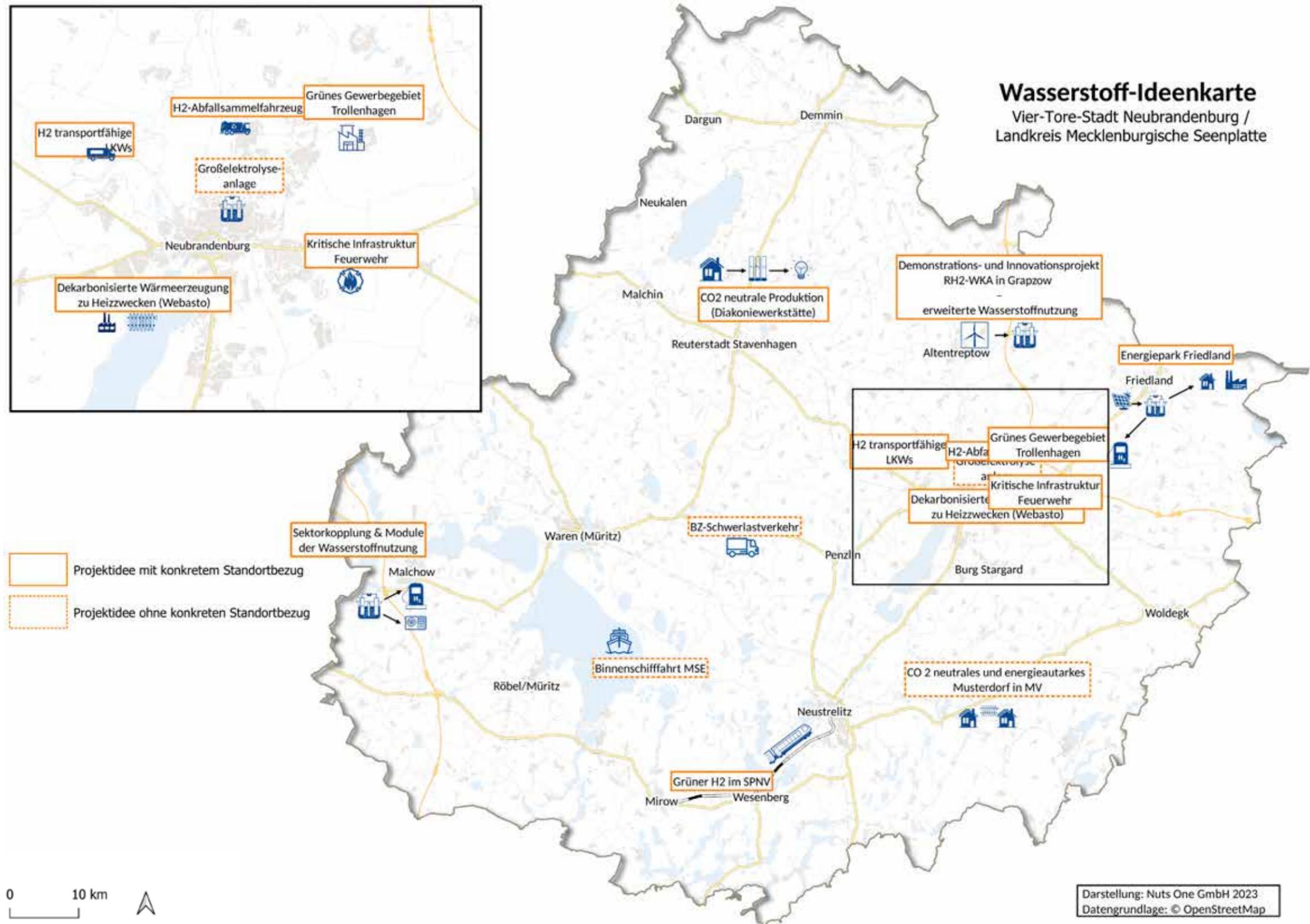


Abbildung 9: Handlungsansätze der HyStarter-Akteure
© BMDV / Nuts One GmbH

Elektrolytische H₂-Erzeugung aus PV- und Windenergie

Mecklenburg-Vorpommern und damit der Landkreis MSE zeichnen sich durch ein hohes Windpotenzial und viele Sonnenstunden im Jahr aus. Bereits heute ist ein großer Bestand an erneuerbaren Energien (EE) im Landkreis zu verzeichnen. Für die Umsetzung eines regenerativen Energiesystems ist es unerlässlich, den Bestand an EE-Anlagen auszubauen und die verfügbaren Flächen mit dem vorhandenen Energiepotenzial zu nutzen. Die EE können in Wasserstoff gespeichert werden und somit die Erzeugung und den Verbrauch von EE zeitlich und räumlich flexibel gestalten. Die großen H₂-Pipelines von Lubmin bzw. Rostock kreuzen nicht direkt das Landkreisgebiet, verlaufen aber knapp entlang der Grenze sowohl im Osten als auch im Westen.

Die Akteure der HyStarter-Region setzen auf regionale Vorhaben und sind darum bemüht, ansässige Unternehmen und die Bevölkerung mit einzubeziehen. Im Bereich der Wasserstoffherzeugung per Elektrolyse gibt es bereits bestehende und konkret geplante Umsetzungsprojekte:

- GP JOULE möchte im Energiepark Friedland zusammen mit den Unternehmen Steinbock Energie und der Agrargesellschaft Lübbersruh eine Freiflächen-Photovoltaikanlage mit einer Leistung von rund 160 MWp für den Aufbau einer regionalen H₂-Wertschöpfungskette errichten. Der erzeugte Strom soll nicht nur in das Netz eingespeist werden, sondern kann auch via Direktleitung lokalen Unternehmen zur Verfügung gestellt werden. In Friedland soll Wasserstoff produziert werden, wobei die Abwärme des Elektrolyseurs für das örtliche Wärmenetz und vor Ort ansässige produzierende Unternehmen zur Verfügung werden kann. Es ist zudem die Errichtung einer Wasserstofftankstelle geplant.
- WIND-Projekt initiierte und projektierte innerhalb des Demonstrations- und Innovationsprojekt RH₂-WKA eine Wind-Wasserstoff-Energiespeicheranlage in

Gratzow bei Altentreptow. WIND-Projekt begleitet den Anlagenbetrieb seit 2013 im Auftrag der WIND-WASSERSTOFF-Projekt GmbH & Co. KG. Wasserstoff wird dort mit 100 % Windstrom produziert, gespeichert und bedarfsweise in einem H₂-BHKW rückverstromt. Eine Erweiterung der bestehenden 1MW-Elektrolyseanlage und Peripherie der Anlage ist in Planung. Es besteht grundsätzlich die Möglichkeit, den grünen Wasserstoff unter Berücksichtigung notwendiger Anpassungen zeitnah u. a. für Anwendungen aus der Industrie oder für die Mobilität per Trailerabfüllung bereitzustellen. Auch Flächen für eine Tankstelle wären grundsätzlich verfügbar. Zudem wird innerhalb eines Folgeprojektes die Wasserstoffeinspeisung geprüft. Da die Anlage bereits in Betrieb ist, sind für erste marktaktivierende Schritte (Trailerabfüllung, halböffentliche Tankstelle vor Ort für ausgewählte Kooperationen) nur geringe Nachinvestitionen und kleinere Anpassungen erforderlich.

- Auch in Malchow wird die Wasserstoffherzeugung aus regionalen EE, u. a. Post-EEG-Anlagen geplant (vgl. Kap. Sektorkopplung & Module der Wasserstoffnutzung in Malchow, S. 46).
- In den Diakoniewerkstätten werden die vorhandenen Dachflächen für den PV-Ausbau anvisiert und eine Wasserstoffherzeugung geprüft (vgl. Kap. CO₂-freie Produktion in Diakoniewerkstätten, S. 36).
- Die FairWind Deutschland GmbH plant mit ihren Kooperationspartnern Wasserstoffraffinerien in Verbindung mit den von ihr geplanten Windenergieanlagen auf dem Stadtgebiet von Altentreptow sowie von Woldegk. Die mittelfristig geplante Leistung der zugehörigen Windparks beläuft sich auf 420 Megawatt bei einer jährlichen Nettostromproduktion von etwa einem Terawatt. Ein Teil der Stromproduktion soll in die Wasserstoffproduktion fließen, sofern sich aus politischen Vorgaben wirtschaftliche Rahmenbedingungen ergeben.

Regionale Herausforderungen

- Viele EE-Anlagen wurden von Projektierern errichtet, die nicht im Landkreis ansässig sind. Somit haben Bürgerinnen und Bürger sowie Gemeinden bis zur Einführung des Bürger- und Gemeindebeteiligungsgesetzes M-V (BüGembeteilG M-V) oftmals nicht vom Ausbau der EE profitiert, sondern wurden durch höhere Netzentgelte⁴ bis 2023 zusätzlich benachteiligt, was z. T. Einfluss auf die Akzeptanz des EE-Ausbaus nach sich zieht.
- Lange Genehmigungszeiten aufgrund komplexer Genehmigungsprozesse und begrenzter Kapazitäten in den Genehmigungsbehörden verzögern die zielgerichtete Umsetzung von Vorhaben, insbesondere im Ausbau der Windenergie.
- Weitere Herausforderung ist die Preisgestaltung (Annäherung von Produzent und Verbraucher von H₂) aufgrund beiderseits großer Unsicherheiten in allen Bereichen der Projektentwicklung. Dies hemmt Entscheidungen bereits in der sehr frühen Projektentwicklung.
- Finanzielle Unterstützung in Form von Förderung ist notwendig. Kurze Ausschreibungszeiten von Förderaufrufen für den Aufbau von Elektrolyseuren sind herausfordernd bei der Planung. Auch die Aufrüstung bestehender Anlagen muss finanziert werden.
- Die Umsetzung der Vorhaben setzt eine konstante regionale Wasserstoffnachfrage oder den Anschluss an eine der großen H₂-Pipelines voraus, welche jedoch beide östlich und westlich außerhalb der Landkreisgrenze verlaufen.
- Der erzeugte Wasserstoff muss je nach (dezentralem) Produktionsstandort und Abnehmer ggf. zunächst per Trailer an den Ort des Verbrauchs transportiert werden.

Lösungsansätze

- Die Landesenergie- und Klimaschutzagentur Mecklenburg-Vorpommern (LEKA MV) setzt sich für transparentere Verfahren und Bürgerbeteiligungsmöglichkeiten ein.
- Die HyStarter-Akteure planen Vorhaben unter Einbindung regionaler Unternehmen und Akteure und schaffen damit regionale Beteiligungsmöglichkeiten.
- Der H₂-Transport durch regionale Unternehmen wird ebenfalls geprüft (vgl. Kap. Wasserstofftransport, S. 24).

- Es besteht ein Erfahrungsaustausch unter den HyStarter-Akteuren, um zu Blaupausen für Genehmigungen zu kommen.
- Synergien mit Anwendern im Verkehr (Logistik, ÖPNV) und Abnehmer aus der Industrie werden genutzt sowie Gespräche mit Verteilnetzbetreibern und vorgelagerten Netzbetreiber mit dem Ziel einer Einspeisemöglichkeit bis ins überregionale Wasserstoffnetz gesucht.
- Bei der Standortwahl der Elektrolyseure sollen nach Möglichkeit die Nutzung der anfallenden Wärme und des Sauerstoffs zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit und Energieeffizienz berücksichtigt werden.
- Die Verfügbarkeit von großen Mengen an EE und grünem Wasserstoff kann potenziell als Standortvorteil für die Ansiedelung von (neuen) Unternehmen gelten.
- Information der Sachverhalte (Preiszusammensetzung H₂) auf Abnehmerseite, Sensibilisierung hinsichtlich Risikobewusstsein auf beiden Seiten, ggf. Einziehen von übergeordneten Fördermechanismen (Kommunal, Land, Bund, EU) zum flexiblen Abfedern von Preisentwicklungen (Vergleich CCfD⁵).
- Synergien mit weiteren Elektrolyseur-Betreibern suchen.

Externer Unterstützungsbedarf

- Beschleunigte und vereinfachte Verfahren zur Genehmigung von EE-Anlagen und Elektrolyseuren, u. a. durch (weiteren) Kompetenzaufbau und mehr Personal bei Behörden und Planungsbüros, sind Voraussetzungen für den zügigen Aufbau der H₂-Wirtschaft.
- Eine zeitnahe Ausweisung von Windenergiegebieten und PV-Freiflächen-Anlagen durch die Regionalen Planungsverbände (2,1% Ziel⁶) sind erforderlich. Gemeinden und Kommunen sollten hier ihren verfügbaren Spielraum zur Mitgestaltung nutzen.
- Weiterhin benötigt die Region eine Unterstützung aus der Landes- und Kommunalpolitik beim Ausbau der EE und der Errichtung von Elektrolyseuren.
- Gemeinsame Planungen für die Einspeisung von H₂ mit (vorgelagerten) Netzbetreibern über die Landkreisgrenzen hinweg sollten zeitnah angegangen werden.

⁴ <https://www.bmwi-energiewende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2018/05/Meldung/topthema-gleiche-netzentgelte-fuer-alle.html>

⁵ CCfD = Carbon Contracts for Differences (Betriebs- und Investitionskostenzuschüsse für den Einsatz CO₂-armer Technologien)

⁶ <https://www.regierung-mv.de/Aktuell/?id=188185&processor=processor.sa.pressemitteilung>

Technologiekonzept & Umsetzungsstrategie

Die HyStarter-Region Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg / MSE kann grünen Wasserstoff in großen Mengen regional produzieren. Die o. g. EE-Projektideen weisen (theoretisch) folgende installierte Leistungen aus bzw. wurden ihnen die nachfolgenden Werte für die weiteren Überlegungen zugrunde gelegt: Friedland 160 MW_p-PV, RH₂-WKA 3,3 MW_p-Wind, Malchow 6,6 MW_p-PV und die Diakoniewerkstätten 0,6 MW_p-PV wurden in diesem Konzept berücksichtigt.

Wenn Wasserstoff aus fluktuierenden erneuerbaren Energien produziert wird, insb. mittels Windenergie- und PV-Anlagen, sollte die Elektrolyseanlage auf ca. ein Drittel der installierten Stromerzeugungsleistung ausgelegt werden, um eine Grundauslastung sicher zu stellen. Grundsätzlich eignen sich aufgrund ihrer Skalierbarkeit und Flexibilität Polymer-Elektrolyt-Membran (PEM) sowie alkalische (AEL) Elektrolyseure für die Wasserstoffproduktion aus fluktuierenden Energieträgern.

Mit dem genannten Erzeugungspotenzial und einer optimal ausgelegten Elektrolyseurleistung können jährlich bis zu 2.719 t H₂ produziert werden. Hierfür werden bei den aufgeführten Projekten 48 MW, 1 MW, 2 MW und 0,18 MW Elektrolyseleistung am jeweiligen Standort möglich.

Neben dem produzierten Wasserstoff werden zusätzlich Sauerstoff und Abwärme generiert. Das Temperaturniveau der Abwärme liegt zwischen 55 °C und 60 °C und kann als Grundlastabdeckung für verschiedene Anwendungen in unmittelbarer Umgebung des Elektrolyseurs genutzt werden. Der Sauerstoff und die Abwärme können sich positiv auf den Energieverbrauch in den Belebungsbecken einer örtlichen Kläranlage auswirken. Bei der oben genannten Wasserstoffmenge stünden 21.755 t Sauerstoff mit einer Reinheit von über 95 % am Tag zur Verfügung. Neben der Verwendung in der Kläranlage kann der Sauerstoff auch zu medizinischen Zwecken nach einer Aufreinigung genutzt werden oder bei der Fischzucht eingesetzt werden.

Zur Wasserstoffproduktion mittels Elektrolyse wird deionisiertes, vollentsalztes Wasser benötigt. Entsprechende Entsalzungsanlagen werden bei der Planung eines Elektrolyseurs berücksichtigt. Für die geplante Wasserstoffmenge in der Region Neubrandenburg / MSE bedarf es 35 Mio. Liter Wasser.

Elektrolyseanlagen mit einer Leistung zwischen 250 kW und 10 MW werden in der Praxis in einer Containerbauweise zur Verfügung gestellt, sodass die eigentliche Installation einfach zu realisieren ist. Größere Anlagen werden freistehend errichtet. Technologiebedingt sind AEL-Elektrolyseure tendenziell von den Anschaffungskosten günstiger als PEM-Elektrolyseure. Abhängig von der Technologie und der installierten Leistung liegen für größere Anlagen die spezifischen Kosten zwischen 1.000 und 1.300 € pro kW. Dies inkludiert die Kosten für Beratung, Installation, Netz- und Wasseranschluss sowie die benötigte Peripherie mit ein. Für den Anlagenbetrieb müssen der Wasser- und der Netzanschluss sowie regulatorische Rahmenbedingungen, Netzentgelte und weitere Aspekte beachtet werden. Stromhauptabnehmer ist der Elektrolyseur, gefolgt von dem leistungsintensiven Verdichter. Bei dem Wasseranschluss genügt in der Regel die Einhaltung der Qualitätsanforderungen gemäß der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2020 | EU-Richtlinie 2020/2184-EU⁷). Die entsprechenden Entsalzungsanlagen werden bei der Planung eines Elektrolyseurs mitberücksichtigt und sind in den Containerbauweisen bereits integriert. In Abhängigkeit von der Auslastung des Netzanschlusspunktes ist ggf. die Ertüchtigung einer Trafostation zu berücksichtigen.

Je nach Anwendungsgebieten kann der Wasserstoff direkt nach der Produktion aus der Elektrolyseanlage verwendet werden oder muss aufgereinigt werden. Die Wasserstoffqualität beträgt nach der Elektrolyse 99,9 % (3.0) und kann bspw. direkt in Verbrennungsmotoren (z. B. in üblichen BHKW oder in Fahrzeuge mit Verbrennungsantrieb) genutzt werden. Für Brennstoffzellenanwendungen ist hingegen oft eine Reinheit von 99,999 % (5.0) erforderlich (wobei manche Fahrzeughersteller mittlerweile nur noch die Qualität 3.7 einfordern). Um diese Qualität zu erreichen, wird zusätzlich eine Trocknungsanlage benötigt, um den verbleibenden Wasserdampfanteil im Wasserstoff zu entfernen. In der Regel wird diese der Elektrolyseanlage nachgeschaltet. Sofern der Wasserstoff in Bündelflaschen abgefüllt werden soll, bedarf es ebenfalls einer Trocknungsanlage, da die Druckluftflaschen aufgrund von möglicher Korrosion keine Feuchtigkeit vertragen. Gleiches gilt auch für die Speicherung in Stahltanks sowie für Kompressoren.

7 https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/T/Trinkwasserverordnung/Amtsblatt_2020-2184-EU.pdf

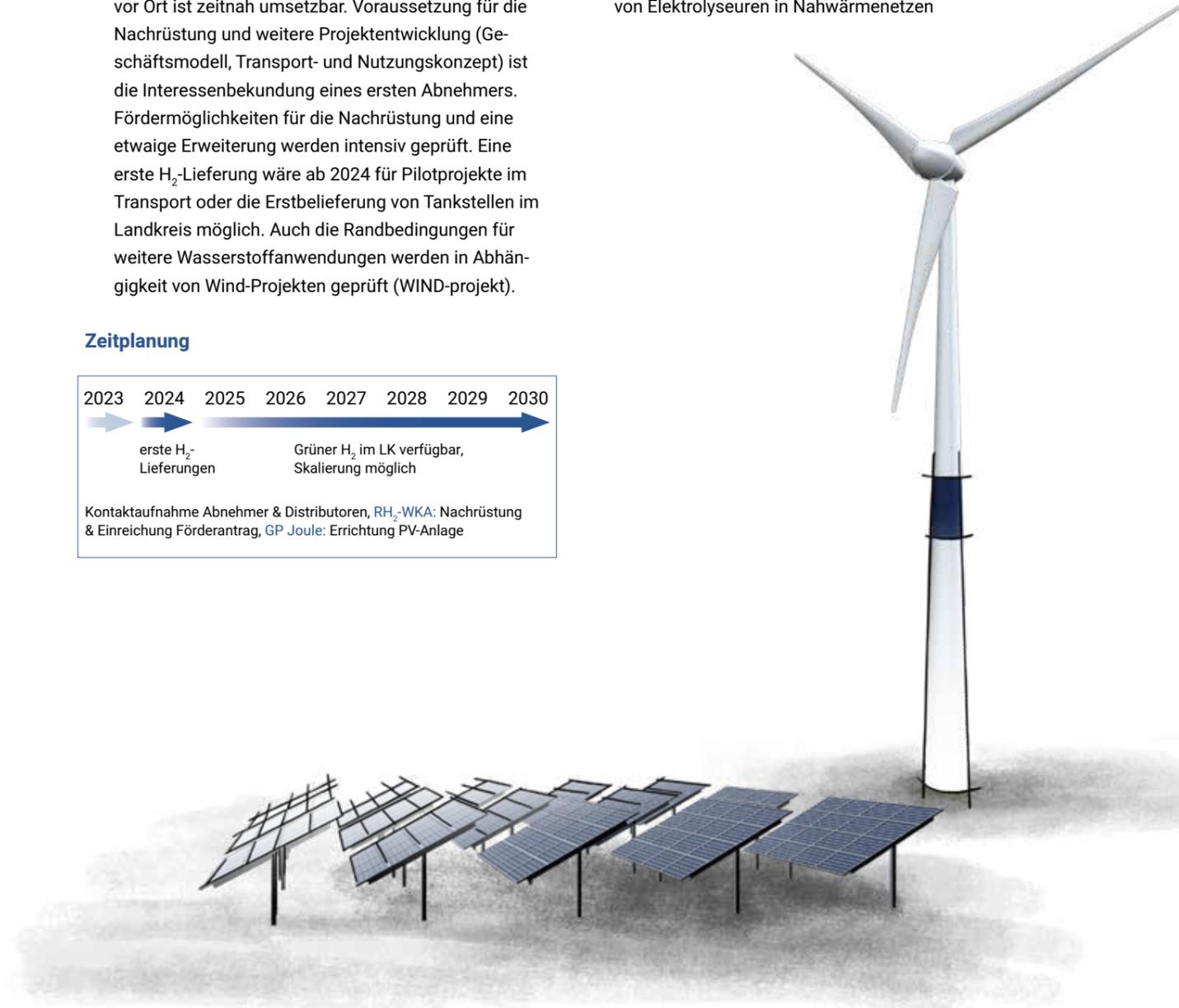
Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Kontaktaufnahme bzw. Fortführen von Gesprächen mit potenziellen Abnehmern (Logistik, ÖPNV, öffentliche Flotten, Industrie und Netzbetreiber für Einspeisung u. v. m.) und Distributoren (WIND-Projekt, GP JOULE, EDF Deutschland GmbH).
- Realisierung der Photovoltaikanlage bis Ende 2023, bis Herbst 2024 Realisierung der Wasserstoffinfrastruktur (GP JOULE).
- Das Demonstrations- und Innovationsprojekt RH₂-WKA in Grapzow steht für erweiterte Wasserstoffanwendungen, insbesondere in der Mobilität marktaktivierend zur Verfügung. Die hierzu erforderliche Nachrüstung vor Ort ist zeitnah umsetzbar. Voraussetzung für die Nachrüstung und weitere Projektentwicklung (Geschäftsmodell, Transport- und Nutzungskonzept) ist die Interessenbekundung eines ersten Abnehmers. Fördermöglichkeiten für die Nachrüstung und eine etwaige Erweiterung werden intensiv geprüft. Eine erste H₂-Lieferung wäre ab 2024 für Pilotprojekte im Transport oder die Erstbelieferung von Tankstellen im Landkreis möglich. Auch die Randbedingungen für weitere Wasserstoffanwendungen werden in Abhängigkeit von Wind-Projekten geprüft (WIND-projekt).

Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **H₂-Tankstelle:** Mobilität / Verkehr als Abnehmer
- **H₂-Abnehmer:** Potenzieller Abnehmer aus Industrie, für die Notstromversorgung
- **Grünes Gewerbegebiet:** Potenzieller Abnehmer, falls keine eigene Erzeugung vor Ort
- **Pipeline-Anbindung:** Einspeisung von H₂-Überschüssen, Berücksichtigung bei Standortwahl von Elektrolyseuren
- **H₂-Transport:** Distribution durch regionale Anbieter (NB Propangas)
- **Gebäudeenergieversorgung:** Nutzung der Abwärme von Elektrolyseuren in Nahwärmenetzen

Zeitplanung



Wasserstofftransport per Trailer, Zug oder leitungsgebunden

Der Landkreis MSE wird auch zukünftig keine direkte Anbindung an eine der beiden H₂-Pipelines von Rostock (IPCEI-Projekt „doing hydrogen“⁸) bzw. Lubmin („flow“⁹) haben. Es wird aber diskutiert, inwiefern eine Zuleitung verschiedene Elektrolyseurstandorte verbinden und die Einspeisung in dieses H₂-Netz ermöglichen kann, um Standorte im Landkreis mit großen H₂-Bedarfen zu versorgen und regional nicht genutzte H₂-Kapazitäten überregional bereitzustellen. Eine frühzeitige Anbindung schafft nicht nur weitere Absatzmöglichkeiten, sondern

8 <https://www.doinghydrogen.com/wasserstoff-projekte/>
9 <https://www.flow-hydrogen.com/>

auch Redundanzen, die die Versorgungssicherheit erhöhen. Es entstehen keine zusätzlichen Verkehre wie bei einer Trailerbelieferung. Es wird aber auch ein straßen- (oder schienengebundener) Wasserstofftransport notwendig sein, um den dezentralen Abnahmestrukturen sowohl seitens des Angebots und als auch der Nachfrage gerecht zu werden. NB Propangas möchte zukünftig Industriekunden bis hin zu Tankstellen (siehe Kap. Wasserstofftankstelle, S. 27) und Privatkunden Wasserstoff bzw. Wasserstoff-gebundene Transportlösungen per Lkw anbieten.

Regionale Herausforderungen

- Die dezentrale Produktion und der Verbrauch an weiteren Standorten erfordern die Organisation von Verteilstrukturen für den Wasserstoff.
- Ein regionaler Anschluss an eine der großen H₂-Pipelines erfordert die Bereitschaft der Netzbetreiber und ist nicht sofort umsetzbar. Insbesondere bei zunächst kleineren Elektrolyseuren lohnt sich aufgrund des finanziellen Aufwands (noch) kein Leitungsanschluss.
- Die Finanzierung und der langwierige Anschaffungsprozess bzw. Lieferzeiten von H₂-transportfähigen Lkw stellt eine Herausforderung dar.
- Es ist unklar, in welchem Aggregatzustand der H₂ zu den Kunden transportiert werden soll.

Lösungsansätze

- Der leitungsgebundene Transport sollte angestrebt werden und Gespräche mit (Fernleitungs-)Netzbetreibern zu möglichen Entry-Points der Pipelines doing hydrogen und flow gesucht werden.
- Zusätzlich muss die Möglichkeit der tatsächlichen Belieferung geklärt und aufgebaut werden – ob per Trailer, in flüssiger Form, in Kapillaren oder als H₂-gebundene Produkte, um u.a. auch zeitnah Wasserstoff von z. B. ‚WIND-Projekt‘ durch die NB Propangas zu potenziellen Abnehmern transportieren zu können. Die Trailerbelieferung in der Region sollte technisch einheitlich gestaltet werden, um Synergien nutzen zu können.

- Wo es sich von der Anbindung anbietet, ist eine Lieferung per Bahn ebenfalls möglich.
- Fördermöglichkeiten für die Trailer-/Lkw-Beschaffung und Pipeline-Anbindungen müssen geprüft werden.
- Die Kundenbedarfe müssen analysiert werden.

Externer Unterstützungsbedarf

- Es ergibt sich ein Bedarf an Planungs- und Engineeringleistungen zur Anbindung an die überregionalen H₂-Pipelines.
- Technische Lösungen für den Wasserstofftransport mit batterieelektrischen Antrieben (auch Brennstoffzelle) in BZ-Lkw und der Bahn müssen von Herstellern entwickelt werden.
- Die für solche Fahrzeuge erforderliche Regulatorik und Normen für den Transport von Wasserstoff müssen von den Behörden erarbeitet werden.
- Die Nachfrage der Industrie- und Gewerbekunden an Wasserstoff und Wasserstoff-gebundenen Lösungen müssen analysiert werden (NB Propangas).
- Gesetzliche Klärung, u. a. ob Fahrzeuge die Wasserstoff geladen haben (unabhängig davon, ob Trailer, Container, LH₂), ebenfalls mit Wasserstoff betankt werden können.

Technologiekonzept & Umsetzungsstrategie

Zur Analyse des Wasserstofftransports werden die Projektideen wegen der deutlich unterschiedlichen Erzeugungskapazitäten und den teilweise geplanten Inselsystemen individuell betrachtet.

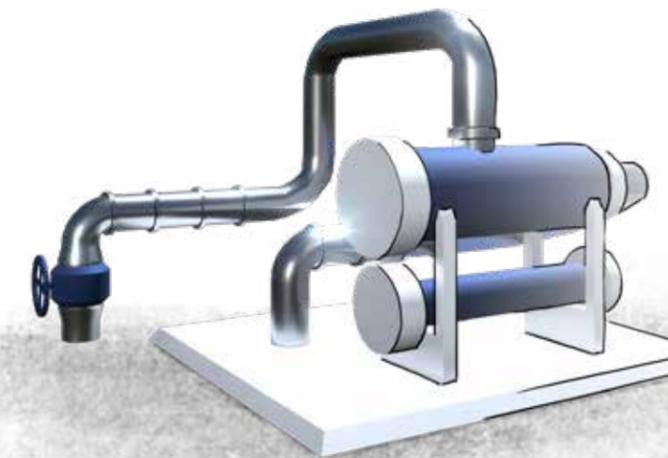
Aufgrund der berechneten Wasserstoffmengen am Projektstandort Grapzow (RH₂-WKA), sollte der Wasserstofftransport über Trailer, z. B. durch NB Propangas, erfolgen. Für den Wasserstofftransport wird weniger als ein Trailer pro Tag benötigt. Nach der ADR-Richtlinie¹⁰ muss der Trailer von einem Fahrzeug gezogen werden, welches mit einem Verbrennungsmotor betrieben wird. Der Kraftstoff (Diesel, LNG oder Wasserstoff) ist hierbei irrelevant. Der Trailer darf jedoch nicht von einer Zugmaschine mit elektrischem Antrieb gezogen werden (egal ob Batterie- oder Brennstoffzellenantrieb). Grund sind die hohen elektrischen Spannungen bei diesen Antrieben. Bei Kurzschlüssen bestünde dann die Gefahr, dass Lichtbögen entstehen, die die Transportbehälter beschädigen und dann mit dem Wasserstoff reagieren könnten (Explosionsgefahr). Elektrische Fahrzeuge haben daher bislang keine ADR-Zulassung, jedoch wird an technischen Lösungen gearbeitet, die zu einem späteren Zeitpunkt ADR Zulassungen ermöglichen sollen.

Der H₂-Transport per Schiene ist ebenfalls rechtlich möglich. Es gelten lediglich die nach Gefahrgutbeförderungsgesetz vorgegebenen Anforderungen an die Beförderung von gefährlichen Gütern und die damit verbundenen Pflichten der Beteiligten, vgl. § 2 GGBeFG. Auch technisch ist der H₂-Transport über die Schiene möglich.

Da Wasserstoff im Trailer mit einem Druck von 350 bis 500 bar transportiert wird, bedarf es nach der Elektrolyse eines Kompressors zur Gasverdichtung. Für die Verdichtung sind zusätzlich ca. 9 % Energiebedarf zu berücksichtigen, die bei den hier durchgeführten Berechnungen bereits inkludiert sind.

Zusätzlich sind je nach Projekt am Standort der Wasserstoffproduktion und/oder -anwendung Speicher zu errichten. Hier können nach Platzbedarf und Rahmenbedingungen Hochtanks, Röhrenspeicher oder Wechselbrücken zum Einsatz kommen. Der Speicher sollte mindestens auf die dreifache Tagesmenge ausgelegt werden.

Am Standort Friedland eignet sich beispielsweise, aufgrund der hohen Tagesmengen von theoretisch ca. 7 t Wasserstoff pro Tag, die Errichtung einer Pipeline bzw. der Anschluss an das Hydrogen Backbone. Für den Anschluss an das Pipelinenetz wird eine Gas-Einspeisestation benötigt. Je nach Hersteller und Elektrolyseurausgangsdruck kann auf einen Kompressor verzichtet werden, da die Pipeline mit 30 bar betrieben wird. Darüber hinaus muss der Elektrolyseur mit der Gas-Einspeisestation per Pipeline verbunden werden. Bei der Umsetzungsdauer einer neu zu errichtenden Pipeline entfällt der dominierende Anteil auf die verschiedenen Genehmigungsverfahren. Hier sind mehrere Jahre einzukalkulieren, je nach Verlegungsstrecke und örtlicher Genehmigungsbehörde kann die Errichtung deutlich geringer ausfallen. Für die Umwidmung bestehender Erdgas-Pipelines auf Wasserstoff ist mit ca. drei Jahren zu planen. Die Kosten pro Kilometer Pipeline liegen je nach örtlichen Gegebenheiten (Bebaungsgrad, Tiefbau, Genehmigungsaufwand etc.) zwischen 150 TEUR und 1.000 TEUR. Laut einer Auswertung des Forschungszentrums Jülich¹¹ betragen die durchschnittlichen Errichtungskosten einer Pipeline 352 TEUR pro Kilometer, ohne Verdichter-, Einspeise- oder Entnahmestation. Nutzungs- und Abschreibungsdauer werden im Durchschnitt mit 40 Jahren angenommen.



10 ADR=Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route, zu Deutsch „Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße“. <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/Gefahrgut/gefahrgut-recht-vorschriften-strasse.html>

11 FZJ; Comparative Analysis of Infrastructures: Hydrogen Fueling and Electric Charging of Vehicles

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Die Prüfung der Einsatztauglichkeit eigener Lkw für den H₂-Transport bzw. Beschaffung von Lkw erfolgt u. a. in Zusammenarbeit mit Energy Engineers und der NB Propangas. Zudem erfolgt die Prüfung verschiedener Transportlösungen (LH₂, Container, Trailer u. v. m.) und ob der Transport nur mit Dieselantrieb erfolgen kann. Ab 2025 müssen verschiedene Förder- und Finanzierungsmodelle (Kauf/Leasing) analysiert werden und die Belieferung an Industrie, Tankstellen etc. geplant werden.
- Abstimmungen mit e.dis und Ontras als regionale und überregionale Netzbetreiber werden angestrebt.
- Abstimmungen mit regionalen Bahnbetreibern u. a. Deutsche Eisenbahn Service AG / HANSeatische Eisenbahn zum H₂-Transport per Schiene werden initiiert.
- Ein Erfahrungsaustausch mit GP JOULE zum Transport bei dezentraler Erzeugung, u. a. eFarm (WIND-Projekt, NB Propangas u.v.m.) findet weiterhin statt.

Zeitplanung



Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **H₂-Erzeugung:** Erzeugungs- und Abnahmestrukturen
- **H₂-Tankstelle:** Standorte und Belieferungsoptionen

H₂ Netz in Deutschland 2050

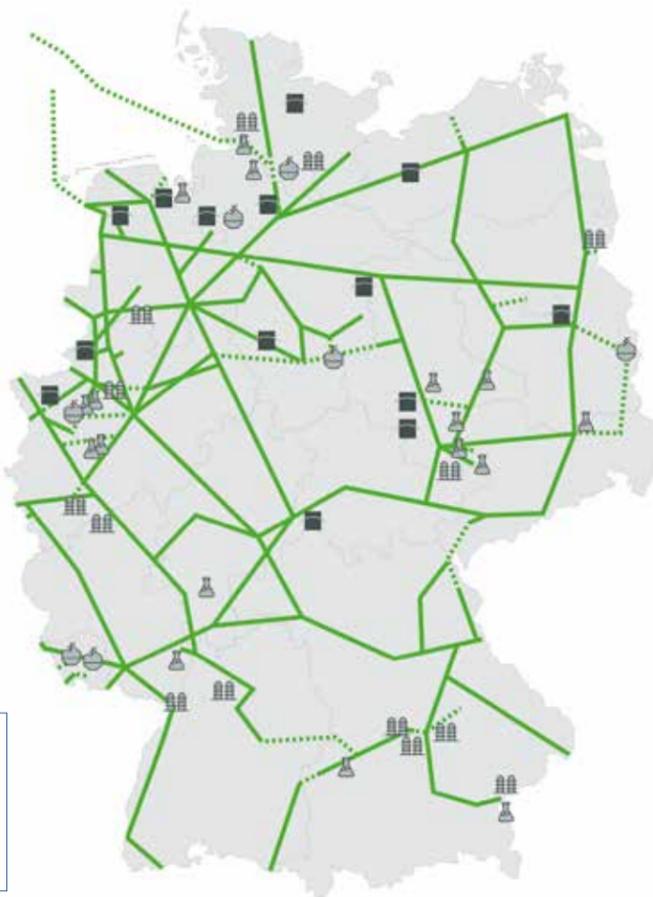


Abbildung 10: © FNB Gas e.V.

Wasserstofftankstellen für Nutzfahrzeuge und Schwerlastverkehr

In Mecklenburg-Vorpommern befindet sich eine 700 bar Tankstelle für Pkw in Rostock. Die für den Schwerlastverkehr notwendigen 350 bar Tankstellen sind abgesehen vom Ort Laage im Bundesland noch nicht aufgebaut. Dementsprechend ist der Landkreis MSE bei der Einführung von wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen auf den Aufbau einer entsprechenden Tankinfrastruktur angewiesen.

Wasserstofftankstellen (HRS = Hydrogen Refueling System) sind zum einen für die in der HyStarter-Region ansässigen Akteure, die BZ-Fahrzeuge beschaffen möchten,

relevant, zum anderen für Durchgangsverkehre (insbes. Schwerlastverkehre) zukünftig notwendig. Darüber hinaus schafft eine Tankstelle eine gewisse Sichtbarkeit und motiviert ggf. zur Anschaffung von BZ-Fahrzeuge bzw. löst das Henne-Ei-Problem. Der Aufbau eines Tankstellennetzes mit dem Vorhandensein mehrerer Standorte schafft Versorgungssicherheit bei technischen Problemen und wird daher ebenfalls angestrebt. Da der Einsatz von Wasserstoff auch für die emissionsfreie Schifffahrt diskutiert wird, müssen perspektivisch auch dafür in Frage kommende Tankstellenstandorte analysiert werden.

Regionale Herausforderungen

- Bislang ist keine HRS im Landkreis vorhanden und es müssen zunächst potenzielle Nachfrager ermittelt werden.
- Der Aufbau einer HRS ist trotz immer wiederkehrenden Förderprogrammen mit hohen Kosten verbunden.
- Für manche Anwendungen mit einem sehr hohen Eigenbedarf ist eine eigene Betriebshoftankstelle perspektivisch sinnvoll, für andere eine öffentliche Tankstelle.
- Es muss eine Entscheidung getroffen werden, ob auch 700 bar Druckstufen mitgeplant werden sollen.
- Die innerstädtische Flächenverfügbarkeiten in Neubrandenburg sind begrenzt.

Lösungsansätze

- Das Nachfragepotenzial von konstanten Abnehmern muss zunächst über Gespräche und Abfragen ermittelt werden.
- Der Tankstellenaufbau an Verkehrsknotenpunkten kann eine zusätzliche Nachfrage der Durchgangsverkehre ermöglichen.
- Der Tankstellenaufbau muss in der Region gemeinsam mit H₂-Erzeugern und Abnehmern geplant werden.
- LOI von Abnehmern sollten als Entscheidungsgrundlage für Standort, Dimensionierung und Druckstufe(n) eingeholt werden.
- Regelmäßig wiederkehrende Förderprogramme des Bundes und der Länder können zum Tankstellenaufbau genutzt werden.



Externer Unterstützungsbedarf

- Eine landesweite Planung zum Aufbau eines ausreichend dichten Wasserstofftankstellennetzes ermöglicht eine sichere Wasserstoffversorgung für eingesetzt BZ-Fahrzeuge, selbst wenn es standortweise zu Ausfällen kommen sollte.
- Es sind weiterhin Förderaufrufe des Bundes oder des Landes MV notwendig.



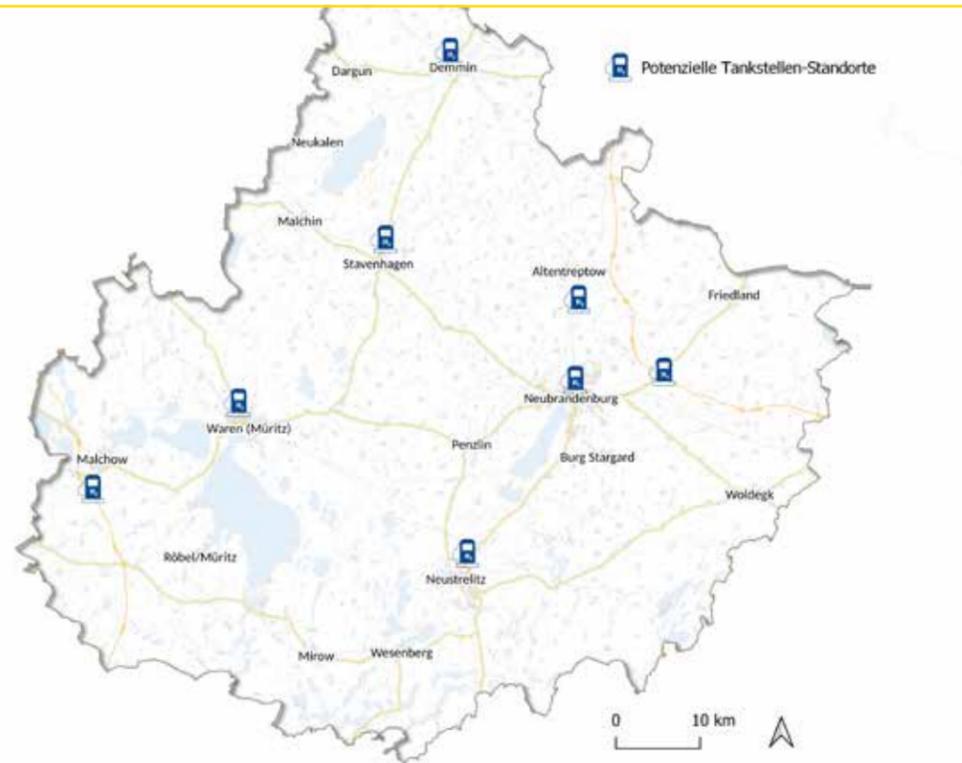


Abbildung 11: Pot. HRS Standorte © BMDV / Nuts One GmbH

Technologiekonzept & Umsetzungsstrategie

Da im Landkreis noch keine HRS angesiedelt ist, wurden im HyStarter-Akteurskreis zunächst potenzielle Standorte mit ihren jeweiligen Vorteilen diskutiert. Folgende Standorte wurden dabei identifiziert:

Demmin

- Versorgung von Durchgangs- und Urlaubsverkehr (350 und 700 bar) aufgrund der Nähe zur B110 und zur Raststätte Demminer Land.

Neubrandenburg und Neustrelitz

- Potenzielle H₂-Abnahme durch BZ-Müllsammelfahrzeuge von REMONDIS (700 bar), dem potenziellen Grünen Gewerbegebiet Trollenhagen und den Stadtwerken Neustrelitz (350 bar).
- Zusätzliche Versorgung von Durchgangsverkehr aufgrund der Nähe zur Autobahn A20 und der Bundesstraße B96.

Malchow

- Versorgung von Durchgangs- und Urlaubsverkehr (350 und 700 bar) aufgrund der Nähe zu Gewerbegebiet und zur A19.
- H₂-Erzeugung vor Ort möglich (keine Trailer-Anlieferung notwendig).

Friedland - Neubrandenburg

- Versorgung von Durchgangs- und Urlaubsverkehr (350 und 700 bar) aufgrund der Nähe zur A20.
- H₂-Erzeugung vor Ort möglich (keine Trailer-Anlieferung notwendig).

Waren (Müritz)

- Versorgung von Durchgangs- und Urlaubsverkehr.
- Versorgung von Schiffen der Tourismusbranche.

Altentreptow

- Komponenten der bestehenden Erdgastankstelle könnten ggf. genutzt werden.
- Potenzielle H₂-Abnahme durch Speditionen wie Gertner und DPD sowie dem nahegelegenen Gewerbegebiet.
- Zusätzliche Versorgung von Durchgangs- und Urlaubsverkehr aufgrund der Nähe zur B96 und A20.

Stavenhagen

- Potenzielle H₂-Abnahme durch Netto-Verteilzentrum (350 bar).
- Vorzugsweise Betriebshoftankstelle und ggf. für Kunden und Lieferanten.

Am Standort einer HRS sollten idealerweise mehrere Akteure die Nachfrage sichern. Verfügbare Grundstücke müssen bzgl. Flächenbedarf, Baugenehmigungen und Sicherheitsabständen zu Gebäuden geprüft werden. Die Zufahrtsmöglichkeit für die jeweiligen Fahrzeugklassen muss bei den Flächen und Bebauungen einkalkuliert werden sowie bei Betriebshoftankstellen ggf. ein öffentlicher Zugang. Die Wasserstoffverfügbarkeit (Onsite-Produktion, Nähe zu Produktionsstandorten, Pipelineanbindung, Redundanz der Anlieferung) muss ein kontinuierliches Angebot sicherstellen.

Eine Standortbewertung sollte die oben genannten Kriterien unter Berücksichtigung der Interessen der jeweiligen Betreiber sowie die Anforderungen der Nutzenden beinhalten. Aufgrund der genannten Abnehmer sind die Standorte Neustrelitz / Neubrandenburg, Altentreptow und Stavenhagen zu fokussieren. Bei der Errichtung einer HRS werden von dem HRS-Betreiber garantierte Abnahmemengen verlangt, derzeit liegt die erforderliche Tagesmenge für eine Lkw-HRS bei 1,5 t H₂. Um ein größeres Nachfragepotenzial zu schaffen, empfiehlt sich die Installation der 350 und 700 bar Druckstufe. Auch die gängigen Förderprogramme erwarten zur Entscheidungsfindung eine gesicherte Wasserstoffabnahme, weshalb im Vorfeld entsprechende Nachfragepotenziale durch Absichtserklärungen aller potenziellen Abnehmer zu erfassen sind. Je nach Förderprogramm werden nur öffentliche HRS gefördert (u. a. NIP¹²), aber auch für Betriebshoftankstellen sind Fördergelder beziehbar (u. a. KsNI¹³).

Zur Gewährleistung eines stabilen Betriebs empfiehlt sich je nach Größe und Verfügbarkeit weiterer HRS in der in der näheren Umgebung ein zusätzlicher Verdichter als Backup. Es müssen daher in der Regel zwischen 150 und 300 kW elektrische Leistung vorgehalten werden.

Grundsätzlich können HRS nachträglich ausgebaut oder um eine zweite Druckstufe erweitert werden. Hochdruckspeichertanks (400 / 900 bar), Kompressoren sowie Kühlaggregate müssen ggf. ersetzt werden. Der Wasserstoffvorratsspeicher (200 / 300 bar) sowie die Zapfsäule (350 / 700 bar) können i. d. R. modular erweitert werden. Bei der Speicherdimensionierung sollte man den dreifachen Tagesbedarf vorsehen. Weitere Informationen zu den Komponenten einer HRS sind dem Anhang zu entnehmen. Bei dem Bau einer HRS müssen unterschiedliche Genehmigungsverfahren u. a. die Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV), Störfallrecht und Baugenehmigung durchlaufen werden, die abhängig sind von Schwellwerten bei der H₂-Speicherung vor Ort: Ab 3 t greift die 4. BImSchV, ab 5 t die 12. BImSchV. Die BImSchV kommt unabhängig von der Speichermenge auch zur Anwendung, sobald Wasserstoff vor Ort produziert wird. Unter 3 t und ohne Produktion reicht ein Antrag nach Betriebssicherheitsverordnung. Zur Vermeidung von nachträglichen Genehmigungen empfiehlt es sich, direkt die final geplante Ausbaustufe genehmigen zu lassen. Neben diesen bundeseinheitlich geregelten Genehmigungen kommen z. T. landesspezifische und örtliche Richtlinien hinzu, die mit den lokalen Behörden abgestimmt werden müssen.

¹² <https://www.ptj.de/nip>

¹³ https://www.balm.bund.de/DE/Foerderprogramme/KlimaschutzundMobilitaet/KsNI/Ksni_node.html

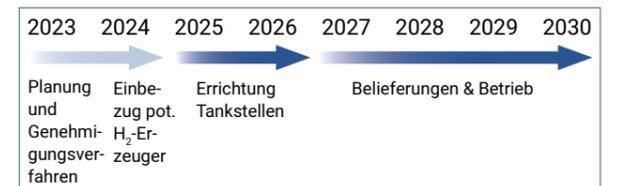
¹⁴ <https://www.bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/foerderung-oeffentliche-wasserstofftankstellen-nutzfahrzeuge.html>

¹⁵ <https://www.klimafreundliche-nutzfahrzeuge.de/wp-content/uploads/2021/08/Foerderrichtlinie.pdf>

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Erste Planungen zum Aufbau einer (halb)öffentlichen HRS laufen bereits bzw. sind vorstellbar (GP JOULE in Friedland, edis in Malchow). Die diskutierten Standorte im Landkreis müssen abgeglichen werden.
- Benötigte Wasserstoffbedarfsmengen müssen abgeschätzt und LOI potenzieller Abnehmer eingeholt werden sowie deren Flexibilität hinsichtlich des Anfahrtsweges zur HRS berücksichtigt werden (v. a. REMONDIS, Lkw).
- Es erfolgt die Ermittlung und Ansprache weiterer möglicher Wasserstoffanwender in der Region und die Einbindung von Vertretern der Binnenschifffahrt in weitere Planungen.
- GP JOULE bringt Erfahrungen in Planung und Umsetzung von HRS mit ein.
- Die jeweiligen potenziellen Wasserstoffherzeuger werden in die Planungen der HRS eingebunden.
- Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten (u. a. BMDV: NIP für öffentliche Tankstellen¹⁴, KsNI für Tankstellen und Machbarkeitsstudien beim Einsatz klimafreundlicher Nutzfahrzeuge¹⁵) werden geprüft.

Zeitplanung



Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **H₂-Erzeugung:** Möglichst regional erzeugter H₂ soll für die HRS genutzt werden.
- **H₂-Transport:** Gemeinsame Planungen mit möglichen Distributoren
- **H₂-Fahrzeuge:** Gemeinsame Planungen zu Fahrzeughochlauf und Nachfragepotenzialen.

Abfallsammelfahrzeuge mit klimafreundlichem Antrieb

Die Firma REMONDIS Seenplatte GmbH bzw. die REMONDIS Seenplatte Logistik GmbH hat einen großen Fuhrpark (rund 123 Fahrzeuge, davon sind 36 sogenannte Hecklader / „normale“ Müllsammelfahrzeuge) und möchte auf klimafreundlichere Antriebe umstellen.

Die Abfallsammelfahrzeuge der REMONDIS sind im täglichen Einsatz und haben im Schnitt eine Strecke von ca. 130 km/Tag zu bewältigen. Besonderheiten sind der Start-Stopp Verkehr von Tonne zu Tonne, die Behälterleerung durch die Schüttung, sowie das Presswerk des Fahrzeugs. Perspektivisch wäre eine eigene H₂-Erzeugung

mit Nutzung der PV-Dachanlagen auf dem Firmengelände denkbar.

REMONDIS hatte bereits ein Testfahrzeug von Faun, einen sogenannten Datensammler im November / Dezember 2022 im Einsatz, der einige der REMONDIS-Touren gefahren ist, um die exakten Energiebedarfe der Fahrzeuge / Touren zu ermitteln und entsprechend besser eine geeignete Fahrzeugkonfiguration festlegen zu können. Die theoretische Tauglichkeit solcher Fahrzeuge für die gefahrenen Strecken konnte bescheinigt werden.

Regionale Herausforderungen

- Die Finanzierung der Mehrkosten gegenüber Verbrenner-Fahrzeugen muss gestemmt werden.
- Die Zustimmung der Gesellschafter ist erforderlich (REMONDIS und Landkreis MSE).
- Bisher gibt es keine Tankstellen-Infrastruktur in der Region und damit auch keine Redundanzen, die die Versorgungssicherheit garantieren.
- Die zuverlässige Versorgung mit grünem H₂, möglichst aus der Region, muss gewährleistet sein.

Lösungsansätze

- Die gemeinsame Nutzung von Tankstelleninfrastruktur mit anderen Akteuren (z. B. ÖPNV) wäre für REMONDIS vorstellbar.
- Eine Tankstelle auf dem Betriebsgelände könnte für andere Nutzer geöffnet werden.
- Eigene H₂-Erzeugung und eigene Tankstelle sind noch im Ideenstadium, könnte aber auch die Abhängigkeiten von den Planungen weiterer Akteure verringern.
- Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten (u. a. BMDV: KsNI für Tankstellen und Machbarkeitsstudien beim Einsatz klimafreundlicher Nutzfahrzeuge¹⁶⁾) müssen geprüft werden.

Externer Unterstützungsbedarf

- Es besteht die Notwendigkeit einer Verfügbarkeit von Förderprogrammen, um die Deckungslücke der Mehrkosten zu schließen.
- Der Aufbau einer Tankstelleninfrastruktur ist erforderlich und muss finanziert werden.

Technologiekonzept & Umsetzungsstrategie

Aufgrund der Datengrundlage aus dem Rohdatenerfassungsfahrzeug werden die Einsetzbarkeit sowie die notwendigen Eigenschaften (Tank- und Batteriegröße) des Fahrzeugs analysiert. Die Hersteller setzen meist auf BZ-REX (Range Extender), womit das Fahrzeug über eine entsprechende Wasserstofftank- und Batteriekapazität verfügt. Durch die zahlreichen Stopps an den Müllbehältern und dem damit verbundenen Bremsvorgang lassen sich bis zu 40 % der benötigten Energie rekuperieren, die dann beim Anfahren wieder genutzt werden kann. Die Fahrzeuge sind bei manchen Herstellern mit einem 700 bar-Tank ausgestattet, sodass sie auch an öffentlichen HRS, wenn die Zufahrtsbedingungen es ermöglichen, getankt werden können. Aber auch die 350 bar-Druckstufe und das Tanken an einer Betriebshoftankstelle mit Lkw und Bussen ist möglich. Bei der Auslegung der Infrastruktur muss aufgrund der REX-Variante auch eine Ladeinfrastruktur mitberücksichtigt werden.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Die Auswertung der Ergebnisse des Faun-Rohdatensammlers müssen analysiert werden und darauf aufbauend die Beschaffungsfenster von Fahrzeugen und der Aufbau einer HRS geplant werden.
- REMONDIS prüft Fördermöglichkeiten und ggf. Bestellung eines Fahrzeugs.

Zeitplanung



Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **H₂-Tankstelle:** Gemeinsame Planung
- **H₂-Fahrzeuge:** Zu Beginn ist eine gemeinsame Nutzung einer Tankstelle mit Lkw / Bussen denkbar



BZ-Schwerlastverkehr

Um die Emissionen im Verkehr zu senken, müssen auch die in der HyStarter-Region ansässigen Schwerlastverkehre zukünftig mit nachhaltigen Antrieben ausgestattet sein. Die regionalen Unternehmen sollen dahingehend sensibilisiert werden und ihre Nachfragepotenziale an Wasserstoff bei der Planung der Tankstelleninfrastruktur mitberücksichtigt werden.

Um sich der Thematik zu nähern, hat die Wirtschaftsförderung des Landkreises MSE im November 2022 einen brennstoffzellenelektrisch betriebenen Zero-Emission-

Truck „fyuriant“ von Clean Logistics SE ins EGZ Waren (Müritz) geholt und Experten von der Clean Logistics SE und der GP JOULE GmbH haben zum H₂-Truck, Preisen, Verfügbarkeiten, Fördermitteln, H₂-Tankstellennetz und -planung informiert.

Aber auch der Einsatz von BZ-Bussen oder weiteren Spezialfahrzeugen, wie von Straßenmeistereien oder Baufahrzeuge sowie Landmaschinen, sollen zukünftig mitgedacht und darüber informiert werden.

Regionale Herausforderungen

- Es gibt eine Vielzahl an Schwerlastverkehren, für die es bisher unterschiedlich gute Fahrzeugangebote mit Wasserstoffnutzung gibt.
- Es besteht immer die Herausforderung, die Mehrkosten zu tragen sowie die Versorgungssicherheit mit ausreichend grünem H₂ an jederzeit funktionstüchtigen Tankstellen in angemessener räumlicher Nähe zu gewährleisten.
- Das Vorhandensein einer Tankstelleninfrastruktur ist Voraussetzung für die Anschaffung neuer Fahrzeuge.
- Mit dem Einsatz neuer Antriebstechnologien gehen auch neue Herausforderungen im Bereich Service und Wartung einher.

Lösungsansätze

- Informationsveranstaltungen unterstützen die regionalen Akteure dabei, sich mit der Thematik auseinander zu setzen (#MSEwasserstoff, IHK Neubrandenburg für das östliche Mecklenburg-Vorpommern, u. a.).
- Für die Beschaffung von Fahrzeugen müssen Fördermittel wie über die KsNI geprüft werden.

Externer Unterstützungsbedarf

- Weitere Fahrzeugmodelle müssen für die Wasserstoffanwendung entwickelt und in Serie produziert werden.
- Förderbedarfe bestehen bei der Anschaffung der Fahrzeuge sowie beim Aufbau der Infrastruktur.
- Unterstützungsangebote zur Information helfen den Unternehmen, sich über die aktuellen Entwicklungen zu informieren.

Technologiekonzept & Umsetzungsstrategie

In der Nutzfahrzeugmobilität liegt der Fokus auf BZ-Lkw statt auf batterieelektrischen Lkw aufgrund der benötigten Ressourcen, der längeren Reichweiten sowie der kürzeren Tankdauer. BZ-Lkw sind in der Serienreife jedoch nur von wenigen Herstellern verfügbar, sodass mit langen Lieferzeiten gerechnet werden muss. Eine Erweiterung der Modellauswahl wurde bereits von einigen Herstellern angekündigt bzw. vorgestellt. Deutsche Lkw-Hersteller ziehen ebenfalls den Einsatz von Wasserstoffverbrennungsmotoren in Betracht oder setzen bei der Speicherung auf Flüssigwasserstoff anstelle von gasförmigem Wasserstoff. Letzteres erfordert spezielle Flüssigwasserstofftankstellen. Bei den bisher angedachten Standorten wurden verschiedene Akteure mit Schwerlastfahrzeugen mitberücksichtigt und können somit eine hohe gesicherte H₂-Abnahme garantieren.

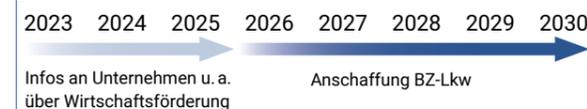
Im ÖPNV muss die Antriebsart je nach Streckenlänge und Topografie gewählt werden. BZ-Busse haben die Marktreife erreicht und sind von verschiedenen Herstellern erhältlich. Auch Busse eignen sich hervorragend, um die regionale H₂-Nachfrage zu steigern und zu sichern.

Spezialisierte Fahrzeug-Umbauer bieten zudem Sonderfahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb an.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

Weitere Vernetzung und Information von Unternehmen zum Einsatz von BZ-Fahrzeugen im Schwerlastverkehr erfolgen durch u. a. die Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg, die Wirtschaftsförderung Mecklenburgische Seenplatte sowie die IHK Neubrandenburg für das östliche Mecklenburg-Vorpommern.

Zeitplanung



Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **Vernetzung und Koordination:** Information für Logistiker und weitere potenzielle Beschaffer von H₂-Fahrzeugen bereitstellen.
- **H₂-Tankstellenaufbau:** Einbindung der Bedarfe für den Schwerlastverkehr.



Einsatz von grünem Wasserstoff im SPNV

Durch den Landkreis MSE verlaufen nicht-elektrifizierte Strecken, die zukünftig entweder mit Oberleitungen ausgestattet oder mit Wasserstoffzügen befahren werden müssen, um den Schienenverkehr emissionsfrei zu gestalten.

Die HANSeatische Eisenbahn strebt CO₂-Neutralität im Schienenpersonennahverkehr (SPNV) auf der RB 16 Neustrelitz-Mirow durch die Hybridisierung der Fahrzeuge an. Analog zu dem in Brandenburg geförderten Projekt H2.Rail Prignitz¹⁷ (Betrieb der RB 73 / 74) ist auch auf für diese Strecke der Umbau der im Einsatz befindlichen Dieseltriebwagen für die Nutzung von grünem H₂ vorstellbar. Das Vorgehen sieht vor, von dem Projekt in Branden-

17 <https://www.desag-holding.de/de/234/h2rail-prignitz-alternativer-antrieb-fuer-die-schiene-im-laendlichen-raum.html>

burg zu lernen, wo bereits für 2023 / 24 der Einsatz eines Demonstrators anvisiert wird.

Ziel ist die Herstellung eines wirtschaftlich attraktiven H₂-Einsatzes in der Schienenmobilität und eine deutliche Verbesserung des Gesamtwirkungsgrades im Vergleich zum aktuellen Stand der Technik. Aufgrund der hohen Kosten für neue BZ-Züge geht es hier explizit um die Umrüstung im Betrieb befindlicher Fahrzeuge, um auch die weniger lukrativen Nebenstrecken im ländlichen Raum zu dekarbonisieren. Die DESAG / HANSeatische Eisenbahn besitzen und bedienen zudem weitere Strecken im Landkreis, die potenziell für einen Einsatz in Frage kommen.

Regionale Herausforderungen

- Die Versorgung von grünem Wasserstoff muss garantiert sein.
- Der Umbau der Fahrzeuge auf einen H₂-Betrieb muss eine vergleichbare Wirtschaftlichkeit zum Status-quo (Dieseltraktion) erreichen.
- Derzeit wird für den Landkreis der Einsatz von batteriebetriebenen Schienenfahrzeugen präferiert.

Lösungsansätze

- Für die eigene Versorgung mit grünem Wasserstoff können die Wind- und Sonnenpotenziale in der Region genutzt und Elektrolyseanlagen in unmittelbarer Nähe der Schiene geplant werden.
- Die Entwicklung des Projektes H2.Rail muss weiterverfolgt und auf die Bedingungen des Landkreises MSE übertragen werden.

Externer Unterstützungsbedarf

- Förderungen wie bei H2.Rail Prignitz müssten auch bei einem Vorhaben in der HyStarter-Region greifen.
- Der Einsatz von wasserstoffbetriebenen Triebwagen muss politisch gewollt sein und in die kommende Ausschreibung des SPNV als Option eingebunden werden.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Austausch mit DESAG / HANSeatische Eisenbahn (Ansprechpartner Herr Dr. Ralf Böhme) zum Projektverlauf und Initiierung eines Nachfolgeprojektes im Landkreis MSE.
- Prüfung, inwiefern Wasserstoff auf dem Schienennetz im Landkreis MSE transportiert werden kann, u. a. Schienenanbindung an Industrie- / Gewerbestandorte prüfen.

Zeitplanung



Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **H₂-Erzeugung:** H₂-Erzeugung entlang der Bahnstrecken zur Versorgung der H₂-Triebwagen prüfen.
- **H₂-Transport:** H₂-Transport auf dem Schienennetz der DESAG zur Belieferung von potenziellen Abnehmern prüfen.

CO₂-neutrale Binnenschifffahrt

Der Landkreis MSE umfasst Natur- und Nationalparks, (Luft-)Kur- und Erholungsorte. Tourismus ist in der Region ein bedeutender Wirtschaftszweig. Damit besteht auch der Anspruch, die Emissionen in der Binnenschifffahrt zu senken.

Im Herbst 2022 hat sich unter Federführung der Wirtschaftsförderung Mecklenburgische Seenplatte die Binnenschifffahrtsrunde 1.000 Seen etabliert, um das Thema gemeinsam mit den Unternehmen zu diskutieren.

Regionale Herausforderungen

- Es gibt noch keine Standardlösungen für emissionsarme Fahrgastschiffe, die gekauft werden können.
- Spezifische Umrüstungen sind kostenintensiv.
- Die Tankinfrastruktur muss bereitgestellt werden.
- Binnenschiffe benötigen bislang noch Ausnahme-genehmigungen, um mit Wasserstoff betrieben zu werden.
- EU-weit harmonisierte Richtlinien für die Binnenschifffahrt müssen überarbeitet werden.¹⁸

Lösungsansätze

- Die Binnenschifffahrtsrunde teilt ihr Wissen über neue Entwicklungen und möchte gemeinsam eine Umstellung der Binnenschifffahrt im Landkreis pilotieren. Dazu sind zunächst Machbarkeitsstudien notwendig.
- Das Thema wird als Bestandteil des „Nachhaltigen Tourismus“ integriert und Bestandteil einer HyExpert-Bewerbung.
- Der Einsatz von Methanol in der Schifffahrt sollte geprüft werden.

Externer Unterstützungsbedarf

- Anpassungen von Richtlinien der H₂- und BZ-Nutzung
- Fördermöglichkeiten für die Umrüstung von H₂-betriebenen Schiffen.
- Die Entwicklung und Verfügbarkeit von H₂- / BZ-Binnenschiffen muss erhöht werden.
- Eine „Energiezukunftsbewertung“ im Bereich der Binnenschifffahrt ist erforderlich.

Technologiekonzept & Umsetzungsstrategie

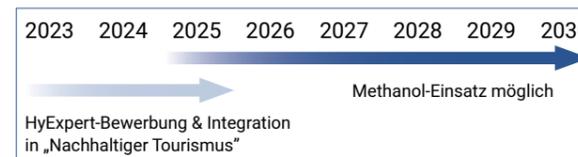
Zur Betankung wasserstoffbetriebener Schiffe kann je nach Standort eine Kombitankstelle am Hafen errichtet werden, um die wesentlichen HRS-Komponenten zu nut-

zen und den lokalen H₂-Bedarf zu erhöhen. In Pilotprojekten der Schifffahrt wird der Wasserstoff mit 250 – 500 bar getankt. Alternativ können H₂-Flaschenbündelcontainer an Bord verladen werden. Die H₂-Speicherung muss auf Schiffen genehmigt werden, die entsprechenden Richtlinien werden von der IMO (International Maritime Organisation) erarbeitet. Schiffe mit H₂-Antrieb wurden bislang in Forschungs- und Entwicklungs- (F&E) sowie Pilotprojekten eingesetzt, es sind noch keine Modelle auf dem Markt verfügbar. Proton Motors bietet ein BZ-System zur Umrüstung von Schiffen auf einen H₂-Antrieb an, welches sich ebenfalls noch im F&E-Status befindet. Neben Wasserstoff wird in einigen F&E-Projekten der Einsatz von Methanol oder auch Ammoniak ebenfalls im F&E-Stadium erprobt.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

Das Netzwerk Binnenschifffahrtsrunde wird weitergeführt (Wirtschaftsförderung NB & MSE).

Zeitplanung



Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **H₂-Tankstelle:** Prüfung von Kombitankstellen für Binnenschifffahrt und weitere Fahrzeuge
- **Sektorenkopplungsprojekt Malchow:** Binnenschifffahrt als weiteren Abnehmer für H₂ in Malchow einbinden.
- **H₂-Distribution:** durch regional ansässige Energielieferanten (u. a. durch NB Propangas)

18 https://dmz-maritim.de/wp-content/uploads/2022/05/Studie-H2-Binnenschifffahrt_2022.pdf

CO₂-freie Produktion in Diakoniewerkstätten

Die Diakoniewerkstätten Neubrandenburg betreiben Werkstätten in Neubrandenburg, Stavenhagen, Dahlen und Groß Teetzleben. In den Einrichtungen werden im Rahmen der Eingliederungshilfe u. a. Lebensmittel verpackt, Montagen, Wäschereien und eine Küche betrieben oder Garten- und Landschaftsarbeiten durchgeführt. Am Standort Staven-

hagen wird eine neue Produktionshalle für den Betrieb einer Tischlerei gebaut. Von der Kundschaft werden für die energieintensiven Arbeitsbereiche zunehmend CO₂-neutrale Produktionen eingefordert. Das Ziel ist eine nachhaltige und autarke Energieversorgung für den Standort Stavenhagen.

Regionale Herausforderungen

- Aktuell wird der Standort mit seinen alten Hallen mit Öl und Erdgas versorgt.
- Neben einer Fußbodenheizung und Wärmepumpe sind auch Solaranlagen auf dem Flachdach geplant. Offen ist, welchen Beitrag Wasserstoff für die Beheizung der Produktionshalle in den Wintermonaten leisten kann.
- Schwankende Energiebedarfe: Es wird im normalen Schichtbetrieb werktags von 8–17 Uhr gearbeitet, sodass am Wochenende keine Energie benötigt wird.

Lösungsansätze

- Geplant ist die Installation einer Solaranlage mit Stromspeicher, um den gesamten Strom für den kompletten Standort selbst zu produzieren.
- Im nächsten Schritt soll die Solaranlage erweitert werden, um H₂ zu produzieren, zu speichern und die Abwärme für die Wärmeversorgung zu nutzen. Über eine Brennstoffzelle oder BHKW kann die Gebäudeenergieversorgung dann auch in den volatilen Stunden gesichert werden.

Externer Unterstützungsbedarf

Fördermöglichkeiten für den Einsatz von Brennstoffzellentechnologie sowie der gesamten Energieversorgung werden benötigt und geprüft.

Technologiekonzept & Umsetzungsstrategie

Beim Einsatz von Wasserstoff in Standortkonzepten für die Gebäudeenergieversorgung sind verschiedene Technologielösungen möglich. So kann die Wärmebereitstellung sowohl verbrennungsmotorisch im H₂-BHKW, in einer Brennstoffzelle oder über die Abwärmenutzung des

Elektrolyseurs erfolgen. Bei der Produktion von 1 kg H₂ entstehen 16 kWh Abwärme mit einem Temperaturniveau von 50–60 °C. Das erzeugte Abwärmenniveau des Elektrolyseurs oder auch der Brennstoffzelle eignet sich besonders für die Wärmeversorgung von energieeffizienten Gebäudetypen (Aktiv-/Energieplus, Passivhäusern etc.). Bei diesem Temperaturniveau muss der Elektrolyseur in der Nähe der Anwendungsstätte errichtet werden. Für die Einspeisung ins Fernwärmenetz eignet sich die Wärmeauskopplung nicht.

Wasserstoff kann in einem verbrennungsmotorischen oder BZ-BHKW genutzt werden. Ein Vorteil der verbrennungsmotorischen Nutzung ist, dass eine Wasserstoffqualität von 3.0 ausreichend und ein Mischgasbetrieb mit Erdgas möglich ist, sodass ein Wechsel der Versorgungsart sukzessiv von Erdgas auf Wasserstoff umgestellt werden kann. Brennstoffzellen hingegen sind effizienter sowie in der Regel auf ein bestimmtes Brenngas, wie etwa Wasserstoff, ausgelegt und erfordern eine Qualität von 5.0. H₂-BHKW eignen sich insbesondere für große Wärmebedarfe wie u. a. bei Quartieren oder Gewerbegebieten.

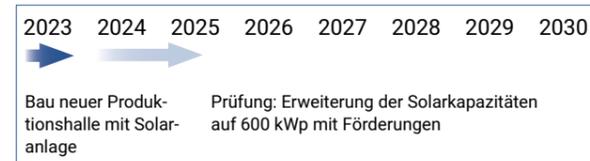
Für die neue Produktionshalle am Standort Stavenhagen eignet sich ein Mix der genannten Technologien, um die derzeitige Wärmebereitstellung von Öl und Gas durch H₂ zu ersetzen. Ein Elektrolyseur kann über die bestehende PV-Anlage mit Strom versorgt werden, welcher den Strom in Form von Wasserstoff speichert und Abwärme für die Gebäude zur Verfügung stellt. Darüber hinaus benötigte Wärme sollte über Wärmepumpen erzeugt werden. Der produzierte Wasserstoff kann dann über ein BHKW oder ein BZ-System die Gebäudeenergie in Dunkelzeit bereitstellen, sodass keine fossilen Energieträger benötigt werden.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

Herr Robert Lücke von den Diakoniewerkstätten Neubrandenburg gGmbH ist Ideengeber und verantwortlich für die Errichtung der neuen Werkstätte in Stavenhagen.

Zeitplanung

Baustart für den Neubau der Tischlerei war die KW 8 2023, Fertigstellungstermin ist die KW 32 2023. Dann ist auch die Solaranlage in Stavenhagen mit 250 kWp in Stavenhagen installiert. Die mögliche Produktion von Wasserstoff ist noch nicht Ziel dieser Baumaßnahme. Für die Wasserstoffproduktion müsste eine Solaranlage mit mindestens 600 kWp installiert werden. Hier gilt es abzuwarten welche Fördermöglichkeiten sich in der Zukunft ergeben.



Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **H₂-Erzeugung:** Austausch mit anderen regionalen Vorhaben zur H₂-Erzeugung und ggf. Zukauf von H₂
- **Grünes Gewerbegebiet:** Austausch zur Planung von Standortentwicklungskonzepten mit H₂



Abbildung 12: © Diakoniewerkstätten Neubrandenburg gGmbH

CO₂-neutrales und energieautarkes Musterdorf im Bestand

Der Einbau von Wärmepumpen zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung ist nicht für alle Wohngebäude eine Lösung. Für den Gebäudebestand (bspw. der 1980er Jahre) im ländlichen Raum benötigt es weitere Sanierungskonzepte, um Emissionen einzusparen. Ein CO₂-neutrales und energieautarkes Musterdorf mit ca. 10 Ein- und Zweifamili-

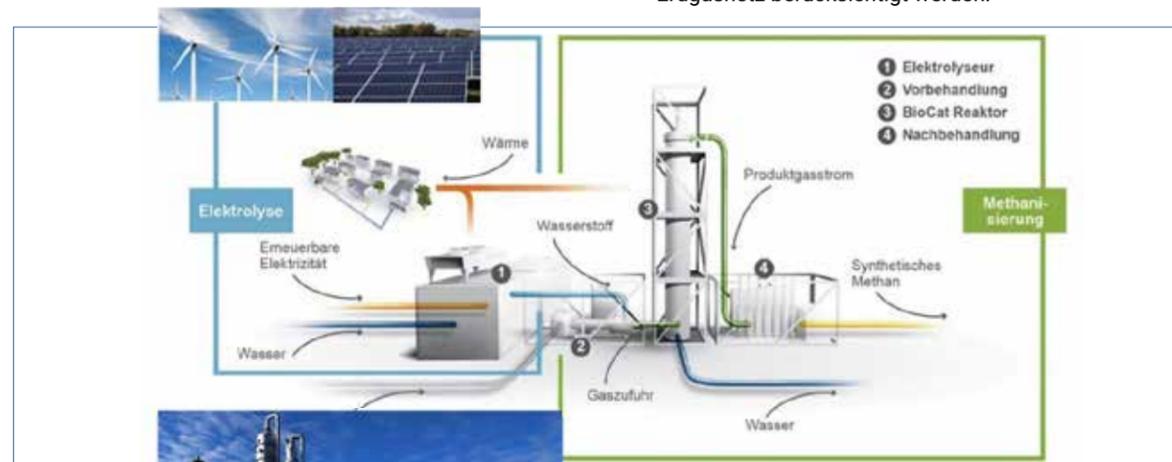
enhäusern, die bereits über eine Brennwerttherme verfügen und ans Erdgasnetz angeschlossen sind, soll Erfahrungen für die Kopplung konventioneller und regenerativer Erzeuger-, Speicher- und Verbrauchertechnologien ermöglichen. Dabei soll nach Möglichkeit auf die vorhandenen Infrastrukturen in und um den Bestandshäusern aufgebaut werden.

Regionale Herausforderungen

- Die Identifikation einer geeigneten Mustersiedlung im Bestand ist ebenso eine Herausforderung wie die Sensibilisierung und Motivation der Anwohnenden zur Teilnahme.
- Es werden kleinskalige Methanisierungsanlagen z. B. SOEC gekoppelte Sabitieranlagen oder biologische Methanisierungsanlagen benötigt. Hier müssen Entwicklungen bei geeigneten Anlagenbauern gestartet werden bzw. bereits vorhandene Teil-Anlagen ergänzt werden. Es wird CO₂ aus möglichst regenerativen Quellen sowie EE (Wind und PV) zumindest bilanziell benötigt.

Lösungsansätze

- Die Nutzung und Verwertung regionaler CO₂-Quellen (bspw. der Stadtwerke Neustrelitz oder abgeschiedenes CO₂ aus regionalen Biogasanlagen) müssen geprüft werden.
- Eine Zusammenarbeit mit Wind- und PV-Anlagenprojekten in der Umgebung des Musterdorfes kann die Akzeptanz dafür erhöhen.
- Die Kopplung mit Biogas-Anlagen kann geprüft werden und/oder die dezentrale Belieferung durch synthetische bzw. H₂ gebundene Produkte durch NB Propan- gas (siehe Kap. Wasserstofftransport, S. 24).
- Es sollten bereits fortgeschrittene Projektideen zu Bio-Methanisierungsanlagen in der Region (z. B. Siedenbollentin) und Einspeisungskonzepte ins vorhandene Erdgasnetz berücksichtigt werden.



Externer Unterstützungsbedarf

Für die Sanierung eines Musterdorfes mit Bestandsbau sind Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten notwendig. Darüber hinaus ist die Verfügbarkeit von möglichst „schlüsselfertigen“ Lösungen für kleinskalige Methanisierungsanlagen wünschenswert.

Abbildung 13: © Andresen Siedenbollentin GmbH & Co. KG

Außerdem ist die Verfügbarkeit von Bio-Methanisierungsanlagen in der Region und deren Einbindung in die vorhandene Gasinfrastruktur zu prüfen. Beispiel: Siedenbollentin/Andresen GmbH und Co. KG. Hier sind bereits wichtige Konzepte erarbeitet worden, die genutzt werden sollten.

Technologiekonzept und Umsetzungsstrategie

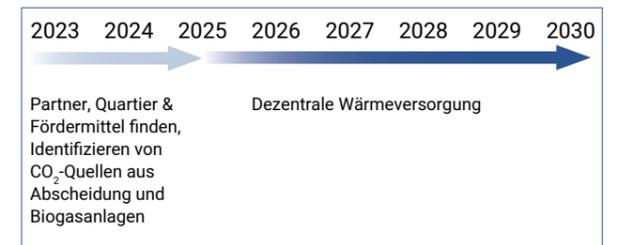
In dem Musterdorf soll die Erzeugung von synthetischem Erdgas mittels Wasserstoff aus Elektrolyse und Kohlendioxid bspw. von den Stadtwerken Neubrandenburg oder Neustrelitz in einem Methanisierungs-Reaktor, mit der anschließenden Verbrennung/Wärmeerzeugung in konventionellen Gasheizungen und SOFC-MicroKWK-Anlagen erprobt werden. Bilanzstellen am Strom- und Gasnetz sollen zur Optimierung der Anlagenauslegung beitragen. Das Strom- und Gasnetz dienen sowohl als Speicher als auch einer redundanten Versorgung. Die elektrische Energie für die Elektrolyse stammt aus Wind- und PV-Anlagen in der näheren Umgebung. Als mobile Puffer sind Erdgas- und Elektrofahrzeuge denkbar. Für Erdgasfahrzeuge könnte eine zentrale Tankstelle am Speicher entstehen.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Die Sunfire Fuel Cells GmbH mit den Ansprechpartnern Dr. Matthias Boltze und Gregor Holstermann möchte diese Idee zusammen mit den Stadtwerken Neubrandenburg und weiteren benötigten Akteuren vorantreiben und konzeptionell unterstützen. Basis ist eine langjährige Erfahrung im Bereich brennstoffzellenbe-

- triebener mikroKWK-Anlagen für Einfamilienhäuser. Bei Bedarf sind diese Systeme für Pilotanlagen verfügbar.
- Um ein Quartier / Dorf zur Erprobung der Idee zu ermitteln, finden kontinuierlich Gespräche u.a. mit der Stadt Neubrandenburg und den Stadtwerken Neubrandenburg statt.
- Im weiteren Projektverlauf werden Planungsbüros für Städtebau und Energieanlagen, Heizungsinstallationsfirmen, Planer und Errichter von Wind- und PV-Anlagen und kleinskaliger Elektrolyseure benötigt.

Zeitplanung



Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **H₂-Erzeugung:** Kontaktaufnahme insbes. zu Wind- und PV-Parks in der Nähe
- **Einbindung Bio-Methan aus zentralen Anlagen:** Andresen GmbH und Co. KG; geplante Bio-Methanisierungsanlage Siedenbollentin
- **CO₂-Quellen:** Identifizieren von CO₂-Quellen aus Abscheidung und Biogasanlagen

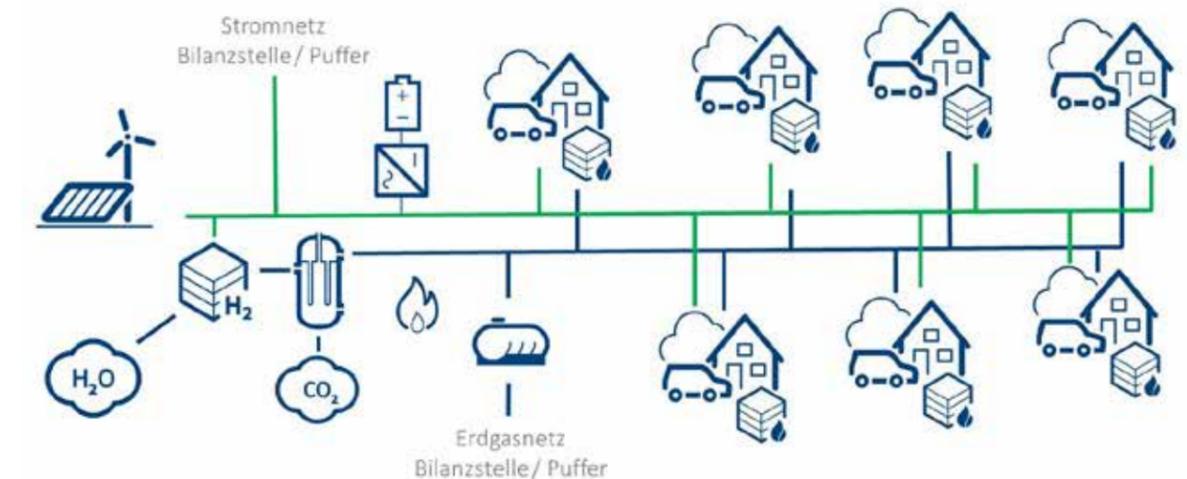


Abbildung 14: Gesamtkonzept HyStarter – Energieautarkes und CO₂-neutrales Modelldorf in M-V © Sunfire Fuel Cells GmbH

Partielle oder vollständige Substitution von fossilen Energieträgern für die Wärmeerzeugung zu Heizzwecken

Die Firma Webasto betreibt ein eigenes Heizhaus zur Wärmebereitstellung für Produktions- und Verwaltungsgelände. Das Heizhaus wird vorrangig mit Erdgas betrieben, kann aber auch mit Heizöl betrieben werden. Der Heizenergiebedarf beträgt pro Jahr ca. 3,5 GWh. Im Rahmen der Umstellung des Standortes auf eine CO₂-neutrale Produktion wird für die Substitution der fossilen Energieträger eine Alternative gesucht.

Das interne Strategieziel für die vollständige Substitution des Erdgases bei Webasto ist das Jahr 2035. Es gibt gegenwärtig noch keine aktive Planung, da neben der Möglichkeit der H₂-Nutzung weitere Alternativen diskutiert werden (u. a. Umstellung auf Fernwärme aus EE, Geothermie, Wärmepumpen).

Regionale Herausforderungen

- Es fehlt eine wirtschaftliche Bewertung von verschiedenen Lösungsvarianten bei der Dekarbonisierung der Wärmebereitstellung.
- Es besteht eine stabile Bedarfssituation, die kontinuierlich bedient werden muss.
- Der Transport des H₂ führt zu Mehrverkehr und weiteren CO₂-Emissionen.
- PV-Anlagen auf Dachflächen konnten aufgrund von Einwänden des Brandschutzversicherers nicht umgesetzt werden. PV-Anlagen über Parkplätzen wären möglich.

Lösungsansätze

- Machbarkeitsstudien müssen verschiedene Optionen der Dekarbonisierung vergleichen.
- Lokale Anbieter müssen beim Wasserstoffbezug berücksichtigt werden, um das Transportaufkommen möglichst gering zu halten. Alternativ kann über eine Leitung Wasserstoff bezogen werden. Hier muss eine Prüfung erfolgen, inwiefern dies genehmigungsrechtlich umsetzbar ist.

Externer Unterstützungsbedarf

Ein Konzept, wie die Erdgas-Substitution bei Webasto erfolgen kann, muss erarbeitet werden und von externen Expertinnen und Experten technisch und wirtschaftlich bewertet werden.

Kompetente Partner im Bereich der Planung und Realisierung von H₂-Anwendungslösungen werden benötigt.

Technologiekonzept & Umsetzungsstrategie

Der Einsatz von Wasserstoff für die Wärmeversorgung von Gebäuden kann, wie bereits im Handlungsfeld zu den Diakoniewerkstätten Stavenhagen beschrieben wurde, mit unterschiedlichen Technologien realisiert werden.

Für Webasto wird unter den beschriebenen Lösungen die Wasserstoffnutzung in einem verbrennungsmotorischen oder BZ-BHKW präferiert. Im verbrennungsmotorischen BHKW ist zum einen eine Wasserstoffqualität von 3.0 ausreichend und zum anderen ein Mischgasbetrieb mit Erdgas möglich. Dies ermöglicht eine schrittweise Umstellung auf 100% Wasserstoff. BZ-BHKW setzen eine Wasserstoffqualität von 5.0 voraus.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Es müssen Partnerinnen und Partner für die Umsetzung gefunden werden.
- Machbarkeitsstudien müssen beauftragt werden, ein Austausch mit Expertinnen und Experten muss in diesem Bereich erfolgen sowie eine Vernetzung und Erfahrungsaustausch zu Referenzobjekten im Bereich der Wärmeerzeugung für Gebäude.
- NB Propangas kann sich bei der zukünftigen Wärmeversorgung einbringen (dezentral, erneuerbar).
- Fördermöglichkeiten müssen für die Umsetzung des Vorhabens geprüft werden.

Zeitplanung



Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **H₂-Erzeugung:** Bezugsmöglichkeiten von grünem Wasserstoff am Standort prüfen
- **H₂-Transport:** Transportoptionen (Straße, Schiene, Leitung) zum Standort prüfen
- **Grüne Fernwärme:** Austausch mit Stadtwerken zur Option der Fernwärmenutzung

Dekarbonisierung der Gebäudeenergieversorgung in Plattenbauten

Als ehemalige „sozialistische Musterstadt“ verfügt die Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg noch heute mit gut 60% über einen nicht zu vernachlässigenden Bestand an Gebäuden der Wohnungsbauserie (WBS) 70, sogenannte Plattenbauten. Die zum Teil mit aufwendigen Wandgemälden ausgestatteten Gebäude können nicht unbedingt gedämmt und/oder mit Wärmepumpen ausgestattet werden, sodass hier alternative Wärmekonzepte zum Tragen kommen müssen.

Im Rahmen des HyStarter-Prozesses ist ein Bestand von 15 Plattenbauten analysiert worden. Bei einer Bereitstellung der benötigten Heizenergie für die Plattenbauten von 10 GWh werden 300 t H₂ benötigt. Auch die Stromversorgung kann über ein H₂-BHKW sichergestellt werden, jedoch sollte der Strom aufgrund des Wirkungsgrads direkt aus dem Netz oder einer PV-Anlage genutzt werden. Um die Gebäudeenergieversorgung sicherzustellen, wird ein Pipelineanschluss empfohlen. Sofern die gesamte Energieversorgung auf H₂ umstrukturiert werden sollte, steigt der H₂-Bedarf um das Dreifache auf 890 t H₂ an, bei einer zusätzlichen Strombereitstellung von 12 GWh, zusätzlich zur Wärmeversorgung der 10 GWh. Das liegt zum einen an der Verdopplung der benötigten Energiemenge sowie dem höheren Wirkungsgrad von Heizsystemen im Vergleich zu Kombisystemen (Strom und Wärme).

Zur Realisierung von autarken bzw. Inselsystemen wird die H₂-Erzeugung und -Speicherung vor Ort benötigt. Für die Energieversorgung ist ein stationäres BZ-System zu errichten. Vollautarke Systeme sollten nur wenn unbedingt erforderlich realisiert werden, ein Netzanschluss ist aus Redundanzgründen zur Sicherstellung der Energieversorgung immer sinnvoll. Je nach Anwendungsgebiet eignen sich verschiedene BZ-Arten. Die PEM-BZ bietet zwar hohe Stromkennzahlen und einen hohen elektrischen Wirkungsgrad, hat aber nur eine vergleichsweise geringe Abwärme bei Temperaturen um 50 °C. Niedertemperatur-BZ wie die PEM sind bei schwankenden Leistungsanforderungen aufgrund ihrer Kaltstartfähigkeit und ihres hohen Wirkungsgrads sowohl im Voll- als auch (je nach Anwendung) Teillastbetrieb anwendbar. Sofern die Wärmeversorgung über die PEM-BZ nicht ausreicht, kann der Wärmebedarf über eine Wärmepumpe mittels Strom bereitgestellt werden. Für Gebäudearten mit einem konstanten Energie- und Wärmebedarf eignen sich Hochtemperatur-BZ wie die SOFC, die Arbeitstemperatur von bis zu 1.000 °C erreichen.

Ob die Nutzung von H₂-BHKW sinnvoll ist, muss im Einzelfall durch Machbarkeitsstudien geprüft werden.



Großelektrolyseanlage in räumlicher Nähe zum Zentralen Fernwärmenetz in Neubrandenburg

Große Teile der Stadt Neubrandenburg werden über ein zentrales Fernwärmenetz mit Wärme versorgt. Diese Wärme wird heute im Wesentlichen aus Erdgas und vorwiegend in einem Gas- und Dampfturbinenheizkraftwerk (GuD) und zwei größeren Heizwerken erzeugt.

Die Nutzung der Abwärme, die im Rahmen einer Wasserstoffherzeugung aus einer großen Elektrolyseanlage in räumlicher Nähe zum Fernwärmenetz anfallen würde, ermöglicht die Einsparung von Erdgas und trägt somit aktiv zu einer „Vergrünung“ der Fernwärme bei.

Regionale Herausforderungen

Es muss ein Investor und Betreiber für eine H₂-Elektrolyseanlage in räumlicher Nähe der Hauptversorgung des Fernwärmenetzes (Abwärmenutzung) gefunden werden.

Entwicklung der Wasserstoffnetzinfrastruktur und potenzielle Anbindung an das geplante H₂-Backbone-Netz in der Region sind unklar. Technische sowie finanzielle Machbarkeitsstudie solcher Anlagen fehlen.

Die kommunale Wärmeplanung für Neubrandenburg soll Ende 2023 abgeschlossen sein. Eine Analyse von anderen EE-Potenzialen für die Wärmeversorgung fehlt noch.

Lösungsansätze

- Eine günstige Netzanbindung an den unterschiedlichen Kraftwerksstandorten oder der Hauptleitung des regionalen Wärmeversorgers ermöglicht die Nutzung der entstehenden Abwärme des Elektrolyseurs durch eine Einspeisung ins Fernwärmenetz (mit und ohne Nutzung des bereits vorhandenen Wärmespeichers), was zu einer Einsparung von fossilen Brennstoffen führen wird.
- Die Nutzung von Abwärme aus Elektrolyse verbessert den Wärmeemissionswert der Fernwärme.
- Vorteile für den Betreiber der Elektrolyseanlage:
 - » Der für den Betrieb der Anlage notwendige Strom könnte in der Region erzeugt werden, u. a. Freiflächen-PV im Umland Neubrandenburgs.
 - » Höhere Wirtschaftlichkeit der Elektrolyseanlage durch Verkauf der Abwärme zusätzlich zu den Erlösen aus H₂- und Sauerstoffverkauf

Externer Unterstützungsbedarf

Investor, Betreiber und entsprechende Flächen müssen für das Vorhaben gefunden werden. Preisindikationen für die Abwärmenutzung aus der Elektrolyse sind erforderlich.

Technologiekonzept & Umsetzungsstrategie

Die Wasserstoffherzeugung mit einem Elektrolyseur sowie die mögliche Einspeisung ins Wasserstoff- bzw. Erdgasnetz sind in den Kapiteln Elektrolytische H₂-Erzeugung aus PV- und Windenergie (S.20) und Wasserstofftransport (S.24) beschrieben. Die mögliche Nutzung von Abwärme aus Elektrolyseanlagen ist im Kapitel Elektrolytische H₂-Erzeugung aus PV- und Windenergie (S.20) und CO₂-freie Produktion in Diakoniewerkstätten (S.36) dargestellt.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Durchführung der kommunalen Wärmeplanung inkl. Potenzialanalyse für Abwärmenutzung aus Wasserstoffelektrolyse.
- Ansprechpartner: Sascha Steiner, neu.sw (Neubrandenburger Stadtwerke)

Zeitplanung



Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

H₂-Erzeugung: Austausch und Gespräche mit möglichen Betreibern einer Großelektrolyseanlage.

Kritische Infrastruktur: Feuerwehr/Rettungsdienst

Sensible Infrastrukturen wie Krankenhaus, Polizei und Feuerwehr müssen jederzeit zuverlässig mit Energie versorgt werden. Bei einer Verschlechterung der Versorgungslage greifen Notfallmaßnahmen. Ziel ist daher der Aufbau einer nahezu autarken wasserstoffbasierten

Stromversorgung, um auch bei länger anhaltendem Stromausfall die Gebäude der Feuerwehr und Rettungsdienste zu versorgen. Die Neubrandenburger Berufsfeuerwehr hat ihre Bereitschaft für die Nutzung von grünem H₂ signalisiert.

Regionale Herausforderungen

- Die Berufsfeuerwehr bzw. der Rettungsdienst der Stadt Neubrandenburg muss auch in einer massiven Versorgungskrise weiterhin operativ arbeiten können.
- Notfalltests haben gezeigt, dass Diesel für die Fahrzeugflotte sinnvoller eingesetzt werden kann als für Notstromaggregate.
- Die Fahrzeugflotte müsste weiterhin angetrieben werden können.
- Die Feuerwehr bzw. der Rettungsdienst bewahrt sensible Medikamente auf, eine konstante Raumtemperatur ist notwendig.
- Zur Finanzierung sind öffentliche Gelder erforderlich.

Lösungsansätze

- PV-Anlagen auf den Dachflächen der Feuerwehrstandorte sollen sensiblen Gebäudebereiche mit Strom versorgen.
- Der Solarstrom wird dafür direkt genutzt oder in H₂ gespeichert und in sonnenarmen Winterzeiten über die Brennstoffzelle rückverstromt und in Wärme gewandelt.

Externer Unterstützungsbedarf

Finanzierungs- und Fördermaßnahmen sind für die Umsetzung der klimafreundlichen Notstromversorgung relevant.

Technologiekonzept & Umsetzungsstrategie

BZ-Systeme können Dieselnostromgeneratoren ersetzen: Die H₂-Bereitstellung erfolgt über Druckluftflaschen. Im Gegensatz zu Diesel, der aufgrund einer möglichen Dieselpest regelmäßig ausgetauscht wird, kann H₂ über mehrere Jahrzehnte am Generator gelagert werden. Die Verflüchtigung des Gases ist minimal und zu vernachlässigen. Zudem fallen mit BZ-Systemen keine Abgasen an und Wartungen am Motor wie Ölwechsel fallen weg.

Zur Realisierung von autarken Energieversorgungssystemen wird die H₂-Erzeugung und -Speicherung vor Ort umgesetzt, wofür ein stationäres BZ-System zu errichten ist. Dafür eignen sich besonders Niedertemperatur-BZ wie die PEM, da sie bei schwankenden Leistungsanforderungen aufgrund ihrer Kaltstartfähigkeit und ihres hohen Wirkungsgrads sowohl im Voll- als auch (je nach Anwendung) im Teillastbetrieb anwendbar sind. Die Systeme können in Räumen mit speziellen Belüftungsvorrichtungen errichtet werden oder als Containerbauweise. Von der Leistungsspanne sind Projekte mit 35 kW bis 3 MW bekannt, sodass sämtliche Gebäudearten mit einem H₂-Notstromgenerator ausgestattet werden können. Auch mobile H₂-Generatoren sind für den flexiblen Einsatz am Markt verfügbar.

Der H₂ kann an einen H₂-Speicher angeschlossen oder mit H₂-Bündelflaschen bereitgestellt werden, die bereits abgefüllt an den jeweiligen Standort angeliefert werden. Sofern der H₂ in Bündelflaschen oder Tanks abgefüllt werden soll, bedarf es im Vorfeld einer Trocknungsanlage, da die Druckluftflaschen aufgrund von möglicher Korrosion keine Feuchtigkeit vertragen.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Errichtung einer PV-Anlage und Nutzung der Stromüberschüsse für H₂ sowie Abwärmenutzung.
- Prüfung der weiteren Schritte zur Umsetzung durch Dr. Christian Wolff, Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg.

Zeitplanung



Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

H₂-Transport: Belieferung mit grünem H₂ aus der Region.

Grünes Gewerbegebiet Trollenhagen

Das Ministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Tourismus und Arbeit MV zeichnet Gewerbe- und Industriegebiete in MV aus, die Maßnahmen in den Bereichen EE, Ressourceneffizienz, sparsamer Flächenverbrauch und alternative Mobilität umsetzen. Das Label „G³ – Grünes Gewerbegebiet“¹⁹ steht für einen Standortvorteil und kann von den Unternehmen zu Imagezwecken genutzt werden.

Am Fliegerhorst in Trollenhagen, einem ehemaligen Militär-Flughafen, ist der Aufbau eines grünen Gewerbe-

¹⁹ <http://www.gruene-gewerbegebiete.de/>

gebietes geplant. Mit der Ansiedelung eines lokalen Metallbau-Unternehmens mit Produktionshalle gab es bereits erste Konversionserfolge, welche es auszubauen gilt.

Das Gewerbegebiet Trollenhagen im Norden von Neubrandenburg liegt am Rande zahlreicher EE-Anlagen (Wind & PV) mit zahlreichen Plänen diese noch zu erweitern. Es sind somit optimale Voraussetzungen für die gesicherte Versorgung grünen Wasserstoffs gegeben, welche spätestens seit der Energiekrise in Folge des Kriegs in der Ukraine für Unternehmen an Attraktivität gewonnen hat.

Regionale Herausforderungen

- Es fallen hohe Investitionskosten für den Aufbau der energetischen Infrastruktur an.
- Mischversorgung von Industrie- und Wohngebieten, somit unterschiedlicher Absatz von Wärme und Strom

Lösungsansätze

- Durch die Ansiedelung energieintensiver Gewerbe im Gewerbegebiet könnten die stofflichen und energetischen Kreisläufe geschlossen werden. Überschüssiger grüner Strom könnte zur Herstellung von Wasserstoff dienen.
- In sonnen- und windarmen Zeiten könnte der produzierte Wasserstoff der Versorgungssicherheit dienen.
- Der anfallende Wärmebedarf der Betriebe sowie benachbarter Ortschaften und Quartiere könnte durch die Abwärme emissionsfrei gedeckt werden.
- Überschüssige Energie könnte abgegeben, bzw. in das lokale Strom- und Gasversorgungsnetz der Neubrandenburger Stadtwerke eingespeist werden.
- Mittels einer öffentlich zugänglichen Wasserstoff-tankstelle am Standort wird zudem den Fuhrparks der angesiedelten Firmen Wasserstoff für die Mobilität zur Verfügung gestellt.

Externer Unterstützungsbedarf

Für den Aufbau eines grünen Gewerbegebietes werden Wind- und Solaranlagenbetreiber benötigt, die EE-Anlagen

auf die Dachflächen der Gewerbestandorte oder PV- und Windenergieanlagen in unmittelbarer Nähe platzieren können. Zudem werden Elektrolyseurhersteller und Betreiber für die Standortentwicklung ebenso notwendig, wie Planer und Betreiber einer Wasserstofftankstelle am Standort.

Weiterhin könnte die Auszeichnung als „G³ – Grünes Gewerbegebiet“ vom Ministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Tourismus und Arbeit MV zu einer finanziellen Förderung der Planung und Umsetzung beitragen.

Technologiekonzept & Umsetzungsstrategie

Aufgrund der zahlreichen Wind- und PV-Anlagen in bzw. um Trollenhagen, eignet sich der Standort für die lokale und grüne H₂-Produktion per Elektrolyse. Aufgrund der vielfältigen Anwendungsgebiete ist die Kopplung der Sektoren Industrie, Mobilität sowie der Gebäudeenergieversorgung hervorragend möglich, wodurch die regionale H₂-Abnahme gesichert ist. Je nach Standort des Elektrolyseurs kann die Abwärme für Gebäude genutzt werden, sofern sich die Gebäude in unmittelbarer Nähe befinden. Der Strombedarf sollte aufgrund des Wirkungsgrads direkt über das Stromnetz und über die EE vor Ort bezogen werden. Zusätzliche Wärme kann über ein BZ-Heizgerät für einzelne Gebäude oder einem H₂-BHKW für mehrere Gebäude oder Quartiere bereitgestellt werden. Im Industrieinsatz wird Wasserstoff teilweise stofflich benötigt, er kann aber auch direkt in Öfen oder Brennern energetisch genutzt werden, um den Einsatz von Erdgas zu kompensieren. In der Gewerbemobilität eignet sich Wasserstoff

insb. für den Schwerlastbereich und Flurförderzeuge. Dafür bedarf es einer HRS mit 350 bar Druckstufe, die für Flurförderzeuge auch indoor errichtet werden kann. Sofern das grüne Gewerbegebiet Trollenhagen von Beginn an mit Wasserstoff versorgt werden soll und kein Anschluss an das Erdgasnetz geplant ist, wird der Anschluss an ein H₂-Pipelinetz empfohlen. Insgesamt eignen sich der Standort zur Erprobung verschiedener H₂-Technologien und auch die Etablierung des Gewerbegebietes als Real-labor ist denkbar.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Die Prüfung des Standortes auf Eignung muss erfolgen.
- Die Förderkriterien G³ – Grüne Gewerbegebiete müssen analysiert werden.
- Planung einer Onsite-Elektrolyse und die Bereitstellung von grünem H₂ muss geplant werden.
- Investitionssumme für das Bereitstellen von grünem Strom in verschiedenen hohen potenziellen Verbrauchsstufen muss für zukünftige Ansiedlungsanfragen eruiert werden.

Zeitplanung



Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **H₂-Erzeugung:** Gespräche mit EE-Anlagenbesitzern und pot. H₂-Erzeugern im Umfeld
- **H₂-Transport:** Falls keine Erzeugung am Standort stattfindet, muss die Anlieferung des H₂ geklärt werden.
- **H₂-Koordinationsstelle:** Vermarktung des Standortes
- **Musterdorf:** Überschuss für privaten Wohnsektor

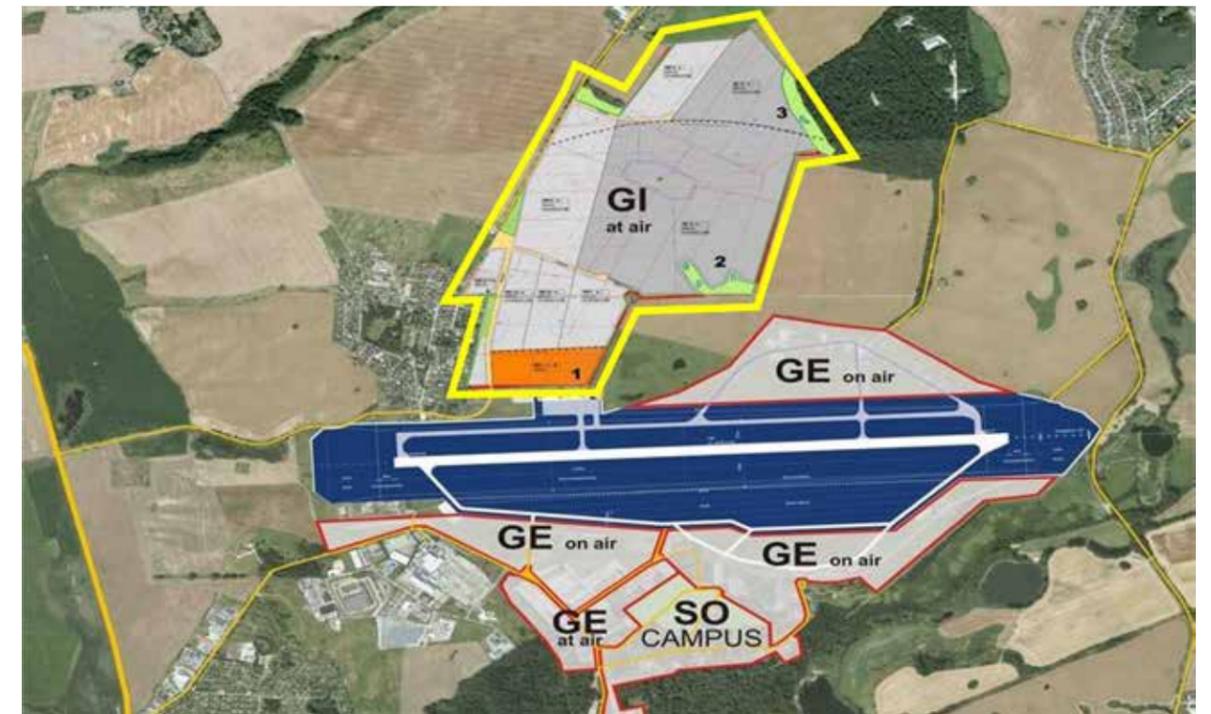


Abbildung 15: Standort Grünes Gewerbegebiet Trollenhagen (gelbe Markierung) © Wirtschaftsförderung Mecklenburgische Seenplatte GmbH

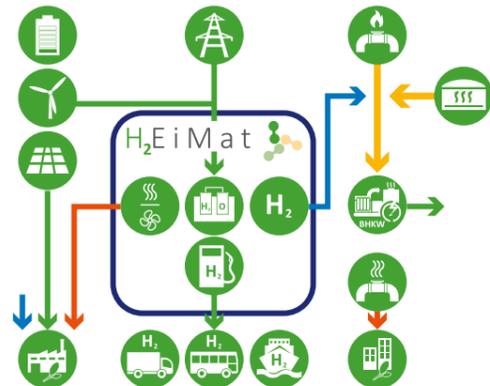
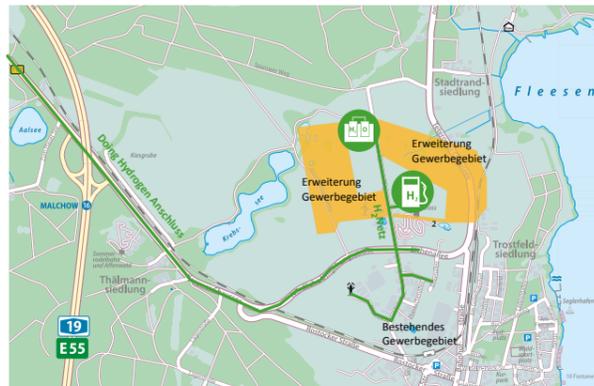
Sektorkopplung & Module der Wasserstoffnutzung in Malchow

Die Region um die Inselstadt Malchow bietet mit ihrer Transitlage, ihren Logistikstandorten, der vorhandenen Strom- und Gasinfrastruktur und der erneuerbaren Energieerzeugung, perfekte Voraussetzungen für die Entwicklung eines sektorenübergreifenden und wasserstoffbasierten Gesamtkonzepts.

In der ersten Phase soll eine 1 bis 2 MW Elektrolyse in Kombination mit einer 250 bis 500 kW großen Wärmepumpe und eine entsprechende H₂-Tankstelle errichtet werden. Die exakte Anlagengröße wird im weiteren Verlauf und nach Anzahl der Abnehmer aus Industrie, Mobilität und Wärme entsprechend optimiert und kann langfristig weiter ausgebaut werden. Die Gesamtanlage soll dabei

durch lokale erneuerbare Energie (teilweise Post-EEG-Anlagen) gespeist werden.

Die Vision des Vorhabens ist es im Konsortiums mit den Stadtwerken Malchow, der VNG AG und der EDF DEUTSCHLAND GMBH, sowohl die ansässigen Logistikunternehmen, die verarbeitende Industrie, einer geplanten Fischproduktion für die Abnahme des Sauerstoffes als auch den öffentlichen Nahverkehr dieser Region mit Wasserstoff nachhaltig aufzustellen und somit die kommunalen und nationalen Klimaziele – mithilfe der jeweiligen Kompetenz der Projektpartner im Infrastruktur- und Energiebereich – zu unterstützen.



Abbildungen 16/17: © Stadtwerke Malchow, VNG AG, EDF DEUTSCHLAND GMBH

Regionale Herausforderungen

- Die Umsetzung eines gemeinsamen Pilotprojektes im Bereich der Sektorkopplung auf Wasserstoffbasis hängt entscheidend von gesellschaftlichem Rückhalt ab. Dazu gehört sowohl die breite Akzeptanz der Technologie als auch die pekuniäre Unterstützung des Vorhabens.
- Ein früher Markteintritt, der für die Erreichung der gesteckten Klimaziele essenziell ist, funktioniert nur mit Anschubsubventionen und Planungssicherheit für Unternehmen.
- Malchow als Kleinstadt kann keine Investitionen in Millionenhöhe tätigen und ist auf Förderungen angewiesen. Offen ist, ob eine Kleinstadt interessant genug für Industrie und Förderträger ist.
- Das Know-How für die Technologie muss in die Region geholt werden.

Lösungsansätze

- Eine gemeinsame Nutzung der Tankstelleninfrastruktur mit anderen Akteuren (z. B. Logistikunternehmen, Busse) könnte die Auslastung erhöhen.
- In einem Pilotprojekt könnten wasserstoffbetriebene Fahrgastschiffe für eine zusätzliche Abnahme sorgen (Malchow ist ein Schwerpunkt der touristischen Binnenschifffahrt).
- Die Abwärmennutzung eines Elektrolyseurs könnte zur Versorgung bestehender Firmengebäude genutzt werden. Weiterhin ist eine Erweiterung des bestehenden Gewerbegebietes in unmittelbarer Nachbarschaft bereits in der Planung, in welches man ebenfalls Wärme liefern könnte.
- Die Nutzung von Wasserstoff ist in Produktionsprozessen beispielsweise bei der ansässigen Kunststoffverarbeitenden Industrie möglich.

- Die Nutzung des Nebenproduktes Sauerstoff für eine geplante Fischzuchtanlage oder die Belebungsbecken der benachbarten Kläranlage ist vorstellbar.
- Auch wenn Malchow eine Kleinstadt ist, ist es als aufstrebender Industriestandort und mit Logistikzentrum interessant und liegt günstig an der Autobahn 19 zwischen Hamburg, Rostock und Berlin, wo auch eine HRS platziert werden könnte.
- Die Sektorkopplung ist am Standort effizient möglich, da alles in einer kommunaler Hand liegt (Stromnetz, Gasnetz, Fernwärme und Wasser / Abwasser).
- Anschluss an die überregionale H₂ Pipeline „Doing Hydrogen“ der Ontras, das Tor für die zukünftige Wasserstoffwirtschaft des Landkreises MSE.

ten jährlich in der zweiten Ausbaustufe bis zu 106 t H₂, 849 t Sauerstoff und 1,69 GWh Abwärme produziert werden. Der Überschussstrom von 1,38 GWh kann direkt im Gebäude oder für eine Wärmepumpe (500 kW) genutzt werden und die Abwärme des Elektrolyseurs für die Versorgung der angrenzenden Firmengebäude. Sofern die Volllaststunden erhöht werden, z. B. durch PPA oder einer Netzkopplung können bei 22 Volllaststunden bis zu 292 t H₂ pro Jahr produziert werden. Mit einer Jahresproduktion von 106 t H₂ können pro Tag bis zu acht Lkw bzw. über 50 Pkw mit Wasserstoff betankt werden. Der Aufbau einer H₂-Infrastruktur am Standort technisch ist relativ kurzfristig möglich.

Der Standort bietet somit ein gutes Potenzial, die Abwärme des Elektrolyseurs zu nutzen sowie den Wasserstoff vor Ort für die Mobilität oder Gebäudeenergieversorgung zu produzieren. Aufgrund meist energieintensiver Industrieprozesse oder bei der Versorgung von großen Fahrzeugflotten wird am Standort langfristig mehr Wasserstoff benötigt als produziert werden kann. Es ist zu prüfen, ob eine größere PV- und Elektrolyseleistung in Malchow umgesetzt werden kann. Die geplante Erweiterung des Gewerbegebietes ist eine Chance für eine direkte H₂-Erzeugung und -Abnahme.

Nachfolgend ist ein exemplarisches Technologiekonzept für den Standort Malchow abgebildet, um eine Vorstellung für die benötigten Komponenten sowie Energie- und Stoffflüsse zu erhalten.

Externer Unterstützungsbedarf

Die tatsächliche Bereitschaft seitens der politischen Handlungsträger und Fördermittelgeber ein Pilotprojekt dieser Größenordnung zu begleiten und zu fördern ist erforderlich.

Technologiekonzept & Umsetzungsstrategie

Die Inselstadt Malchow verfügt über optimale Voraussetzungen, um Wasserstoff vor Ort zu erzeugen und in verschiedenen Sektoren wie Industrie, Gebäudeenergieversorgung und Mobilität zu nutzen. Für den geplanten Elektrolyseur werden in der 1-MW-Ausbaustufe 3,3 MW_p und in der 2-MW-Ausbaustufe 6,6 MW_p an installierter PV-Leistung benötigt. Bei 8 Volllaststunden pro Tag könn-

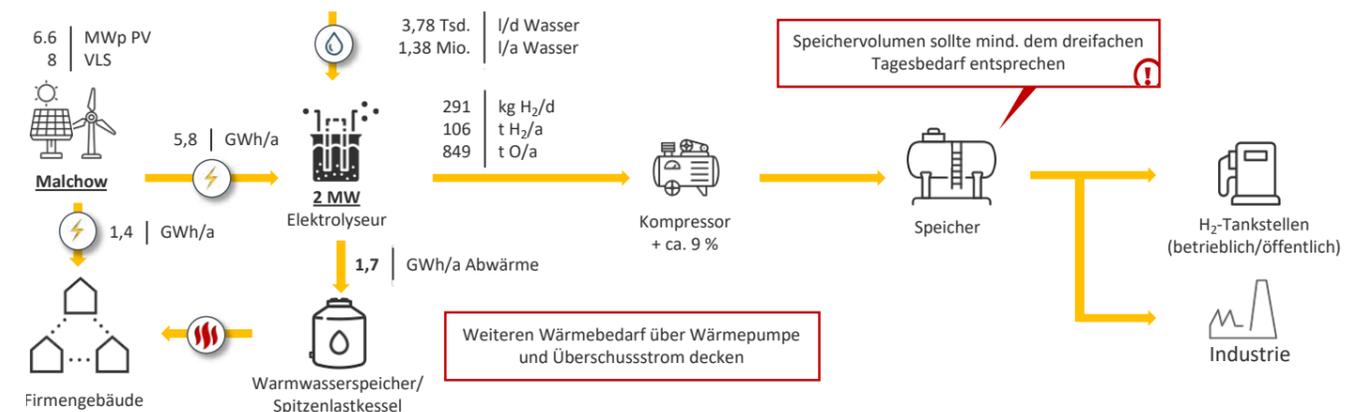


Abbildung 18: © BMDV / EE ENERGY ENGINEERS

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

Ansprechpartner für dieses Projekt: Robert Kersting (Stadtwerke Malchow), Dr. Fabian Brunner (VNG), Stefan Markwart (EDF DEUTSCHLAND GMBH).

Zeitplanung



Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **H₂-Schwerlastverkehr:** Wasserstoffbedarfe abfragen
- **H₂-Binnenschifffahrt:** Austausch zu weiteren Planungen und H₂-Bedarfen

Konzeptphase

- Ermittlung H₂-Bedarf und weitere Anforderungen
- Analyse und Bewertung versch. Konzepte im Hinblick auf konkrete Rahmenbedingungen
- Identifikation Förderprogramme

Entwicklungsphase

- Fördermittelakquise
- Abnahmemanagement
- Techn. Detailplanung
- Fixierung des Geschäftsmodells
- Vergabe- und Ausführungsstrategie

Errichtungsphase

- Fördermittelmanagement
- Techn. Detailplanung
- Bauantragswesen
- Projektmanagement
- Bau & Inbetriebnahme
- Komponentenbeschaffung

Betriebsphase

- Betrieb, Wartung und Instandhaltung
- Optimierung des technischen und kommerziellen Anlagenbetriebes

Start Potenzial und die Machbarkeitsanalyse



Vernetzung und Koordinierungsstelle

Der HyStarter-Prozess hat das Interesse an einem regelmäßigen Vernetzungsformat zu Themen mit Wasserstoffbezug sehr deutlich gezeigt. Eine gemeinsame und neutrale Plattform ist für den offenen Austausch untereinander sowie der Identifikation möglicher Synergie-Effekte bei Planungen entscheidend. Dieses Netzwerk soll weiter-

geführt werden, um den Akteurskreis mit interessierten Unternehmen und Organisationen zu erweitern. Dafür sollten Aktivitäten und Angebote auch nach außen hin sichtbar gemacht werden, wodurch einerseits Unternehmen angesprochen, aber andererseits auch Bürgerinnen und Bürger für das Thema sensibilisiert werden.

Regionale Herausforderungen

- Der Landkreis MSE ist der flächenmäßig größte Landkreis in Deutschland. Es erfolgen an vielen verschiedenen Stellen bereits Einzelaktivitäten mit Bezug zu H₂, eine gebündelte Übersicht darüber fehlt bisher.
- Die Region kann von Cluster-Effekten profitieren, sie werden bisher jedoch zu wenig ausgespielt.
- Es müssen finanzielle Mittel für eine regionale Netzwerkstelle bereitgestellt werden.
- Akzeptanz und Verständnis für das Thema muss bei Bürgerinnen und Bürgern sowie in Unternehmen geschaffen und langfristig gesichert werden.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Das vorhandene Netzwerk soll gestärkt und weiter ausgebaut werden. Dazu zählt ein regelmäßiger Austausch und Input über Vorträge und Workshops. Ziel könnte eine H₂-Koordinierungsstelle sein, die alle organisatorischen Aktivitäten bündelt und Fördermittelberatung anbietet.
- Für die Einrichtung einer Koordinierungsstelle müssen die Finanzierung (bspw. über ein Projekt mit Planungsverbänden), die Anbindung (östliches Mecklenburg-Vorpommern, Landkreis MSE, Stadt Neubrandenburg, übergreifend) geprüft werden.
- Die Prüfung einer Standortkoordination erfolgt für Industriegelände in Neubrandenburg (SEM oder G³-Koordinator) (Stadt Neubrandenburg).
- Die IHK Neubrandenburg für das östliche Mecklenburg-Vorpommern bietet Unterstützung bei der Vernetzung und Öffentlichkeitsarbeit.
- Die Wirtschaftsförderung MSE bietet seit 2021 und weiterhin Informations- und Vernetzungsveranstaltungen zum Thema Wasserstoff an (#MSEwasserstoff).

Lösungsansätze

- Die Einführung einer koordinierenden Stelle in Zusammenarbeit der Stadt Neubrandenburg und dem Landkreis MSE würde eine neutrale Plattform zu bzw. Anlaufstelle für Einzelaktivitäten in der Region, idealerweise über die Landkreisgrenzen hinaus bieten.
- Erfahrungswerte und Wissen zu grundlegenden Fragestellungen zu Genehmigungs- / Rechtsfragen sowie öffentlicher Fördermöglichkeiten können somit einem größeren Kreis verfügbar gemacht werden.
- Um die finanziellen und personellen Kapazitäten zu schaffen, sollten Fördermöglichkeiten geprüft werden (z. B. im Rahmen der Kommunalrichtlinie).
- Es gibt in MV bereits zwei H₂-Koordinierungsstellen, zu denen der Austausch über die Vernetzungsstelle vertieft und überregionale Initiativen gefördert werden sollen.
- Eine gezielte Öffentlichkeitsarbeit im Sinne einer Marketing-Strategie verschafft der koordinierenden Stelle Sichtbarkeit nach außen.

Zeitplanung



Externer Unterstützungsbedarf

Neben der Förderung einer Netzwerkstelle braucht es weiterhin die Unterstützung durch die regionalen und lokalen Wirtschaftsförderungen sowie Verwaltungseinrichtungen.

Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

Es wird der Austausch mit allen (Wasserstoff-)Akteuren der Region sowie mit Projekten und Vorhaben in diesem Themenfeld stattfinden.

Abbildung 19: Quelle: Stadtwerke Malchow, VNG, EDF DEUTSCHLAND GMBH

Regionales Technologiekonzept

In der HyStarter-Region Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg / MSE wurde eine Vielzahl an H₂-Projekten entwickelt, vorgestellt und diskutiert. Im Rahmen eines Dialoges wurden die Handlungsfelder hinsichtlich ihrer technologischen Umsetzbarkeit geprüft und Informationen zu Herstellern und Technologiereife gegeben. Die Handlungsansätze der HyStarter-Akteure wurden zudem zu einem Gesamtsystem zusammengefasst und in einem Energieflussbild dargestellt, um eine bessere Vorstellung der diskutierten potenziellen H₂-Nachfrage und -erzeugung zu generieren. Das Vorhaben in Malchow wurde in einem eigenen Fließbild dargestellt (siehe Kap. Sektorkopplung & Module der Wasserstoffnutzung in Malchow, S. 46).

Aufgrund der eingereichten Projektideen wurde das Konzept sowohl von der Wasserstoffherzeugung als auch der -anwendung aus erarbeitet. Diese umfassen die BZ-Mobilität, Gebäudeenergie- und potenzielle Industrie-

versorgung über eine Pipeline. Die ermittelten Gesamtbedarfe umfassen bislang noch nicht alle Bedarfe, da für einige Anwender noch keine Abschätzungen vorliegen. Das bedeutet, dass die H₂-Bedarfe zukünftig eher höher ausfallen werden als bisher angenommen. In der Analyse wurde davon ausgegangen, dass zehn Müllsammelfahrzeuge, 100 Lkw und ein BZ-Zug mit Wasserstoff betrieben werden. Die jeweiligen Tageskilometer und Verbrauchsdaten pro 100 km sind der Grafik zu entnehmen. Die Daten stammen von den örtlichen Akteuren und den Angaben der Fahrzeughersteller, sind aber nicht mit konkreten Projektideen hinterlegt. Die Binnenschifffahrt konnte noch nicht mit konkreten Bedarfen hinterlegt werden. Die Fahrzeuge beziehen ihren Wasserstoff über eine Tankstelle. Der kumulierte Tagesumsatz ist ebenfalls der Grafik zu entnehmen. Die H₂-Speicher der Tankstellen sollen die dreifache Tagesmenge vorrätig haben, um eine temporäre Versorgungssicherheit zu garantieren. Die H₂-Lieferung

aus der Region an die Tankstellen erfolgt zu Beginn per Trailer und kann später ggf. auf die Lieferung per Schiene oder per Leitung ausgeweitet werden.

Für die Wärmeversorgung wurden ebenfalls verschiedene Pilotprojekte angenommen, aber nur für zwei Projekte konnten Bedarfe abgeschätzt werden, die dem Flussbild zu entnehmen sind. Je nach Gebäudeart werden für die Wärmeversorgung stationäre Brennstoffzellen oder ein H₂-BHKW benötigt. Das Abwärmepotenzial der Elektrolyse soll ebenfalls genutzt werden, um die H₂-Bedarfe zu senken. Die Notstromversorgung kritischer Infrastrukturen (Feuerwehr) ist ein weiterer Abnehmer von Wasserstoff.

Aus den angegebenen Erzeugungspotenzialen aus EE wurden erhebliche Überschüsse berechnet, sodass die Region voraussichtlich Wasserstoff exportieren kann. Die Laufzeiten und Leistungen der drei exemplarisch ange-

nommenen Elektrolyseure sind dem Fließbild zu entnehmen. Bei einer höheren Auslastung können auch kleinere Elektrolyseure den Bedarf bedienen. Neben dem Wasserbedarf für die Herstellung des grünen Wasserstoffs, ist die benötigte Menge an regenerativem Strom angegeben.

Um ein ähnliches System in der HyStarter-Region zu etablieren, müssen auf der Anwenderseite im Mobilitätsbereich sowie für die Gebäudeenergieversorgung konkrete Abnehmer identifiziert und die Projektansätze weiterentwickelt werden. Dies würde sowohl dazu beitragen, den EE-Ausbau und die H₂-Erzeugung zu beschleunigen und Tankstellen aufzubauen, und auszulasten. Bei der Standortwahl der Elektrolyseure soll nicht nur die Nutzung der Abwärme ermöglicht werden, sondern auch bedacht werden, wo EE-Ausbaupotenziale bei gleichzeitigen Netzengpässen bestehen und die Option einer Zuleitung zu einer der großen Wasserstoffleitungen von der Küste.

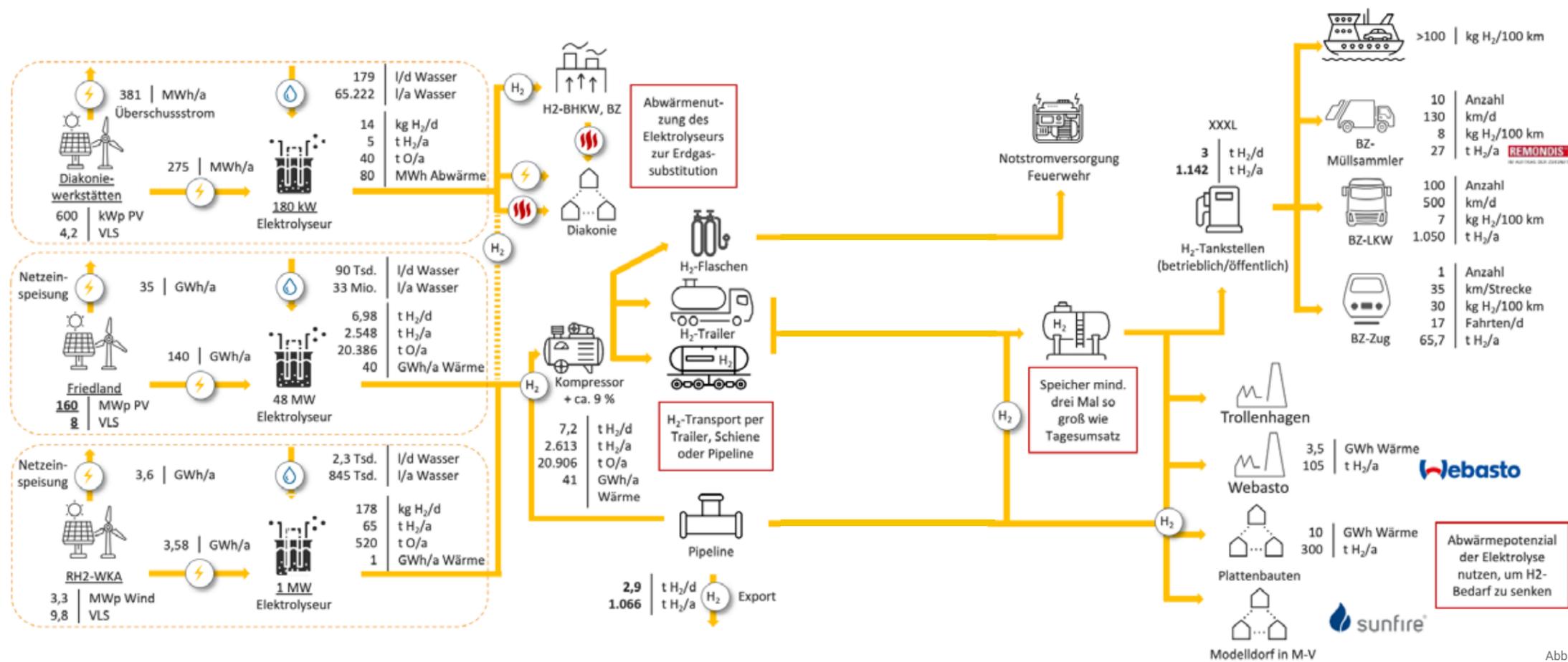


Abbildung 20: © BMDV / EE ENERGY ENGINEERS

Die HyStarter-Region Vier-Tore-Stadt Neubrandenburg und der Landkreis Mecklenburgische Seenplatte bringen ideale Standortvoraussetzungen für den Aufbau einer regionalen Wasserstoffwirtschaft mit. Die landschaftlich reizvolle Region bietet nicht nur attraktive Wohn- und Lebensbedingungen, sondern neben einem hohen Darlehen an EE auch ausreichend Fläche, diese nutzbar zu machen und (weitere) Wasserstoffherstellungsanlagen aufzubauen. Grüner Wasserstoff kann von der Region für regionale Anwendungen bereitgestellt werden, aber auch überregionale Versorgungskooperationen mit bspw. der Metropolregion Berlin-Brandenburg sind (zukünftig) vorstellbar. Darüber hinaus sind im Landkreis Salzkavernenspeicher, z. T. in kommunaler Hand, verortet, die für eine Wasserstoffspeicherung nutzbar gemacht werden können.

Neben den naturräumlichen Vorteilen baut die HyStarter-Region auf einem engagierten und gut vernetzten Akteurskreis auf, der auch über die HyStarter-Dialoge hinaus sein Netzwerk aktiv halten möchten. Die Sensibilisierung für das Thema Wasserstoff erfolgt in der Region über verschiedene Kanäle, zu denen auch die Veranstaltungsreihe der Wirtschaftsförderung des Landkreises #MSEwasserstoff gehört. Weiterhin wurde ein Verbund an Unternehmen aus der Binnenschifffahrt initiiert, die nach CO₂-freien Lösungen für ihre Fahrgastschiffe suchen und bereit sind, ihr Wissen und ihre Bedarfe mit anderen Regionen zu teilen und gemeinsam an Alternativen zu arbeiten. Die (internationalen) Praxiserfahrungen sind auf dem Gebiet noch relativ überschaubar, weswegen generell an Best Practice Vorhaben mit belastbaren Datengrundlagen Interesse besteht, die in der Region ebenfalls aufgebaut werden können.

Zudem besteht der Wunsch, alle laufenden Aktivitäten der regionalen Akteure sowie ihr Angebot und Nachfrage nach Wasserstoff zu bündeln und bspw. über eine Online-Plattform transparent darzustellen. Die Planungen zu Umrüstungen von Erdgaspipelines oder Entry-/Exit-Points von den am Landkreis vorbeiführenden Wasserstoffpipelines können dort ebenfalls platziert werden und zu einer besseren Gesamtplanung beitragen.

Die Region möchte ihre großen Potenziale an erneuerbaren Energien und grünem Wasserstoff auch für die nachhaltige Gestaltung ihrer Gewerbegebiete nutzen (G³ – grünes Gewerbegebiet) und bietet damit Industrie und Gewerbe eine Option, ihre Versorgung und Prozesse zu dekarbonisieren bzw. sich an einem nachhaltig versorgten Standort anzusiedeln. Aus kommunaler Sicht gehen mit dem attraktiven Angebot eines durch Wasserstoff initiierten grünen Gewerbegebietes Standortvorteile einher, die in naher Zukunft eine zunehmende Bedeutung bei Unternehmensansiedelungen spielen und sich in Schaffung neuer Arbeitsplätze niederschlagen können.

Die Stadt Neubrandenburg bildet außerdem eine Wärmesenke und könnte die Abwärme von Elektrolyseuren nutzen. Allerdings fehlt es in der Region bislang an großen H₂-Abnehmern und an Fachkräften.

Um den Aufbau der Wasserstoffwirtschaft zu beschleunigen, helfen den Akteuren die folgenden Punkte:

Eine stärkere Verbindlichkeit und koordinierende Rolle der Politik. Das umfasst weitere technologieoffene Vorgaben zur Dekarbonisierung aller Sektoren, u. a. auch der Binnenschifffahrt. Zudem muss der Aufbau einer Verteilinfrastruktur zeitnah erfolgen und eine Preissicherheit für grünen Wasserstoff gegeben sein.

Vereinfachte Genehmigungsverfahren beschleunigen den Ausbau der erneuerbaren Energien und von Elektrolyseuren. Das impliziert den Einsatz von Fachkräften oder Schulungen für das Personal in Genehmigungsbehörden, eine Aufstockung dessen genauso wie einen Bürokratieabbau.

Förderungen sind beim Aufbau der regionalen Wasserstoffwirtschaft zur Finanzierung der Mehrkosten und als Risikoausgleich für die First Mover erforderlich. Unterstützung wird stärker bei der Umsetzung und Beschaffung von bspw. Fahrzeugen gesehen als in der Durchführung von Machbarkeitsstudien. Vor allem Kommunen und kommunale Unternehmen können kein finanzielles Risiko eingehen. Vernetzungsstellen kommt in den flächenmäßig großen Landkreisen in Mecklenburg-Vorpommern eine wichtige Koordinationsaufgabe zu. Diese sollen auch weiterhin gefördert werden, um die laufenden Aktivitäten transparent darzustellen und Synergien auch über die administrativen Grenzen hinaus sichtbar und nutzbar zu machen. Ein großflächiger, geförderter Tankstellenaufbau für größere Städte im Landkreis würde die Marktaktivierung im Verkehrssektor stärken und u. a. dem Schwerlastverkehr, aber auch der Abfallwirtschaft eine flächendeckende Versorgungsinfrastruktur und damit Versorgungssicherheit garantieren.

Der Mehrwert einer Wasserstoffwirtschaft muss den Anwohnenden und Endkunden kommuniziert werden. Der Aufbau einer nachhaltigen Energieversorgung und Wirtschaft ist mit Kosten und Veränderungen verbunden,

aber auch mit Potenzialen für die regionale Wertschöpfung. Umso wichtiger ist es, einzelne Maßnahmen im Gesamtkontext darzustellen und transparenter an die Bürgerinnen und Bürger heranzutragen. Generell wird – vor dem Hintergrund der hohen Netzentgelte in der Region – eine fairere Kostenverteilung als in der Vergangenheit gewünscht. Groß aufgelegte Marketing-Kampagnen können zu einer breiten Unterstützung der Energiewende beitragen.

Der Kommunal- und Landespolitik kommt als Gestalterin der Energiewende weiterhin eine tragende Rolle zu. Dies kann über die eigene Vorbildfunktion, die Aktivierung regionaler Unternehmen und Bereitstellung von Flächen, die Erhöhung der Ressourcen in der Verwaltung (bspw. für Ansiedlung) oder die Einrichtung einer Stabsstelle für das Thema Wasserstoff erfolgen. Dem Markt sind derzeit klare politische Vorgaben mit Weitsicht behilflich.

Den Herstellern kommt eine ebenso relevante Rolle bei der Marktaktivierung zu. Hier werden bessere Verfügbarkeiten und schnellere, verbindliche sowie transparente Lieferzeiten von BZ-Lkw erwartet. Außerdem werden zeitnah Lösungen für einen emissionsfreien Wasserstofftransport per Trailer / Lkw gewünscht, um Gefahrguttransporte nicht wie bislang nur mit fossilen Kraftstoffen durchzuführen. Darüber hinaus würde ein umfassendes Recycling von Brennstoffzellen und Batterien den Nachhaltigkeitsaspekt stärken.

Unternehmen sollen auf ihren Betriebsgeländen und Gebäuden alle Möglichkeiten zur Bereitstellung von Potenzialflächen für die Erzeugung erneuerbaren Stroms prüfen. Dafür müssen keine Flächen dauerhaft versiegelt werden, sondern es kann auf flexible und temporäre Anlagentechnik zurückgegriffen werden.

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

Gesetze und Regulatorik



- Gesetzeslandkarte zu nationalen Gesetzen und Verordnungen

Wasserstoffanwendungen



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

AEL	Alkalischer Elektrolyseur
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BZ	Brennstoffzelle
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
CO₂	Kohlenstoffdioxid
CVD	Clean Vehicles Directive
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
GuD	Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk
GGBefG	Gefahrgutbeförderungsgesetz
H₂	Wasserstoff
HKB	Haus der Kultur und Bildung (in Neubrandenburg)
HRS	Hydrogen Refueling Station
IHK	Industrie- und Handelskammer
IPCEI	Important Projects of Common European Interest
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
MSE	Landkreis Mecklenburgische Seenplatte
MV	Mecklenburg-Vorpommern
MW	Megawatt
MW_{el}	Megawatt elektrisch
MWh	Megawattstunde
MW_p	Megawatt peak – Bezeichnung für die maximale Leistung, insb. bei PV-Anlagen
neu.sw	Neubrandenburger Stadtwerke GmbH
NIP	Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
NOW	Nationale Organisation für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
O₂	Sauerstoff
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PPA	Power-Purchase-Agreement (Stromkaufvereinbarung)
PE-/PP-Reststoffe	Polyethylen (PE)-/Polypropylen-Reststoffe
PEM	Polymer-Elektrolyt-Membran
PtJ	Projektträger Jülich
PV	Photovoltaik
SOEC	Festoxid-Elektrolyseurzelle (englisch solid oxide electrolyzer cell)
SOFC	Festoxidbrennstoffzelle (englisch solid oxide fuel cell)
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
TEUR	Tausend Euro
TrinkwV	Trinkwasserverordnung



Vier-Tore-Stadt
Neubrandenburg
Landkreis
Mecklenburgische Seenplatte

