

H<sub>2</sub>O

ERGEBNISBERICHT 2023  
**WASSERSTOFFREGION WISMAR**



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Digitales  
und Verkehr

Koordiniert durch:



NOW - GMBH. DE

Projekträger:



Projekträger Jülich  
Forschungszentrum Jülich

<b>Vorwort</b> .....	3
<b>Zusammenfassung</b> .....	4
<b>Die HyStarter Region Wismar</b> .....	6
<b>H<sub>2</sub>-Potenziale der Region Wismar</b> .....	8
<b>Vision 2030 Wismar</b> .....	12
<b>Handlungsfelder und Umsetzungsstrategien</b> .....	16
Technologiekonzept.....	16
Projektideen und Umsetzungsstrategie.....	24
Elektrolyseanlage und Wasserstofftankstelle sowie Methanolherstellung im Holzcluster Wismar und Seehafen.....	24
Energie-Hub Interkommunales Gewerbegebiet Wismar/Hornstorf.....	26
Wasserstoff-Hub an der Deponie Ihlenberg.....	28
Wasserstofftankstelle am BAB-Kreuz Wismar.....	30
Elektrolyseanlage im Klärwerk oder in räumlicher Nähe.....	32
Weitere optionale Anwendungen der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in der Region Wismar.....	34
<b>Kooperation &amp; Erwartungen</b> .....	35
<b>Anhang</b> .....	36
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	37

## Impressum

### Herausgeber



Stadtwerke Wismar GmbH  
Flöter Weg 6-12 | 23970 Wismar  
[www.stadtwerke-wismar.de](http://www.stadtwerke-wismar.de)

### Projektleitung

Stadtwerke Wismar GmbH  
Andreas Jarfe ([andreas.jarfe@stadtwerke-wismar.de](mailto:andreas.jarfe@stadtwerke-wismar.de))

### Verantwortlich für den Inhalt

Martin Hellwig und Nadine Hölzinger  
(Spilett new technologies GmbH)  
Unter Mitarbeit von:  
Dr. Frank Koch, Frederik Budschun und Justus Beste  
(EE ENERGY ENGINEERS GmbH)

### Gestaltung, Layout, Satz und Illustrationen

Peppermint Werbung Berlin GmbH  
Milastr. 2 | 10437 Berlin  
[www.peppermint.de](http://www.peppermint.de)

### Druck

WOESTE DRUCK + VERLAG GmbH & Co KG  
Im Teelbruch 108 | 45219 Essen-Kettwig  
E-Mail: [service@woeste.de](mailto:service@woeste.de) | [www.woeste.de](http://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.



Gefördert durch:



Koordiniert durch:



Projekträger:





Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

die Energiewende ist eine Herausforderung! Und die Energiewende ist nicht nur eine Stromwende, sondern auch eine Wärme- und Mobilitätswende und betrifft daher die ganze Gesellschaft. Es geht dabei aber nicht nur um einen Wechsel eines Energieträgers. Vielmehr müssen diese neuen Energieträger erst erzeugt werden. Und um sie verwenden zu können, müssen neue Technologien und Verfahrensprozesse entwickelt und an die bestehenden Geschäftsprozesse angepasst werden.

Diese Herausforderung erfordert also ein Umdenken, erfordert eine Offenheit für Neues, aber auch eine Neugier. Wir brauchen neue Lösungen, neue Wege, neue Akteure und ein neues Miteinander und nicht nur neue Energieträger. So benötigen wir viel mehr dezentrale und flexible Lösungen. Also Lösungen, die aufeinander aufbauen, sich ergänzen, vernetzt sind, statt monothematisch nebeneinander zu agieren.

Genau hier kann der Energieträger Wasserstoff einen wichtigen Beitrag leisten und somit zu einem Baustein der Energiewende werden. Neben seiner Rolle als Speichermedium und Vernetzer der Sektoren, zeichnet er sich auch durch seiner vielfältigen Einsatzmöglichkeit aus.

Wasserstoff wird also auch in der Region Wismar früher oder später zu Einsatz kommen. Die Frage zu Anfang des HyStarter-Projektes lautete daher, wer benötigt Wasserstoff in der Region Wismar, in welchen Mengen und zu welchem Zweck. Wie sieht die Strategie für die Region aus?

Genau hier setzte das Projekt HyStarter an. Es hat unterschiedliche Akteure aus Politik, kommunalen Betrieben, Industrie, Gewerbe, Wissenschaft und Gesellschaft

zusammengebracht, um ein regionales Wasserstoffkonzept und eine gemeinsame Strategie zu erarbeiten.

Nach einem Jahr Zusammenarbeit zeigt sich, dass die Region Wismar gute Voraussetzungen zur Initiierung einer regionalen Wasserstoff-Wirtschaft bietet. So verfügt die Region über ein sehr hohes Potenzial an erneuerbarem Strom aus PV-Freiflächen- und Windenergieanlagen sowie Biogas zur Produktion von grünem Wasserstoff. Und als Küstenstandort mit Seehafen und Holzcluster bietet die Region auch ein hohes Potenzial für Wasserstoffanwendungen in der Industrie und der Mobilität. Geringe Entfernungen zwischen Wasserstoffproduktion und -anwendungen ermöglichen niedrige Transportkosten.

Darüber hinaus haben wir in der Region hochmotivierte Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft, Industrie, Energieversorgung, Verbänden und Verwaltung, die gemeinsam an der Umsetzung einer regionalen Wasserstoffwirtschaft mitwirken wollen.

Mit diesem vorliegenden Abschlussbericht zeigen wir auf, wo Potentiale in der Region Wismar liegen, welche möglichen Anwendungen dabei im Fokus stehen und wer wichtige Akteure dabei sind. Dabei erhebt dieser Abschlussbericht nicht den Anspruch der Vollständigkeit aller möglichen Einsatzfelder in der Region. Vielmehr zeigt er mit seinem Zeithorizont auf das Jahr 2030 erste Kristallisationspunkte auf und soll dazu anregen, weitere Akteure zu gewinnen und die Wasserstoffwirtschaft in der Region Wismar voranzutreiben.

Ich bedanke mich beim Bundesministerium für Digitales und Verkehr für die Finanzierung des Projektes, bei der Hansestadt Wismar und bei den anderen am HyStarter Projekt Region Wismar mitwirkenden Akteuren für die Zusammenarbeit.

Die HyStarter-Region Wismar ist geprägt vom Welterbestatus für das Ensemble an historischen Gebäuden der Hansestadt Wismar, dem Seehafen und dem eiszeitlich geformten Umland aus Küste und landwirtschaftlich genutzter Fläche. Eine Vielzahl von Windenergie- und Solarstromanlagen auf diesen Flächen trägt dazu bei, dass das Land Mecklenburg-Vorpommern mehr elektrische Energie produziert als verbraucht. Dieses Verhältnis trifft auch auf die HyStarter-Region Wismar, bestehend aus der Hansestadt Wismar, den Gemeinden Benz und Hornstorf sowie einem Umkreis von rund 20 km um die Hansestadt, zu. Wirtschaftlich bedeutsam für die Region ist der Seehafen und dem angrenzenden Industriegebiet „Am Haffeld“ mit Deutschlands größtem Holzcluster. Die Hochschule Wismar sowie weitere Akteure der Region beschäftigen sich neben alternativen Antriebstechnologien und der Energieumwandlung auch mit den Themenfeldern Wasserstoff und Brennstoffzelle.

Über ein Jahr lang haben sich Vertreterinnen und Vertreter von Organisationen und Unternehmen der Region in verschiedenen Strategiegesprächen und Workshops intensiv damit beschäftigt, wie eine regionale Wasserstoffwirtschaft initiiert werden kann. In enger Zusammenarbeit mit den Ansprechpartnern des Projektkonsortiums, insbesondere dem HyStarter-Projektteam der Spilett n/t GmbH, wurde ein Konzept entwickelt, welches die Ausgangslage, den Handlungsdruck und die Gestaltungshöhe identifiziert sowie die Interessenslage und die Expertise der Akteure berücksichtigt. Der vorliegende Bericht skizziert dieses Konzept und beschreibt drei Hauptmerkmale:

#### **Das Zielsystem – die Vision 2030:**

Das Zielsystem beschreibt den Strategieansatz mit Blick auf das Jahr 2030, mit welchen Technologien grüner Wasserstoff in der Region hergestellt werden soll, welche Energieformen dazu zur Verfügung stehen und in welchen Anwendungsbereichen der regional produzierte Wasserstoff verwendet werden soll. In der Region Wismar wird für die Produktion stark auf die Wasserelektrolyse gesetzt. Dabei spielt der Verkauf der zusätzlich anfallenden Produkte, Sauerstoff und Wärme, wirtschaftlich eine bedeutende Rolle. Als größte Abnahmegruppen haben sich das Holzcluster, der Seehafen und der regionale ÖPNV-

Anbieter, die Nahbus GmbH herauskristallisiert. Aus dem Zielsystem, welches in Kap. 5 detaillierter beschrieben wird, wurden die Handlungsoptionen entwickelt.

#### **Das optimierte Technologiekonzept:**

Das Technologiekonzept beschreibt die auf einzelne Projektideen zugeschnittene Technik zur Wasserstoffherzeugung, zum Wasserstofftransport und den verschiedenen Anwendungsoptionen (siehe Kap. 7). Es werden konkrete Daten zu den Produktionsmengen, Größe und Kapazität der verwendeten Elektrolyseanlagen, der Trailergrößen und -mengen bzw. Pipelinekonfigurationen sowie der Verbrauchsmengen in Form von Energie- und Stoffstromillustrationen dargestellt. Dabei steht die technische Realisierbarkeit, die regionale Wertschöpfung und die Akzeptanz der Akteure im Fokus.

#### **Die Handlungsoptionen und deren Fahrplan:**

Die Handlungsoptionen, die im Kap. 7 aufgezeigt werden, sind in einem Maßnahmenkatalog zusammengefasst und stellen Projektideen dar, die die Akteure in der Region umsetzen möchten. Jede einzelne Idee wird durch die Beschreibung der Ausgangslage und der Motivation, den Zielen und Verantwortlichkeiten sowie einer Zeitschiene inhaltlich unterlegt. Anhand der Zeitschienen wurde der Maßnahmenkatalog zu einer Roadmap, in der die Projektideen chronologisch aufgelistet sind: Nach Ideen, die zeitnah nach Beendigung des HyStarter-Projektes in die konkrete Planung gehen können, in Projekte, die eine Vorlaufzeit zwischen drei und fünf Jahren benötigen und Ideen, die eine längere Zeit der Entwicklung brauchen. Die Arbeit an den Ideen hat ergeben, dass mit dem Energie-Hub im neuen Interkommunalen Gewerbegebiet Wismar/Hornstorf und der Elektrolyseanlage und der Wasserstoff-tankstelle im Holzcluster zwei Projektideen entstanden sind, die relativ zeitnah weiterentwickelt werden können.

Ergänzt wird das Konzept durch die Ergebnisse des H2Scout, einem Internet basierten Berechnungstool, das aus der regionalen Konfiguration eines Energiesystems und der Vorgaben und Annahmen des Akteurskreis ein kostenoptimiertes Infrastruktursystem für die Region bzw. einzelne Projektideen berechnet hat (s. Kap. 4.).

## Die Ergebnisse

Für ein Basisszenario 2030 wurden Annahmen getroffen und Parameter erstellt, die die Ideen und Vorstellungen des Akteurskreis für die Region Wismar und die Technologieverfügbarkeit sowie deren Kosten im Jahr 2030 widerspiegeln. Dabei wird davon ausgegangen, dass im Jahr 2030 eine regionale Wasserstoffwirtschaft erfolgreich initiiert wurde. Folgende Annahmen und Ergebnisse lassen sich zusammenfassen:

- 10 Prozent aller Pkw und Kleintransporte, 20 Prozent aller Lkw sowie 30 Prozent aller Busse im ÖPNV und Abfallsammelfahrzeuge werden mit Brennstoffzellen und Wasserstoff betrieben.
- Die Energienachfragen von 5 Prozent der Wohngebäude und 5 Prozent der Büroflächen werden mit Wasserstofftechnologien gedeckt.
- Der Methanolbedarf der Unternehmen im Holzcluster wird zu 100 Prozent mit regional hergestelltem Wasserstoff sichergestellt.

Zur Produktion des benötigten Wasserstoffs, rund 20.000 t pro Jahr werden folgende Kapazitäten erneuerbaren Stroms und regionale Ressourcen angenommen:

- Ausbaupotenzial WEA: 840 MW
- Ausbaupotenzial PV: 560 MW
- Klärschlämme: 1.412 t/a
- Kunststoffabfälle: 2.576 t/a
- Altreifen: 319 t/a

Neben der Wasserelektrolyse werden die Reststoffthermolyse, die Methanplasmalyse sowie die Methanreformierung als Wasserstoffproduktionspfade herangezogen. Weitere Annahmen sind:

- Keine Wasserstoffimporte
- Erdgasimporte: 31 MW
- Stromimporte: 200 MW
- CO<sub>2</sub>-Preis: 100 €/t CO<sub>2</sub>
- Transportkosten: 0,36 €/kg H<sub>2</sub> (Pipeline) bzw. 2,30 €/kg H<sub>2</sub> (Trailer + HRS)

Unter diesen Grundlagen wurden folgende Ergebnisse berechnet:

- Wasserstoffnachfrage: 28.597 t/a
- Autarkiegrad: 79,9 Prozent
- H<sub>2</sub>-Bereitstellungsotsen: 3,69 €/kg  
(inkl. Einkünfte durch den Verkauf der Nebenprodukte Abwärme und Sauerstoff und der H<sub>2</sub>-Logistik)
- Gewinn vor Steuern: 251.551 €/a
- Kapitalrendite: 1,5 Prozent
- Vermiedene CO<sub>2</sub>-Emissionen: 247.240 t/a
- CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten: 139,32 €/t
- Vermiedene externe Kosten: 50.968.087 €/a  
(Vermiedenen Schäden durch NO<sub>x</sub>- und CO<sub>2</sub>-Emissionen)
- Direkte regionale Wertschöpfung: 26.395.385 €/a  
(in der Region verbleibende Wertschöpfung aus dem Anlagenbetrieb)

Insgesamt ist eine komplette Deckung der angenommenen Wasserstoffbedarfe zu Gestehungskosten (ohne den Verkauf der Nebenprodukte) von 7,34 €/kg H<sub>2</sub> möglich. Dabei wird der Großteil des Wasserstoffs elektrolytisch produziert.





# DIE HYSTARTER-REGION WISMAR

6

Die Wasserstoff-Region Wismar setzt sich zusammen aus der Hansestadt Wismar, den Gemeinden Benz und Hornstorf sowie einem rund 20 km breiten Umlandstreifen, der

sich von Grevesmühlen im Westen, über Bad Kleinen im Süden und Neukloster im Osten zieht (siehe Abb. 1).



Abb.1: Die HyStarter-Region Wismar | Quelle: OpenStreetMap Deutschland 2022

Die Hansestadt Wismar liegt an der Ostseeküste Mecklenburg-Vorpommerns am südlichen Ende der Wismarer Bucht. Sie ist Kreisstadt des Landkreises Nordwestmecklenburg, mit fast 43.000 EinwohnerInnen die sechstgrößte Stadt und das größte Mittelzentrum des Landes Mecklenburg-Vorpommern. Mit dem im nördlichen Stadtgebiet Haffeld gelegenen Holzcluster verfügt die Region über eines der modernsten Holzverarbeitungszentren Europas. Daneben spielt der in unmittelbarer Nähe gelegene Seehafen Wismar eine bedeutende wirtschaftliche Rolle für die Stadt und die Region. Das regionale Umland ist landwirtschaftlich sowie touristisch geprägt und verfügt mit einer großen Anzahl an Windenergie- und Solarstrom-Freiflächenanlagen sowie Biogasanlagen über ein hohes Potential an erneuerbarer Energie. Mit der BAB 20 und der

BAB 14 sowie fünf Bundesstraßen, den Regionalbahnverbindungen Richtung Berlin, Rostock und Schwerin ist die Region verkehrstechnisch gut angeschlossen.

Bereits Anfang 2020 trafen sich Wasserstoff affine Akteure der lokalen Politik und Verwaltung, der regionalen Industrie und des Gewerbes, der Hochschule Wismar sowie der regionalen Verkehrs- und Energiedienstleister mit dem Ziel, Informationen zum Thema Wasserstoff zu generieren. Die Auswirkungen der Corona-Pandemie erschwerten die geplanten Folgetreffen. Mit der erfolgreichen Bewerbung als HyStarter-Region im HyLand-Programm versprach sich der Initiator des Projektes, die Stadtwerke Wismar, die Wiederaufnahme der Gespräche und die Bildung eines verbindlichen Akteurskreis zur



Abb.2: einige Akteure der HyStarter-Region Wismar, © M. Hellwig

Erarbeitung eines Strategiepapiers zur Initiierung einer regionalen Wasserstoffwirtschaft. Folgende Unternehmen und Organisationen bildeten den Kern des Akteurskreis der Wasserstoffregion Wismar, der im Laufe des Projektes durch die Ihlenberger Abfallentsorgungsgesellschaft mbH ergänzt wurde:

- Stadtwerke Wismar GmbH (als Initiator des Projektes und „Kümmerer vor Ort“)
- Hansestadt Wismar
- Gemeinde Benz
- Gemeinde Hornstorf
- Strom- und Gasnetz Wismar GmbH
- Seehafen Wismar GmbH
- Ilim Nordic Timber GmbH
- Wismar Pellets GmbH
- Egger Holzwerkstoffe GmbH
- AG – Ihlenberger Abfallentsorgungsgesellschaft mbH
- UKA Nord Projektentwicklung GmbH
- Enertrag SE
- WindEnergy Network e. V.
- Nahbus Nordwestmecklenburg GmbH
- HY.AIR Energy GmbH
- Hochschule Wismar

Neben übergeordneten Zielen wie das Vorantreiben der Energiewende und die Erreichung der Klimaschutzziele motiviert die Akteure die Erarbeitung von konkreten Umsetzungskonzepte in ihrer Region. Folgende Projektideen bilden einen Auszug aus den Handlungsfeldern:

- Konzept für eine Elektrolyseanlage und einer Wasserstofftankstelle auf dem Gebiet des Seehafens bzw. des Holzclusters
- Konzept für die Versorgung der Brennstoffzellen betriebenen Flurförderzeuge der Unternehmen im Holzcluster
- Konzept zur Methanolherstellung aus grünem, regionalem Wasserstoff für die Verwendung im Holzcluster
- Konzept für eine Wasserstofftankstelle auf dem neuen Betriebshof der Nahbus GmbH im Interkommunalen Gewerbegebiet Hornstorf/Wismar und am Autobahnkreuz Wismar
- Konzept für eine Elektrolyseanlage im Klärwerk (oder in dessen räumlicher Nähe) zur Verwendung der Abwärme und des Sauerstoffs
- Konzept für einen H2-Hub der Ihlenberger Abfallentsorgungsgesellschaft mbH (IAG) an der Deponie in Selmsdorf, inkl. der Verwendung des Wasserstoffes in Deponienähe

# H<sub>2</sub>-POTENZIALE DER REGION WISMAR

## Szenarienmodellierung

Begleitend zu den Strategiedialogen in HyStarter wurden unterschiedliche Methoden und Tools genutzt, um Diskussionen anzuregen und die Entscheidungsfindung zu unterstützen. Eines dieser Tools war der Online-Szenarienrechner „H2Scout“, mit dem die Akteure vor Ort alternative Szenarien einer regionalen Wasserstoffwirtschaft konfigurieren, berechnen und miteinander vergleichen 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 Wertschöpfungspotentialen, 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 Ausbaupotentiale für erneuerbare Energien im Jahr 2030:** Die verwendeten Daten basieren hauptsächlich auf Angaben aus der Region und beziehen sich auf konkrete Erzeugungsstandorte. Das PV-Potenzial basiert auf Daten aus dem Energiekonzept Westmecklenburg.
- **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 wurden aus der Region gemeldet und stammen aus dem Integrierten Klimaschutzkonzept.
- **Sektorale Nachfrage Wärme:** Die Daten wurden durch die EE ENERGY ENGINEERS für die Regionen entsprechend folgender Quelle ermittelt: [www.hotmaps.eu/map](http://www.hotmaps.eu/map).
- **Gesamtnachfrage Verkehr:** Eine Abschätzung wurde durch die EE ENERGY ENGINEERS auf Basis der Mobilitätsstatistiken des Kraftfahrtbundesamts (KBA) vorgenommen.
- **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 Kraftfahrtbundesamts 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 JERICHO-E-usage ([jericho-energy.de](http://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).
- Die Daten zu den Industriellen Einzelabnehmern stammen von den Akteuren aus der Region.



## Annahmen zur Regionalen H<sub>2</sub>-Nachfrage (inkl. Nachfragezeitreihen)

	Energienachfrage	Deckungsanteil H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> -Nachfrage	Mehrzahlungsbereitschaft
<b>Verkehrssektor</b>	624 GWh/Jahr	Pkw und Kleintransporter (je 10%) Lkw (20%) Abfallsammelfahrzeuge und Busse im ÖPNV (je 30%)	<b>1.471 t/Jahr</b>	Keine Mehrzahlungsbereitschaft (Dieselpreis: 1,80 €/l ohne CO <sub>2</sub> -Preis)
<b>Wärmesektor</b>	370 GWh/Jahr	Wohngebäude (5%) Bürogebäude (5%) Prozesswärme (100%)	<b>7.125 t/Jahr</b>	Keine Mehrzahlungsbereitschaft (Erdgaspreis: 80 €/MWh ohne CO <sub>2</sub> -Preis)
<b>Industrienachfrage H<sub>2</sub> (Methanolproduktion Holzcluster)</b>		100%	<b>20.000 t/Jahr</b>	Mehrzahlungsbereitschaft (Grauer Wasserstoff: 2,50 €/kg H <sub>2</sub> )

## Annahmen zur Energie- und H<sub>2</sub>-Bereitstellung

Verfügbare EE-Kapazitäten	Weitere regionale Ressourcen	H <sub>2</sub> -Produktionspfade
 Ausbaupotential: 840 MW	 Klärschlämme: 1.41 t/a Kunststoffabfälle (PE/PP): 2.576 t/a Altreifen: 319 t/a	<input checked="" type="checkbox"/> Wasserelektrolyse <input checked="" type="checkbox"/> Reststoffthermolyse <input checked="" type="checkbox"/> Methanplasmalyse <input checked="" type="checkbox"/> Dampfgasreformierung
 Ausbaupotential: 560 MW	 Wasser: unbegrenzt verfügbar	

### Weitere Annahmen

H<sub>2</sub>-Importe: nicht zugelassen • Strom- oder Erdgasimporte: < 200 MW (Strom), < 31 MW (Erdgas)  
Transport- und Handlingkosten H<sub>2</sub>: 0,36 €/kg H<sub>2</sub> (Pipeline) | 2,30 €/kg (Trailer, H<sub>2</sub>-Tankstelle)  
Strom- H<sub>2</sub>-Exporte: < 200 MW, < 2,25 t/h • CO<sub>2</sub>-Preis: 100 €/t CO<sub>2</sub>

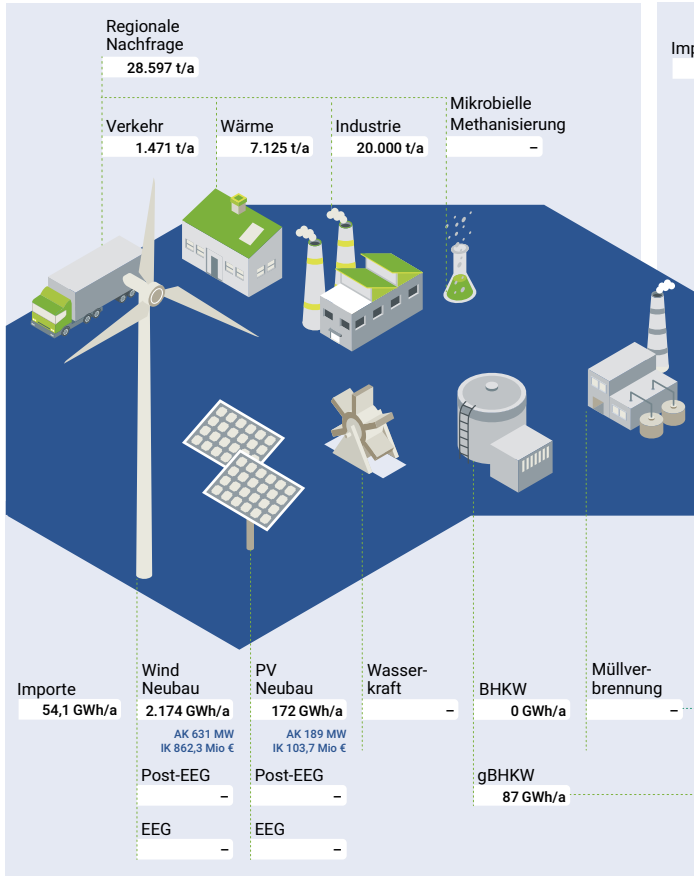
## Alternativszenarien (Trend 2030)

### Vom Basisszenario abweichende Annahmen

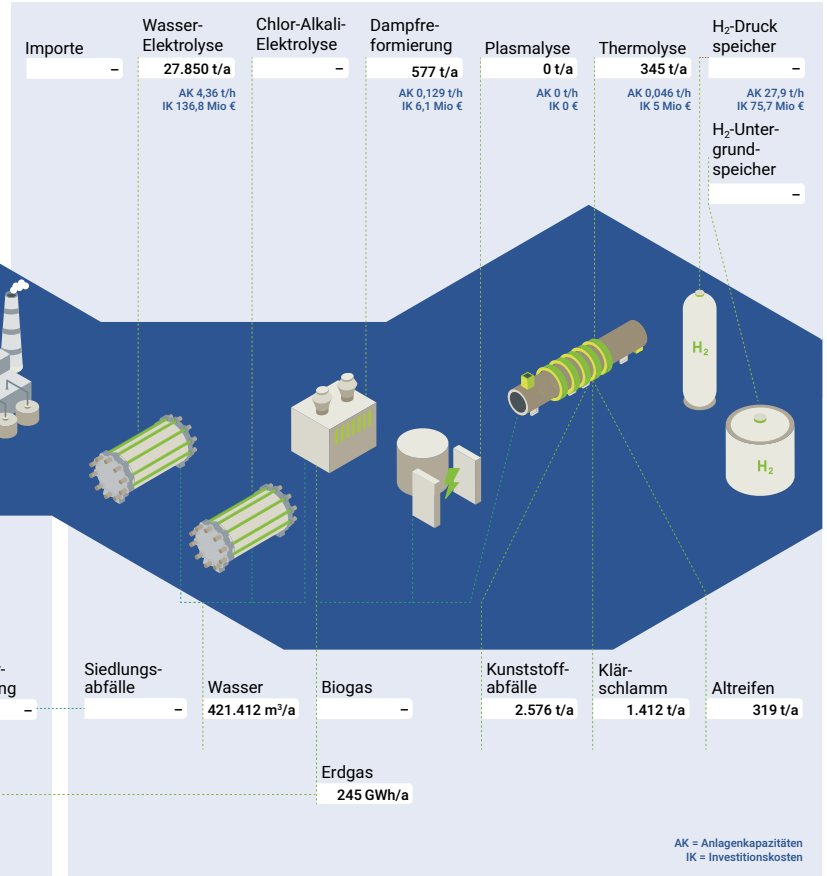
Szenario „nur H <sub>2</sub> -Nachfrage für Methanolproduktion“	Szenario „ohne Methanolproduktion“	Szenario „EE-Investorenmodell“	Szenario „Autarke H <sub>2</sub> -Wirtschaft“
Dieses Alternativszenario entspricht dem Basisszenario mit der abweichenden Annahme, dass die Wasserstoffnachfrage ausschließlich der regionalen Methanolproduktion bedient wird. Die Wasserstoffproduktion erfolgt zu 100% elektrolytisch unter Verwendung von Strom aus neugebauten EE-Anlagen (Wind, PV). Zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit wird angenommen, dass Einnahmen aus Stromverkäufen möglich sind.	Dieses Alternativszenario entspricht dem Basisszenario mit der abweichenden Annahme, dass keine Methanolproduktion vor Ort stattfindet und demnach keine stoffliche Nachfrage nach Wasserstoff existiert.	Dieses Alternativszenario entspricht dem Basisszenario mit der abweichenden Annahme, dass sich die EE-Anlagen in „fremder Hand“ befinden und keine Nebeneinkünfte generiert werden können. Der Strom aus Neubauanlagen steht zu Gestehungskosten bereit.	Dieses Alternativszenario entspricht dem Basisszenario mit der abweichenden Annahme, dass keine Energieimporte (Strom, Erdgas) zugelassen und mehr erneuerbare Energien (Wind, PV) in der Region verfügbar sind.

## Jahresbilanzen des Basisszenarios Investitionskosten gesamt: 1,19 Mrd. €

### Regionale Wasserstoffnutzung



### Wasserstoffproduktion und -herkunft



### Energieeinsatz (elektrisch)

### Ressourceneinsatz

### Energieexporte und Nebenprodukte

Strom	Wärme	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> (Exporte)	H <sub>2</sub> (Gasnetz)	CH <sub>4, bio</sub>	CO <sub>2</sub>	C <sub>fix</sub>
1.058 GWh/a	77,8 GWh/a	0 t/a	-	-	-	111.103 t/a	0 t/a

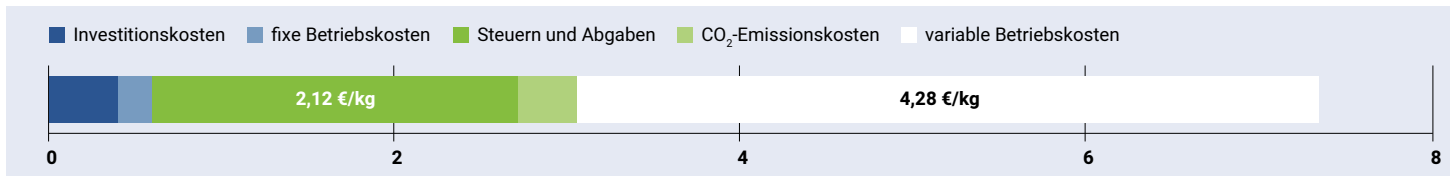
Spezifischer Emissionsfaktor H <sub>2</sub>	Regionale H <sub>2</sub> -Produktion
3,49 kg CO <sub>2</sub> / kg H <sub>2</sub>	28.772 t/a

(1) Netzstrombezug wird als Stromimporte gewertet, auch wenn der Strom bilanziell aus regionalen EE-Anlagen stammen könnte. (2) Negative Bereitstellungskosten deuten darauf hin, dass auch bei Abgabe von Wasserstoff zu 0 €/kg ein Gewinn erwirtschaftet wird (aus den Erlösen von Strom und Nebenprodukten) (3) Abweichungen in der Zahlungsbereitschaft entstehen aufgrund unterschiedlicher Märkte bzw. abweichenden Mengen exportiertem "Überschusswasserstoffs" (4) Infolge negativer Bereitstellungskosten sind auch die CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten negativ. (5) Ausschließliche Verwendung von EE-Neubauanlagen (6) Dieses Szenario erfordert einen Neubau von Windenergieanlagen von 791 MW und PV-Anlagen von 291 MW

## Basis- und Alternativszenarien im Vergleich Ergebnisse

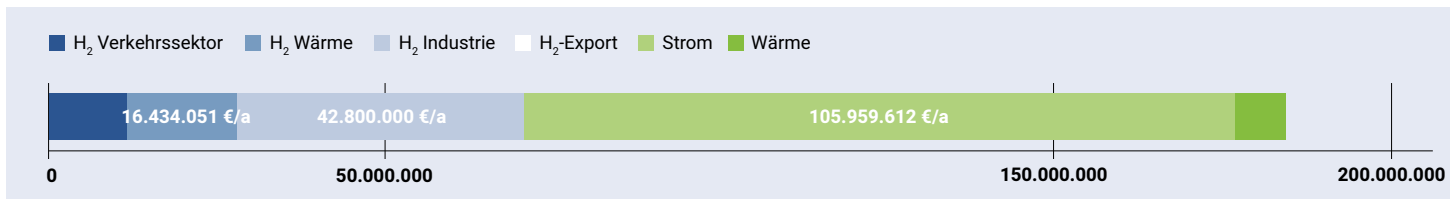
Szenario	H <sub>2</sub> -Nachfrage	Autarkiegrad <sup>1</sup>	H <sub>2</sub> -Bereitstellungskosten	Zahlungsbereitschaft H <sub>2</sub> <sup>3</sup>	Gewinn vor Steuern
<b>Basisszenario</b>	<b>28.597 t/a</b>	<b>79,9 %</b>	<b>3,69 €/kg</b>	<b>3,69 €/kg</b>	<b>0,25 Mio €/a</b>
Nur Methanolproduktion	20.000 t/a	76,5 %	2,94 €/kg	3,56 €/kg	16,84 Mio €/a
Ohne Methanolproduktion	8.597 t/a	45,8 %	-0,33 €/kg <sup>2</sup>	4,23 €/kg	39,19 Mio €/a
EE-Investorenmodell	28.597 t/a	72,6 %	6,08 €/kg	3,69 €/kg	-68,18 Mio €/a
Autarke H <sub>2</sub> -Wirtschaft	28.597 t/a	100 % <sup>6</sup>	3,95 €/kg	3,69 €/kg	-7,39 Mio €/a

### Zusammensetzung der regionalen H<sub>2</sub>-Gestehungskosten<sup>1</sup> Summe: 7,34 €/kg



<sup>1</sup> Die H<sub>2</sub>-Gestehungskosten beziehen sich ausschließlich auf die H<sub>2</sub>-Produktionsanlagen. Stromkosten werden als variable Betriebskosten berücksichtigt

### Zusammensetzung der Umsätze Summe: 219.086.506 €/a



### Leistungskennzahlen des Systems (KPI)

<b>28.597 t/a</b> H <sub>2</sub> -Nachfrage ergibt sich aus den definierten H <sub>2</sub> -Bedarfen der Region	<b>3,69 €/kg</b> H <sub>2</sub> -Bereitstellungskosten Break-Even-Preis, der im Mittel vom Kunden gezahlt werden muss, um einen Gewinn zu erzielen	<b>251.551 €/a</b> Gewinn vor Steuern Maximaler Gewinn vor Steuern im Fall, dass die durchschnittliche Zahlungsbereitschaft als Preis realisiert wird	<b>247.240 t/a</b> Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen Vermiedene Gesamtemissionen zuzüglich der bei der Wasserstoffproduktion entstehenden CO <sub>2</sub> -Emissionen	<b>50.968.087 €/a</b> Vermiedene externe Kosten Vermiedene gesellschaftliche Kosten des Klimawandels und der Stickoxidemissionen des Verkehrssektors
<b>79,9%</b> Autarkiegrad Regionaler Anteil der zur Wasserstoffproduktion verwendeten Primärenergie	<b>3,69 €/kg</b> Zahlungsbereitschaft H <sub>2</sub> Durchschnittliche Zahlungsbereitschaft über alle Nachfragesektoren	<b>1,5%</b> Kapitalrendite bei einer angenommenen Systemlaufzeit von 20 Jahren.	<b>139,32 €/t</b> CO <sub>2</sub> -Vermeidungskosten Die CO <sub>2</sub> -Vermeidungskosten enthalten als Differenz zwischen Bereitstellungskosten und Zahlungsbereitschaft den definierten CO <sub>2</sub> -Preis.	<b>26.395.385 €/a</b> Direkte regionale Wertschöpfung Anteil der in der Region verbleibenden Wertschöpfung aus dem Betrieb der Anlagen (Näherungswert aufgrund unvollständiger Datenbasis)

### Fazit

Die Wirtschaftlichkeit des Basisszenarios resultiert aus den hohen Einnahmen durch den Vertrieb von Strom aus den eigenen EE-Anlagen und der Abwärme der H<sub>2</sub>-Produktion. Das EE-Investorenmodell zeigt deutlich den Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit bei Fremdstrombezug über das Netz. Das Autarkieszenario erfordert einen höheren Ausbau der erneuerbaren Energien, der Elektrolysekapazitäten und der H<sub>2</sub>-Speicher, um in jeder Stunde des Jahres die H<sub>2</sub>-Nachfrage zu decken. Die Bereitstellungskosten sind nur geringfügig höher als die gemittelte Zahlungsbereitschaft, was sich durch einfache Maßnahmen, z.B. einem verstärkten Ausbau der H<sub>2</sub>-Nachfrage im Verkehrsbereich kompensieren ließe.

	Kapitalrendite	Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen	CO <sub>2</sub> -Vermeidungskosten	Vermiedene externe Kosten	Direkte regionale Wertschöpfung
<b>Basisszenario</b>	<b>1,5%</b>	<b>247.240 t/a</b>	<b>139,32 €/t</b>	<b>50,97 Mio €/a</b>	<b>26,40 Mio €/a</b>
Nur Methanolproduktion	2,5%	206.351 t/a	77,89 €/t	42,30 Mio €/a	42,40 Mio €/a
Ohne Methanolproduktion	9,6%	14.410 t/a	< 0 €/t <sup>4</sup>	3,24 Mio €/a	52,46 Mio €/a
EE-Investorenmodell	-15,7%	206.671 t/a	497,80 €/t	42,65 Mio €/a	17,44 Mio €/a
Autarke H <sub>2</sub> -Wirtschaft	-0,7%	325.096 t/a <sup>5</sup>	129,45 €/t	66,93 Mio €/a	34,64 Mio €/a

Die HyStarter-Region Wismar bietet als Küstenregion mit Seehafen und Holzcluster gute bis sehr gute Bedingungen für den energetischen und stofflichen Einsatz von grünem Wasserstoff und grünem Methanol für die Substitution fossiler Brennstoffe und Energieträger. Windenergie- und Freiflächensolarstromanlagen zur Produktion von erneuerbarem Strom prägen punktuell das Umland der Hansestadt Wismar, Hersteller von Elektrolyseanlagen haben einen Standort in der Region und potenzielle Anwendungen in den Sektoren Mobilität, Wärme und Industrie bekunden großes Interesse, ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren. Ein modernes und gut ausgebautes Erdgasnetz können den Transport und die Speicherung von Wasserstoff gewährleisten. Aufgrund der hohen Anteile regenerativen Stroms im Elektrizitätsnetz ist auch dieses gut ausgebaut, liefert dennoch in Schwachlastzeiten regelmäßig Einsatzsituationen für eine Sektorenkopplung über Wasserstoff.

Durch die sehr hohen Generatorleistungen der regionalen EE-Anlagen liegt der Fokus der Region bei der Wasserstoffproduktion auf der Technologie der Elektrolyse. Anlagen dieser Technik bieten nach dem Basisszenario für die Region (siehe Kap. 4) rund 95% der in der Region benötigten Wasserstoffmengen. Diese Herstellungsart hat den Vorteil, dass 100% grüner Wasserstoff produziert wird, der komplett in die Klimabilanz der Region einfließen kann.

Alternative Technologien zur Wasserstoffherstellung spielen in der Region nur eine eher untergeordnete Rolle. Wasserstoff, hergestellt nach der klassischen Methode der Dampfreformierung, hier aus Biogas, gilt ebenfalls als „grün“ und kann entsprechend verwendet werden; Wasserstoff aus Kunststoffen und Klärschlamm mittels pyrolytischer bzw. thermolytischer Produktion muss als „blauer“ Wasserstoff berechnet werden.

Die größte Bedeutung gewinnt der grüne Wasserstoff als Substitutionsenergie im Industriesektor der Region, der ausschließlich von den Energie- und Kraftstoffbedarfen der Unternehmen des Holzclusters dargestellt wird. Nach dem in Kapitel 4 beschriebenen Basisszenario werden etwa 71% des produzierten Wasserstoffs in den Anwendungen des Holzclusters verwendet. Hauptanwendung und bedeutender Austauschfaktor ist die Verwendung von Methanol aus grünem Wasserstoff zur Leimherstellung. Die für das Jahr 2030 angenommenen Bedarfe von 100.000 Tonnen Methanol pro Jahr, die zurzeit mit Schiffen mehrfach im Jahr über den Seehafen Wismar importiert werden (mit entsprechenden CO<sub>2</sub>-Emissionen durch den Transport über den Seeweg), können nach den Ergebnissen des H2Scout komplett im Holzcluster produziert werden.

Für eine möglichst kosteneffektive Produktion von grünem Methanol wird die entsprechende Elektrolyseanlage in räumlicher Nähe auf dem Gelände des Holzclusters installiert. Der grüne Wasserstoff wird mittels Pipeline in die Methanisierungsanlage geführt, der für die Elektrolyse benötigte Strom über eine Direktleitung von angrenzenden EE-Anlagen. Der Prozess wird weiter optimiert, indem die Abwärme der Elektrolyseanlage den Unternehmen zur Verfügung gestellt und verkauft wird, die eine Trocknung in ihren Produktionsprozessen integriert haben.

Mit der Intralogistik und dem Transferverkehr zwischen Seehafen und Holzcluster eröffnet sich ein weiterer Sektor zur Nutzung von grünem Wasserstoff aus der Region. Der Dieserverbrauch aller Flurförderzeuge (Gabelstapler unterschiedlicher Größe und „Gewichtsklassen“, Radlader und Bagger) von 1,8 Mio. Liter pro Jahr bildet ein enormes CO<sub>2</sub>-Einsparpotential. Da in diesem Fahrzeugbereich entsprechende Brennstoffzellen betriebene Modelle



verfügbar sind, stellt die Umstellung vom Stapler mit Verbrennungsantrieb auf Stapler mit BZ-Antrieb keine besondere Herausforderung dar. Zudem die BZ-Fahrzeuge gegenüber den rein batterieelektrischen Flurförderzeugen einen betriebsrelevanten Vorteil besitzen: Die Äquivalenz der Betankung von Brennstoffzellen-Fahrzeugen zu Fahrzeugen mit Verbrennungsantrieb. Während reine

Elektro-Gabelstapler oder -Radlader teilweise über Stunden aufgeladen werden müssen (und damit im Fuhrpark durch zusätzliche Fahrzeuge ersetzt werden müssen), benötigen Fahrzeuge mit einem BZ-Antrieb eine ähnliche Betankungszeit wie Verbrenner. Der im Holzcluster übliche 24/7-Betrieb kann also ohne Einbußen der Fahrzeugverfügbarkeit gewährleistet werden.

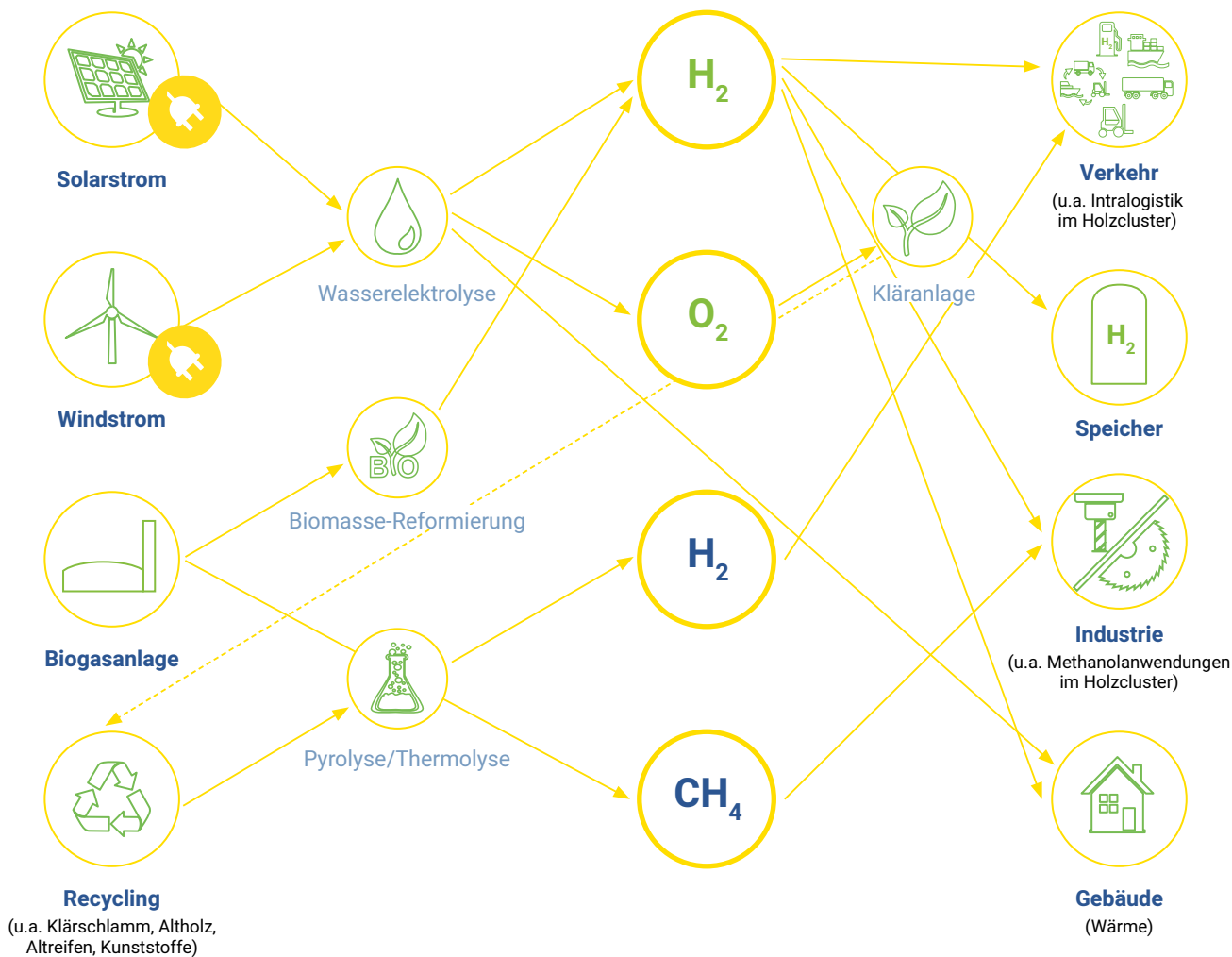


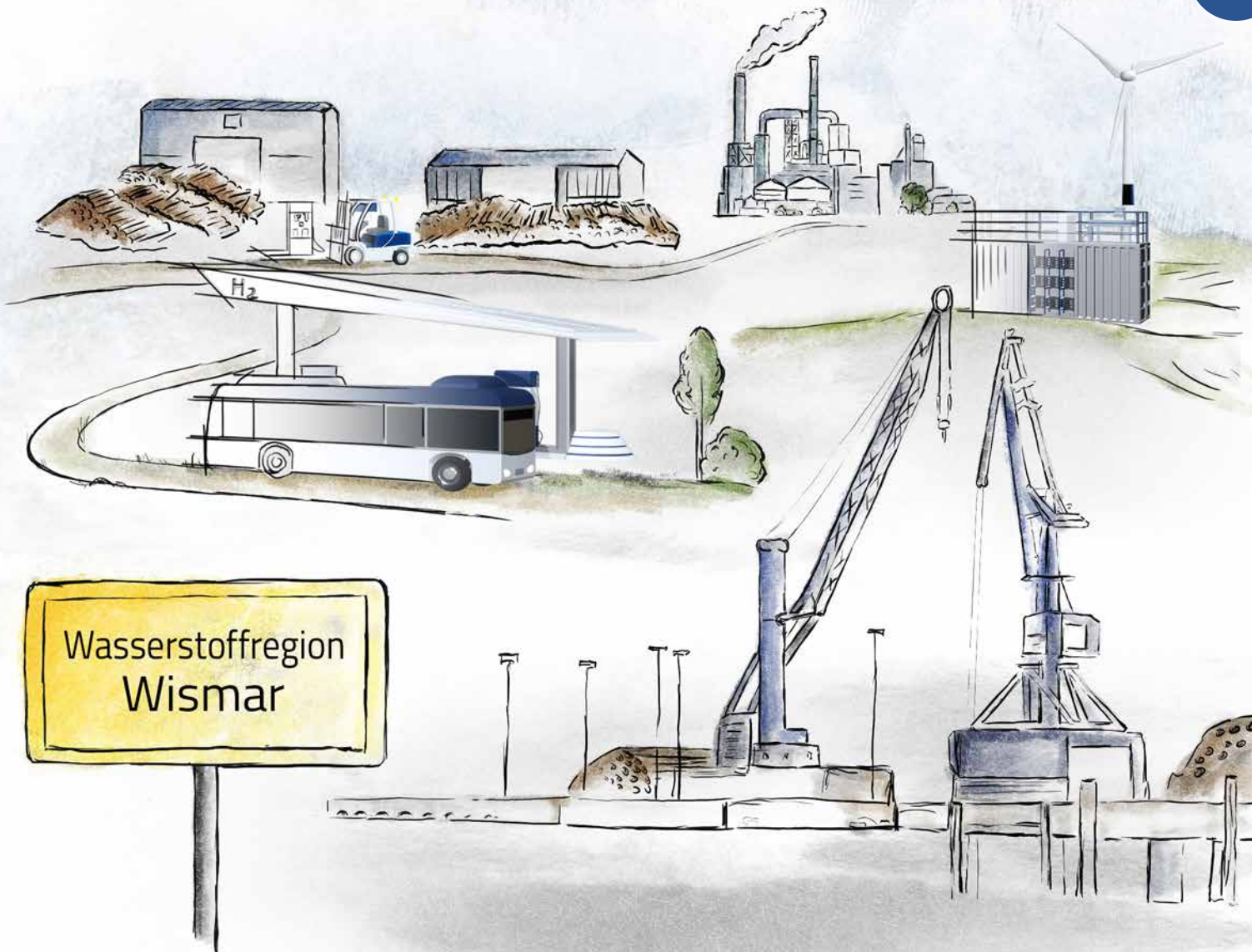


Abb. 3: Die Vision 2030 – Optionen der Wasserstoffproduktion und der Wasserstoffanwendungen in der Region Wismar

Auch der öffentliche Personennahverkehr wird im Zieljahr 2030 eine bedeutende Rolle beim Erreichen der kommunalen Klimaschutzziele spielen. Das regionale Verkehrsunternehmen plant auf seinem neuen Betriebshof im Interkommunalen Gewerbegebiet Wismar/Hornstorf eine modular konzipierte Tankstelle, an der neben den bisher üblichen flüssigen und gasförmigen fossilen Kraftstoffen auch Wasserstoff und Strom aus der Region getankt bzw. geladen werden können. Die Marktverfügbarkeit von Brennstoffzellenbussen ist ebenfalls gegeben, so dass auch in diesem Bereich der regionalen Mobilität keine Lieferschwierigkeiten zu erwarten sind.

Zwei Anwendungsoptionen für grünen Wasserstoff im Gebäudesektor sind bei der Bearbeitung dieses Konzeptes nur nachrangig bearbeitet worden, sollen aber trotzdem in diesem Bericht erwähnt werden, da sich deren Bedeutung für die Dekarbonisierung und der Optimierung der Wärmeversorgung vielleicht erst in den nächsten Jahren ergeben wird.

Bei der zukünftig verbindlichen Wärmeleitplanung wird der Umstieg von fossilen auf erneuerbaren Energien eine bedeutende Rolle spielen: Bei der Beschaffung entsprechender Energiemengen zur Wärmebereitstellung und der Planung von zum Beispiel Erdgasnetzen zum



Transport und zur Verteilung derselben. Insbesondere die Substitution von Erdgas mittels Wasserstoffs zur Wärmeerzeugung wird nicht nur für die Region Wismar eine nicht unerhebliche Form der Unabhängigkeit bedeuten. Diese Notwendigkeit der zumindest teilweisen Autarkie bei der Energiebeschaffung wird für die meisten Akteure in der Wasserstoff-Region Wismar immer wichtiger.

Eine fast perfekte Symbiose der Optimierung bildet eine Elektrolyseanlage in räumlicher Nähe zu einem Klärwerk und zu einem innerstädtischen Nahwärmequartier. Die Kombination, die in der Region Wismar über eine

Projektidee dargestellt wird, kann zukunftsweisend für die Wirtschaftlichkeit von Wasserstoffprojekten sein. Neben dem Verkauf des Wasserstoffs werden auch die Nebenprodukte der Elektrolyse, also der Sauerstoff und die Abwärme, geeigneten Nutzern gegen Entgelt zur Verfügung gestellt. Die Kläranlage wird den Sauerstoff nutzen, ihre Klärprozesse zu beschleunigen und durch das Einsparen einer externen Sauerstoffzufuhr seinen Energieeinsatz zu reduzieren. Das Nahwärmequartier kann die Abwärme mit einer Temperatur zwischen 40° und 60° Celsius nutzen und so ebenfalls zur Reduktion des Energieeinsatzes zur Wärmebereitstellung dienen.



# HANDLUNGSFELDER UND UMSETZUNGSSTRATEGIEN

## Technologiekonzept

Das Technologiekonzept bezieht sich bei der Gestaltung auf die vom Akteurskreis erarbeitete Projektideen und ist separat zur Analyse des H2Scout zu betrachten. Unterschiede in den Daten und Ergebnissen erklären sich dadurch, dass die Technologiekonzepte auf einzelne Projekte fokussieren, wohingegen sich der H2Scout auf die gesamte Region bezieht und die Wärme- sowie Mobilitätsbedarfe integriert. Vorhandene sowie noch benötigte Unternehmen für die technologische Umsetzung werden in den jeweiligen Handlungsfeldern und Umsetzungsstrategien aufgeführt.

Das Technologiekonzept wurde sowohl von der Wasserstoffherstellungsseite als auch der Wasserstoffanwendungsseite aus erarbeitet. Letzteres umfasst u. a. die Brennstoffzellen-Mobilität (insb. für die Intralogistik im Seehafen und im Holzcluster), die Erzeugung von Methanol für das Holzcluster, Wasserstofftankstellen und die Einbindung einer Kläranlage. Anhand der ermittelten Gesamtbedarfe und dem Erzeugungspotential aus erneuerbaren Energien wurden mögliche Überschüsse berechnet sowie geeignete Transportwege eruiert. In der HyStarter-Region Wismar sind drei Projektideen von besonderem

### Netzeinspeisung

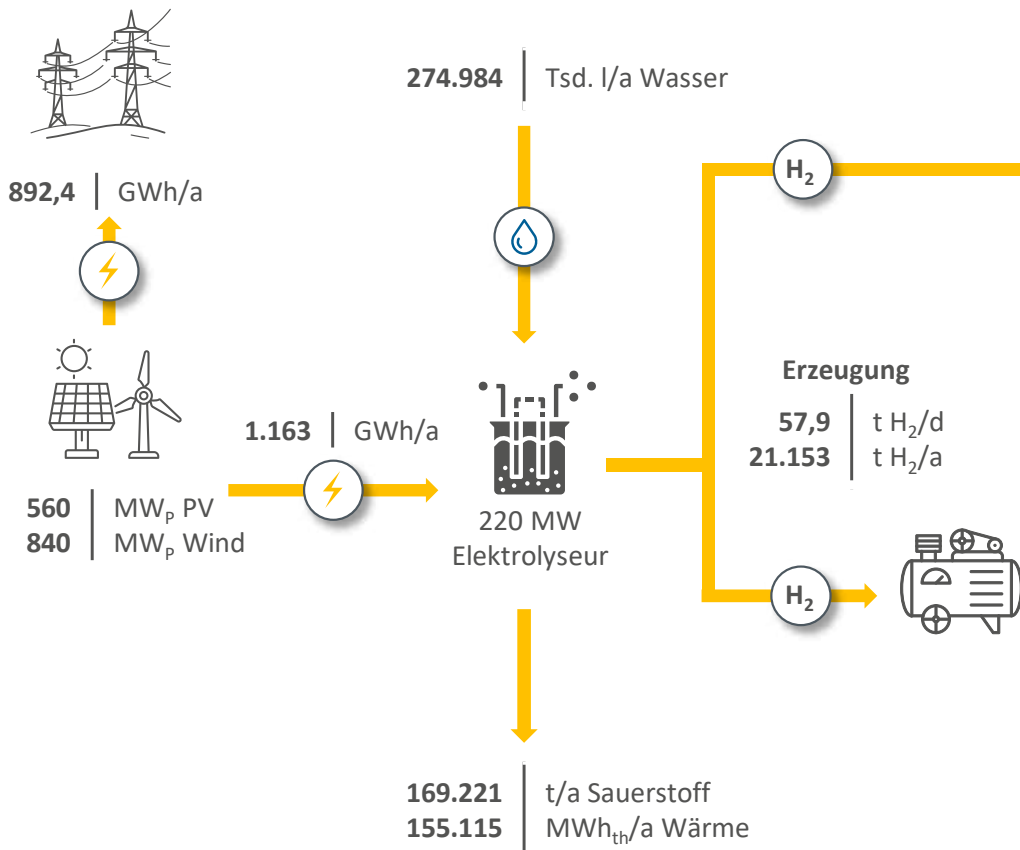


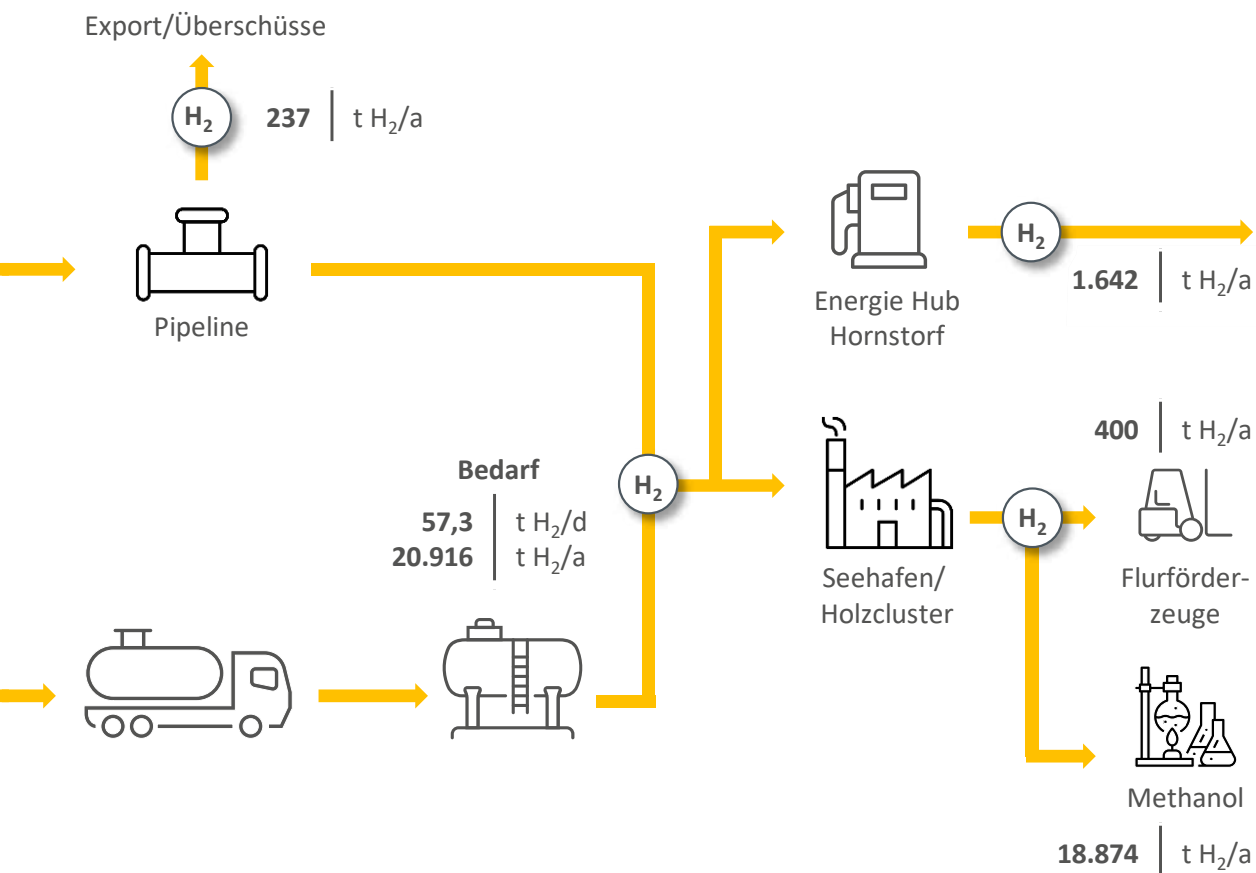
Abb. 4: Technologiekonzept der HyStarter-Region Wismar



# H<sub>2</sub>

Interesse. Der „Energie-Hub im Interkommunalen Gewerbegebiet Wismar/Hornstorf“, das Projekt „Seehafen/Holzcluster“ sowie das autarke Projekt „H<sub>2</sub>-Hub Deponie Ihlenberg“.

Die einzelnen Projektideen entlang der Wasserstoffwertschöpfungskette, die Bedarfe sowie die jeweiligen Technologien sind im Technologiekonzept für die Region Wismar in der Abbildung 3 dargestellt. Im Folgenden werden die einzelnen Schritte der Wertschöpfungskette chronologisch von der Erzeugung über die Verteilung bis zum Verbrauch behandelt.



## Wasserstoffherzeugung

In der HyStarter-Region Wismar kann grüner Wasserstoff regional produziert werden. Insgesamt weist die Region einen Bedarf an Wasserstoff von 20.916 t im Jahr auf. Dem gegenüber steht ein Erzeugungspotential von 560 MWP-Photovoltaik und 840 MWP an Windenergie zur Verfügung. Mit einer optimal ausgelegten Elektrolyseleistung von 450 MW könnten somit 30.675 t Wasserstoff pro Jahr erzeugt werden. Im weiteren Vorgehen wird die Elektrolyseanlage auf den regionalen H<sub>2</sub>-Bedarf ausgelegt, sodass die Elektrolyseleistung 220 MW beträgt und 21.153 t H<sub>2</sub> im Jahr produziert werden können.

Wenn der Strom für den Elektrolyseur aus fluktuierenden erneuerbaren Energien produziert wird, insb. mittels Windenergie- und PV-Anlagen, sollte die Elektrolyseanlage auf ein Drittel der installierten Stromerzeugungsleistung ausgelegt werden, um eine Grundauslastung sicher zu stellen. Aufgrund des ausreichenden Erzeugungangebotes und der Verstetigung des Erzeugungsprofils durch die Kombination von Windenergie und Solarstrom können die Volllaststunden der Elektrolyseanlage erhöht werden, weshalb von der oben genannten Auslegung abgewichen werden kann. Grundsätzlich eignen sich, aufgrund ihrer Skalierbarkeit und Flexibilität, Polymer-Elektrolyt-Membran (PEM) sowie alkalische Elektrolyseure (AEL) für die Wasserstoffproduktion aus fluktuierenden Energieträgern.

Neben dem produzierten Wasserstoff wird bei der Elektrolyse zusätzlich Sauerstoff und Abwärme generiert. Das Temperaturniveau der Abwärme liegt zwischen 55° und 60° Celsius und kann als Grundlastabdeckung für verschiedene Anwendungen in unmittelbarer Umgebung der Elektrolyseanlage genutzt werden. Der Sauerstoff und die Abwärme können sich positiv auf den Energieverbrauch in den Belebungsbecken der örtlichen Kläranlage auswirken. Bei der oben genannten Wasserstoffmenge stünden täglich 470.000 t Sauerstoff mit einer Reinheit von über 95 % zur Verfügung. Neben der Verwendung in der Kläranlage kann der Sauerstoff auch zu medizinischen Zwecken genutzt werden.

Zur Wasserstoffproduktion mittels Elektrolyse wird deionisiertes, vollentsalztes Wasser benötigt. Entsprechende

Entsorgungsanlagen werden bei der Planung eines Elektrolyseurs berücksichtigt. Der Wasserbedarf stellt keinen limitierenden Faktor dar und es wird von einem angemessenem Wasserangebot ausgegangen.

Elektrolyseanlagen mit einer Leistung zwischen 250 kW und 10 MW werden in der Praxis in 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, Stromnetz- und Wasseranschluss sowie die benötigte Peripherie.<sup>1</sup> Zusätzlich müssen regulatorische Rahmenbedingungen sowie die Netzentgelte 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<sup>2</sup>. Die entsprechenden Entsorgungsanlagen werden bei der Planung eines Elektrolyseurs mitberücksichtigt und sind in den Containerbauweisen bereits integriert. In Abhängigkeit von der Auslastung des Stromnetzanschlusspunktes 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 eine Reinheit von 99,999 % (5.0) erforderlich. Um diese Qualität zu erreichen, wird zusätzlich eine Trocknungsanlage benötigt. Hier wird der verbleibenden Wasserdampfanteil im Wasserstoff entfernt. In der Regel wird diese der Elektrolyseanlage nachgeschaltet. Sofern der Wasserstoff in Bündelflaschen abgefüllt werden soll, bedarf es ebenfalls einer Trocknungsanlage, da die Druckbehälter möglichst keiner Korrosion ausgesetzt werden sollten.

<sup>1</sup> wie Kompressoren, Trocknungsanlagen, etc.

<sup>2</sup> Trinkwasserverordnung 2020 (TrinkwV 2020) nach EU-Richtlinie 2020/2184-EU

## Wasserstofftransport

Zur Betrachtung des Wasserstofftransports und der Verteilung in der Region Wismar werden die Projektideen „Seehafen/Holzcluster“, „Energie-Hub Interkommunales Gewerbegebiet Wismar/Hornstorf“ und „Deponie Ihlenberg“ separat betrachtet.

### Projektidee Seehafen / Holzcluster

Im Holzcluster Wismar wird eine Elektrolyseanlage und eine Anlage zur Methanolherstellung errichtet, um den Bedarf an Methanol für die Leimherstellung und den Wasserstoffbedarf für die BZ-Flurförderzeuge sowie den Transitverkehr von Lkws zwischen dem Holzcluster und dem Seehafen zu decken. Hierfür wurde ein Gesamtbedarf von 19.274 t H<sub>2</sub> pro Jahr ermittelt, welcher sich mit 400 t auf Flurförderfahrzeuge, inkl. Radlader und Bagger sowie mit 18.874 t auf die Methanol-Produktion aufteilt. Bei diesem enormen Wasserstoffbedarf von 52,8 t pro Tag sollte die Anwendung direkt neben der Wasserstoffproduktion liegen bzw. eine kurze Pipeline für den Wasserstofftransport errichtet werden. Bei der Umsetzungsdauer einer neu zu errichtenden Pipeline entfällt der größte Zeitaufwand auf die verschiedenen Genehmigungsverfahren. Hier sind im Durchschnitt ca. acht bis zehn 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 rechnen. Für die Verlegung der Pipeline können Stahl- oder Polyethylen-Leitungen verwendet werden. Polyethylen-Leitungen sind Kunststoffleitungen, die zügiger und kostengünstiger verlegt werden können. Aufgrund der geringeren Materialdichte im Vergleich zu Stahlleitungen, dürfen sie jedoch nur bis zu einem maximalen Druck von 5 bar betrieben werden. Dadurch wird die zu transportierende Menge deutlich reduziert. Zudem muss der Wasserstoff, je nach Anwendung, später nachverdichtet werden. Bei Stahlleitungen hingegen ist ein Transportdruck von bis zu 70 bar möglich. Beim Verbau einer Stahl-Pipeline ist der höhere Kostenaufwand, u. a. aufgrund der Materialkosten und der zusätzlichen Schweißarbeiten, zu berücksichtigen. Die Verlegekosten der unterschiedlichen Pipelines schwanken je nach Material, Rohrdurchmesser und Wandstärke sowie Betriebsdruck und den örtlichen

Gegebenheiten (Bebauungsgrad, Bodenbeschaffenheit, Genehmigungsaufwand, etc.) zwischen 237 T€ und 1.016 T€ je Kilometer<sup>3</sup>.

### Projektidee Energie-Hub Interkommunales Gewerbegebiet Wismar/Hornstorf:

Bei der für den Energie-Hub Interkommunales Gewerbegebiet Wismar/Hornstorf avisierten Wasserstoffmenge von 4,2 t am Tag, der für eine optionale Wasserstofftankstellen im neuen Betriebshof der Nahbus GmbH sowie einer möglichen öffentlichen HRS am BAB-Kreuz Wismar zur Verfügung gestellt wird, ist ebenfalls der Trailertransport möglich und sinnvoll. Wie oben angesprochen, kann, wegen des hohen Wasserstoffbedarfs im Holzcluster, über eine physische Verbindung via Pipeline zwischen dem Energie-Hub und den Anlagen im Holzcluster nachgedacht werden.

### Projektidee Deponie Ihlenberg:

Die Idee der Wasserstoffherzeugung und -nutzung am Standort der Deponie Ihlenberg in Selmsdorf wird in diesem Konzept als eigenständige Projektidee skizziert. Mit der 14 MWp-PV-Anlage können mittels eines 5 MW-Elektrolyseurs ca. 225 t H<sub>2</sub> pro Jahr produziert werden. Ebenfalls sind ca. 2,5 GWh Elektrolyseur-Abwärme für die Gebäude nutzbar. Der produzierte Wasserstoff soll im Mobilitätssektor genutzt werden, eine Wasserstofftankstelle ist in Standortnähe oder auf dem Deponiegelände vorgesehen. Aufgrund der berechneten Wasserstoffmengen, sollte zunächst der Wasserstofftransport über Trailer erfolgen. Für den Wasserstofftransport wird weniger als ein Trailer pro Tag benötigt. Da Wasserstoff im Trailer mit einem Druck von 350 bis 500 bar transportiert wird, bedarf es nach der Elektrolyseanlage eines Kompressors zur Gasverdichtung. Für die Verdichtung sind zusätzlich ca. 9 % Energiebedarf zu berücksichtigen, die bei den hier durchgeführten Berechnungen bereits inkludiert sind. Darüber hinaus 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 auf mindestens der dreifachen Tagesmenge ausgelegt werden.

<sup>3</sup> Siehe: Krieg, Dennis (2012). „Konzept und Kosten eines Pipelinesystems zur Versorgung des deutschen Straßenverkehrs mit Wasserstoff“, Schriften des Forschungszentrums Jülich, Band 144, ISBN 978-3-89336-800-6

## Wasserstofftankstelle

Eine öffentliche Wasserstofftankstelle ist am Autobahnkreuz A20/A14 vorgesehen. Nicht-öffentliche bzw. Betriebshoftankstellen werden im Holzcluster und im Energie-Hub Hornstorf installiert. Für die Standortwahl weiterer Tankstellen sollten folgende Attribute nach der folgenden Präferenz berücksichtigt werden:

1. Vernetzung und Bündelung von Akteuren an einem Standort zur Sicherung der Nachfrage.
2. Grundstück bzgl. Flächenbedarf, Baugenehmigungen und Sicherheitsabstände zu Gebäuden.
3. Zugang bzgl. Zufahrtsmöglichkeit der jeweiligen Fahrzeugklassen und ggf. öffentlicher Zugang.
4. Wasserstoffverfügbarkeit (Nähe zu Produktionsstandorten, Pipelineanbindung, Redundanz der Anlieferung) zur Sicherung des Angebots.

Im Mobilitätssektor der Region Wismar liegt der Fokus auf Busse im ÖPNV und der Intralogistik im Seehafen und im Holzcluster. Für diese Anwendungen ist eine Wasserstofftankstelle mit Zapfpunkten von 350 bar vorgesehen. Eine Standortbewertung sollten die oben genannten Kriterien unter Berücksichtigung der Interessen der jeweiligen Betreiber sowie die Anforderungen der Nutzer beinhalten. Um mögliche Transport- und Verteilkosten zu reduzieren, sollte die Tankstelle im Projekt „Seehafen/Holzcluster“ direkt auf dem Betriebsgelände des Holzclusters bzw. des Seehafens errichtet werden. Ist eine Errichtung der Tankstelle in einer Halle gewünscht, so müssen bestimmte Sicherheitsmaßnahmen getroffen werden. Dies kann bspw. durch eine entsprechende Konstruktion des Hallendaches bei Neubauten geschehen oder durch Nachrüstung von Lüftungseinrichtungen und Wasserstoff-Sensoren. Zudem sind Explosionsschutz-Richtlinien-konforme (ATEX-Richtlinie <sup>4</sup>) Einrichtungen (z.B. Beleuchtung) zu installieren. Zusätzlich sind die Informationen im VdTÜV Merkblatt 514<sup>5</sup> zu berücksichtigen. Die Kosten für die genannten Umbaumaßnahmen sind bei der Gesamtinvestition zu vernachlässigen, da sie im niedrigen fünfstelligen Bereich liegen. Zur Gewährleistung eines stabilen Betriebs müssen noch weitere Aspekte berücksichtigt werden. Je nach Größe und Redundanz einer Tankstelle wird ein zusätzlicher Verdichter als Backup empfohlen, dazu muss eine zusätzliche elektrische Leistung zwischen 150 und 300 kW vorgehalten werden.

4 EU-Richtlinie 2014/34/EU zum Explosionsschutz (<https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2014/34/oj?locale=de>)

5 TÜV-Verband e.V. (<https://www.tuev-media.de/tuev-verband-regelwerk/tuev-verband-merkblaetter/druckgase/2324/mb-drga-514-anforderungen-an-wasserstofftankstellen-ausgabe-2009-04-01>)

Grundsätzlich können HRS nachträglich erweitert werden, sind jedoch nicht in allen Anlagenteilen modular ausbaufähig. 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 drei Tagesbedarfe vorsehen. Weitere Informationen zu den Komponenten einer HRS sind der Anlage 1 zu entnehmen.

Bei dem Bau einer Wasserstofftankstelle müssen unterschiedliche Genehmigungsverfahren durchlaufen werden, die u. a. durch die Bundes-Immissionsschutzverordnung, das Störfallrecht und das Baurecht geregelt sind. Welche Verfahren angewendet werden müssen, ist abhängig von den Schwellwerten bei der H<sub>2</sub>-Speicherung vor Ort: Ab drei Tonnen greift die 4. BImSchV<sup>6</sup>, ab fünf Tonnen die 12. BImSchV. Die BImSchV kommt unabhängig von der Speichermenge auch zur Anwendung, sobald Wasserstoff vor Ort produziert wird. Unter drei Tonnen 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. landespezifische und örtliche Richtlinien hinzu, die mit den lokalen Behörden abgestimmt werden müssen.

6 Bundes-Immissionsschutzverordnung





## Wasserstoffmobilität

**ÖPNV:** In der Region ist der Einsatz von Wasserstoff als Kraftstoff in der Mobilität geplant. Schwerpunkt bildet hier der Busbetrieb. Aufgrund der Streckenlänge und dem Streckenprofil können sowohl batterieelektrische als auch Brennstoffzellen-Busse zum Einsatz kommen. Der Wasserstoffbedarf der BZ-Busse liegt bei 181,6 t pro Jahr. Erfahrungsgemäß sinkt der (Kosten-) Aufwand für die Infrastruktur bei BZ-Bussen mit zunehmender Flottengröße, wohingegen dieser bei der batterieelektrischen Alternative ansteigt. Dies ist u. a. auf die erforderliche Ladeinfrastruktur und dementsprechende Ausbaumaßnahmen, wie z. B. der möglichen Notwendigkeit einer zusätzlichen Trafo-Station zurückzuführen. Als Break-even-Point wurde eine Flottengröße von 50 Fahrzeugen analysiert<sup>7</sup>, wobei derartige Kostenberechnungen zur Ermittlung des Break-even-Point auf einer Vielzahl von Parametern (H<sub>2</sub>-Bereitstellung an der HRS, Speichergröße, Kompressor, etc.) basieren. Der Platzbedarf, der bei beiden Antriebssystemen entsteht, hängt vom Betriebskonzept ab. So ist der Platzbedarf einer HRS mit Eigenversorgung grundsätzlich höher als bei einer Trailer-Bereitstellung. Mit zunehmender Flottengröße steigt der Flächenbedarf für Eigenversorgungskonzepte auch deutlich stärker an. Bei batterieelektrischen Fuhrparks ergibt sich ein ähnliches Phänomen. Hierbei ist jedoch die Ladestrategie entscheidend. Es wird zwischen „Depotladung“ und „Gelegenheitsladung“ unterschieden. Die Depotladung erfolgt in den Ruhezeiten im Depot mit einer zentralen Ladeinfrastruktur, die je nach Anzahl der Busse steigenden Platz (auch für den Trafo) erfordert. Bei der Gelegenheitsladung hingegen sind Ladepunkte an End- und Wendestellen notwendig, damit hier dezentral in den Pausenzeiten geladen werden kann, u. a. über Pantographen. Hier bieten BZ-Busse eine flexiblere Einsatzmöglichkeit bzgl. Routenlänge und Topografie.

7 Van Hool



In Ergänzung zu den oben genannten Maßnahmen für eingehauste Tankstellen sind zusätzlich Dacharbeitsplätze (Hebebühnen, Schwenkbühnen) notwendig, um am Dach der Busse, hier befinden sich die H<sub>2</sub>-Tanks und die Klimageräte, arbeiten zu können. Je nach Instandhaltungstiefe sind ggf. Prüf- und Diagnosegeräte erforderlich. Die VDV<sup>8</sup>-Schrift 825 und E DIN VDE<sup>9</sup> 100 ff. bieten hier eine Übersicht. Für den Linienbetrieb müssen die Fahrer\*innen für die Bedienung der Fahrzeuge geschult werden, was üblicherweise durch den Fahrzeughersteller erfolgt. Des Weiteren muss das Werkstattpersonal für Arbeiten an Hochvoltanlagen geschult sein, sofern die Wartungsarbeiten nicht an externe Serviceunternehmen vergeben werden. BZ-Busse sind im Bereich der Wasserstoffmobilität am weitesten fortgeschritten und gelten als serienreif.

**Müllsammler:** Ebenfalls in der Region angedacht, jedoch ohne konkreten Betreiber, sind BZ-Müllsammelfahrzeuge. Die Hersteller setzen meist auf BZ-REX (Range Extender), womit das Fahrzeug über eine Wasserstofftank- und Batteriekapazität verfügt. Durch die betriebstypischen, regelmäßigen Bremsvorgänge lassen sich bis zu 40 % der benötigten Energie rekuperieren. Die Fahrzeuge sind bei manchen Herstellern mit einem 700 bar-Tank ausgestattet, sodass sie auch an öffentlichen HRS getankt werden können, wenn die Zufahrtsbedingungen es ermöglichen. 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 Stromladeinfrastruktur mitberücksichtigt werden.

**Spezialfahrzeuge:** Die Hafenlogistik erfordert leistungsstarke Spezialfahrzeuge, wodurch hier ein enormer Dieselbedarf entsteht. Im Bereich der Flurförderfahrzeuge existieren zwar bereits einige Modelle mit Brennstoffzellenantrieb, jedoch ist die Verfügbarkeit in Schwerlastanwendungen, wie sie im Hafenbetrieb erforderlich sind, bislang begrenzt. Als Pioniervorhaben sei an dieser Stelle auf die Initiative Clean Port & Logistics (CPL) der Hamburger Hafenlogistiker HHLA und deren Partner, das hyBit-Projekt und H2Ports verwiesen.

8 Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e.V., Schrift 825 „Auswirkungen der „Clean Vehicle Directive“ im Linienbus auf Betriebshöfe und Werkstätten“, <https://www.vdv.de/downloads/4034/825%20%20SDK/forced>

9 Verband der Elektrotechnik e.V., E DIN VDE 100 „Errichten von Niederspannungsanlagen“, <https://www.vde-verlag.de/normen/1100600/e-din-vde-0100-100-vde-0100-100-2021-09.html>

## Gebäudeenergieversorgung

Beim Einsatz von Wasserstoff in der Gebäudeenergieversorgung kann die Wärmebereitstellung sowohl verbrennungsmotorisch im  $H_2$ -BHKW oder in einer zusätzlichen Brennstoffzelle (Abwärmenutzung) erfolgen. Das erzeugte Abwärmeniveau der Brennstoffzelle eignet sich besonders für die Wärmeversorgung von energieeffizienten Gebäudetypen (Aktiv-/Energieplus, Passivhäusern etc.). Ein Vorteil der verbrennungsmotorischen Nutzung ist, dass eine Wasserstoffqualität von 3.0 ausreichend ist und ein Mischgasbetrieb mit Erdgas möglich ist, sodass ein Wechsel der Versorgungsart sukzessiv umgestellt werden kann. Brennstoffzellen hingegen sind in der Regel auf ein bestimmtes Brenngas, wie etwa Wasserstoff, ausgelegt und erfordern eine Qualität von 5.0.

## Methanolproduktion

Mittels Synthese kann Wasserstoff mit Kohlenstoffdioxid in Methanol umgewandelt werden. In der Region Wismar wird Methanol stofflich für die Leimherstellung der Unternehmen im Holzcluster benötigt. Methanol weist eine hohe Energiedichte auf und lässt sich als Flüssigkeit einfacher transportieren. Darüber hinaus lässt sich Methanol in Direkt-Methanol-Brennstoffzellen (DMFC) oder Verbrennungsmotoren einsetzen. Bei der Anwendung wird nur die zugeführte Menge an Kohlenstoffdioxid wieder in die Atmosphäre zurückgeführt. Es ist auch möglich durch eine Reformierung aus dem Methanol wieder Wasserstoff zurückzugewinnen und diesen in PEM-Brennstoffzellen oder  $H_2$ -Verbrennungsmotoren einzusetzen. Beide Pfade weisen jedoch einen sehr geringen Wirkungsgrad auf. Zudem können bei unvollständiger Reformierung Methanolreste den Katalysator in den PEM-Brennstoffzellen „vergiften“ und die Brennstoffzelle damit beschädigen. Für die Leimherstellung ist ggf. eine Destillation zur Konzentrationserhöhung des Methanols notwendig.





## Regionale Herausforderungen und Empfehlung

**Wasserstoffherzeugung:** Für die Errichtung einer Elektrolyseanlage sind von der Planung bis zu Inbetriebnahme mindestens zwei Jahre, aktuell eher mehr, zu kalkulieren. Das entspricht ungefähr auch den Ausbauzielen der erneuerbaren Energie in der Region Wismar, so dass die planungstechnischen Herausforderungen, die möglichst gleichzeitige Zurverfügungstellung des erneuerbaren Stroms und der Elektrolyseanlage, als unkritisch eingestuft wird.

**Methanol:** Aufgrund des hohen Erzeugungspotentials kann der regional erzeugte Wasserstoff auch für die Methanolproduktion genutzt werden. Um weite Transport- und Verteilwege zu vermeiden, sollten Wasserstoff und Methanol in unmittelbarer räumlicher Nähe zueinander produziert werden, zu der dann das CO<sub>2</sub> transportiert wird. Das Methanol kann dann auf kurzem Wege per Trailer zur Leimproduktion befördert werden. Mit dem hohen Bedarf im Holzcluster garantiert die Methanolproduktion eine sichere, regionale Wasserstoffabnahme.

**Wasserstofftankstellen und Mobilität:** Für Betriebshof-tankstellen, also nicht-öffentlich, sind die Standorte im Holzcluster bzw. im Seehafen und im Energie-Hub Hornstorf, für eine öffentliche Tankstelle am Autobahnkreuz Wismar vorgesehen. Hier sollte die HRS ausreichend groß dimensioniert werden, damit bei einer Nachrüstung die jeweiligen Genehmigungsverfahren, u. a. BImSchV, nicht erneut durchlaufen werden müssen. Viele HRS-Betreiber, aber auch die gängigen Förderprogramme, erwarten zur Entscheidungsfindung eine gesicherte Wasserstoffabnahme, weshalb im Vorfeld entsprechendes Nachfragepotential durch Letters of Intent (LOIs) mit allen potenziellen Abnehmern zu erfassen ist.

**Gebäudeenergieversorgung:** Die Verwendung von Wasserstoff zur Wärmebereitstellung in Gebäuden, z.B. über BZ-BHKWs, ist wegen des geringen Wirkungsgrades gegenüber Wärmepumpen, die mit regenerativ erzeugtem Strom betrieben werden und eine Vorlauftemperatur von 70 °Celsius erreichen, wenig sinnvoll. Naheliegend ist allerdings die Nutzung der Abwärme der Elektrolyseanlagen für Gebäude im Niedrigenergiestandard-, Passiv- oder Energieplushäusern mit niedrigem Wärmebedarf oder als Wärmeverlauf. Sofern Gebäude mit einem höherem Wärmebedarf versorgt werden und keine Erdgasanbindung gegeben ist, können auch verbrennungsmotorische Wasserstoff-BHKWs oder Brennwertthermen eingesetzt werden.

Die folgenden Projektideen wurden im Laufe des Projektes in mehreren Arbeitsgruppen des Akteurskreis der Region erarbeitet und diskutiert. Bei den Gesprächen ist deutlich geworden, dass die hier aufgeführten Ideen keine konkreten Planungen darstellen, sondern Teil einer Umsetzungs-

strategie für die Initiierung einer regionalen Wasserstoffwirtschaft bilden. Bei der weiteren Verfolgung der Ideen müssen die beschriebenen technischen Umsetzungsoptionen und die wirtschaftliche Darstellbarkeit berücksichtigt werden.

## Elektrolyseanlage und Wasserstofftankstelle sowie Methanolherstellung im Holzcluster Wismar und Seehafen Wismar

### Ausgangslage und Ziele (Motivation)

Im Industrie- und Gewerbegebiet Wismar-Haffeld befindet sich eines der größten und modernsten Holzverarbeitungszentren Europas. In diesem Holzcluster planen die Unternehmen Ilim Nordic Timber GmbH, Wismar Pellets GmbH und die Egger Holzwerkstoffe Wismar GmbH zusammen mit der Seehafen Wismar GmbH den Bau einer Elektrolyseanlage und einer Wasserstofftankstelle für die Versorgung ihrer Intralogistik (Flurförderzeuge im Holzcluster, Lkw-Verkehr im Holzcluster bzw. zwischen Holzcluster und Seehafen und externer Lkw-Verkehr).

Zusätzlich soll eine Anlage zur Methanolherstellung gebaut und betrieben werden, zur Versorgung der Leimproduktion im Holzcluster. Das bestehende Biomassekraftwerk kann als CO<sub>2</sub>-Quelle genutzt werden. Die Abwärme der Elektrolyseanlage wird zur Unterstützung der Trocknungsanlagen der Unternehmen im Holzcluster oder zur Gebäudeversorgung der Seehafen Wismar GmbH verwendet.

Ziel des gesamten Projektes ist es, die Emissionen des Intralogistikverkehrs des Holzclusters und des Seehafen Wismar deutlich zu minimieren und CO<sub>2</sub>-neutral zu gestalten.

### Regionale Herausforderungen

- Da eine lokale Infrastruktur für Wasserstoff im Holzcluster nicht vorhanden ist, muss diese aufgebaut werden. Aufgrund der kurzen Entfernungen wird in dieser Idee über die Planung und der Errichtung einer Wasserstoffpipeline nachgedacht.
- Dafür muss ein passendes Betriebsmodell entwickelt und die Wirtschaftlichkeit dargestellt werden.

### Lösungsansätze

- Anhand einer Machbarkeitsstudie können konkrete Zahlen und Daten für den wirtschaftlichen Betrieb der Elektrolyseanlage, der Methanolherstellung, der Tankstelle und der Pipeline ermittelt werden.
- Daneben müssen Förderprogramme eruiert werden, die auf den verschiedenen Ebenen, kommunal, national und europäisch, die eine finanzielle Unterstützung des Projektes ermöglichen.

## Externer Unterstützungsbedarf

Zusätzlich zur Machbarkeitsstudie für die wirtschaftliche Darstellung des Projektes benötigen die Akteure Informationen über die Verfügbarkeit der angestrebten Elektrolyseanlage (Leistung, Abgabemengen, Abgabedruck), der Tankstellengröße (Vertankungsmengen und Flächenbedarf) und der Auslegung der Pipeline. Dazu liefern die beteiligten Unternehmen konkrete Zahlen und Daten zum Kraftstoffverbrauch ihrer Flurförderzeuge und des internen Lkw-Lieferverkehrs sowie Angaben zur notwendigen zeitlichen Verfügbarkeit des Wasserstoffs an der Tankstelle. Hierzu müssen Planungs- und Engineeringdienstleistungen in Auftrag gegeben werden.

Für die politische Unterstützung sollten Präsentationen angefertigt werden, die das Projekt vorstellen und insbesondere die lokale Wertschöpfung und das Emissionsreduktionspotential plakativ darstellen. Im Rahmen von Veranstaltungen und Vorträgen können die Ausgangslage, die Ziele und die Herausforderungen der Idee dargestellt werden. Konkrete Fragestellungen, wie zum Beispiel die fehlende Anerkennung von THG-Quoten, die sich positiv auf die Wirtschaftlichkeit des Projektes auswirken können, können auf kommunaler und Landesebene adressiert werden.

## Umsetzungsstrategie

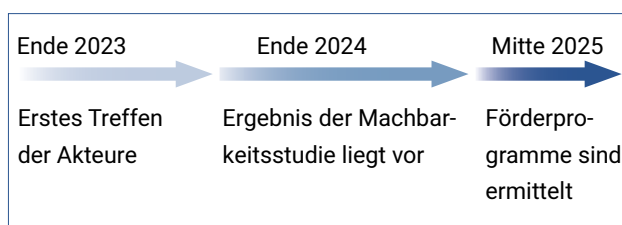
Das Technologiekonzept für diese Projektidee wird in Kap. 6.1 genauer beschrieben.

Zum Betrieb der Gesamtanlage (Elektrolyseanlage, Methanolherstellung, Tankstelle und Pipeline) kann eine Betreiberfirma gegründet werden, die die Planungs- und Genehmigungsverfahren sowie die Recherche zu Förderprogrammen extern vergibt. Dieses Unternehmen kann dann auch die Fördermittel beantragen und bei Bewilligung entsprechend einsetzen. Das Projekt finanziert sich zu Beginn aus dem Fördermitteleinsatz und dem Verkauf von Wasserstoff und Methanol. Später dann nur noch über den Verkauf seiner Produkte. Ein zu erstellender Wirtschaftsplan gibt Auskunft über die dafür notwendigen Einnahmen und Ausgaben und eventuellen Unterstützungsbedarf.

## Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Bis Ende 2023 initiieren die drei Unternehmen ein erstes Treffen aller Akteure. Hierzu zählen neben den angesprochenen und weiteren Unternehmen aus dem Holzcluster sowie der Seehafen Wismar auch die Stadtwerke Wismar.
- Das Akteurskonsortium (oder eine gegründete Betreiberfirma) entwickelt mit der Hochschule Wismar anschließend Kriterien für eine Machbarkeitsstudie. Bei positiver Bewertung wird die Studie vergeben.
- Bis Ende 2024 wird die Machbarkeitsstudie erste Ergebnisse liefern. Auf diesen Ergebnissen wird ein Projektkonzept, u.a. mit den wichtigsten Planungs- und Genehmigungsprozessen, Daten zur Fahrzeugbeschaffung und zum Wasserstoffbedarf entwickelt.
- Parallel dazu werden passende Förderprogramme eruiert und Betreibermodelle sowie Finanzierungsmodelle für das Projekt erarbeitet.
- Bis Ende 2030 soll im ersten Schritt die Elektrolyseanlage und die Tankstelle in Betrieb gehen.
- Im zweiten Schritt folgt die Methanolherstellung.

## Zeitplanung



## Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **Interkommunales Gewerbegebiet Wismar/Hornstorf**  
Für den Fall einer Unter- oder Überversorgung mit Wasserstoff werden mit dem Energie-Hub Interkommunales Gewerbegebiet Wismar/Hornstorf Vereinbarungen über den Energie- und Wasserstoffaustausch getroffen.





## Energie-Hub Interkommunales Gewerbegebiet Wismar/Hornstorf

### Ausgangslage und Ziele (Motivation)

Auf dem Gelände des neuen Interkommunalen Gewerbegebiets Wismar/Hornstorf wird eine Elektrolyseanlage gebaut und betrieben. Hiermit soll für ortsnahe stationäre Anwendungen (Prozessgas und Wärmeversorgung für Unternehmen im Gewerbegebiet) eine stetige und nachhaltige Wasserstoffversorgung gewährleistet werden.

Ebenfalls auf dem Gelände entsteht der neue Betriebshof der Nabus GmbH. Hier könnte eine HRS für BZ-Busse entstehen, die die in Betrieb befindlichen Erdgas- und Dieselsebuse für den ÖPNV in den nächsten Jahren ersetzen.

Zusätzlich soll für die von der Elektrolyseanlage produzierten Nebenprodukte, Sauerstoff und Abwärme, eine Abnahmequelle gefunden und damit zusätzliche Einnahmen generiert werden.

### Regionale Herausforderungen

- Viele Beteiligte mit unterschiedlichen Interessen
- Eine hohe Anzahl an Schnittstellen
- Hoher Abstimmungsbedarf
- Ungünstiges Verhältnis von Produktions- und Verbrauchsmengen
- Unstetige Versorgung
- Fehlende Verstetigung der Verbrauchsmengen

### Lösungsansätze

- Frühzeitige Einbindung aller Beteiligten
- Entwicklung eines Kommunikationskonzeptes
- Erarbeitung eines Energiekonzeptes für das Interkommunale Gewerbegebiet auf Basis der Wasserstofftechnologien
- Identifizierung optionaler Wasserstoffabnehmer inkl. konkreter Zusagen und Mengen
- Erarbeitung von LOIs, insb. mit der Nabus



## Externer Unterstützungsbedarf

Die Unternehmen im Gewerbegebiet sollten ihre Wasserstoffbedarfe sehr konkret bestimmen, um die optimale Betriebsgröße der Elektrolyseanlage berechnen zu können. Dazu zählen neben den absoluten Mengen auch die Zeiten der Verfügbarkeit, Aussagen zur Qualität und möglicher Speicheroptionen. Hier ist es sinnvoll, mit entsprechenden Fachfirmen zusammen zu arbeiten. In diesem Zusammenhang muss auch der Transport des Wasserstoffs von der Elektrolyseanlage zur Tankstelle auf dem Betriebshof der Nahbus geklärt werden. Unter Umständen ist hier eine kurze Pipeline eine wirtschaftlich darstellbare Lösung.

In einer Machbarkeitsstudie, eventuell auszufertigen von der Hochschule Wismar, sollte die Unternehmen eine Übersicht der Strommengen erhalten, die für die Deckung seines Wasserstoffbedarfs notwendig sind.

Ein darauf spezialisiertes Beratungsunternehmen kann mit der Recherche und Beantragung von Fördermitteln beauftragt werden.

## Umsetzungsstrategie

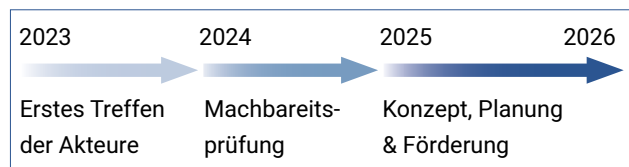
Das Technologiekonzept für diese Projektidee ist in Kap. 6.1 ausführlich beschrieben.

Von großer Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit dieses Projektes ist die Aussicht auf die gesicherten Abnahmemengen für den produzierten Wasserstoff. Neben der Nahbus, deren Bedarf relativ einfach zu definieren ist, sollten die Unternehmen, die sich im Interkommunalen Gewerbegebiet ansiedeln möchten, durch entsprechende Absichtserklärungen (LOIs) ihre Energiebedarfe anmelden und bereit sein, diese durch eine Wasserstoffanwendung zu decken. Eine gewisse Anzahl von LOIs wirkt sich in der Regel auch positiv bei Fördermittelanträgen aus.

## Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

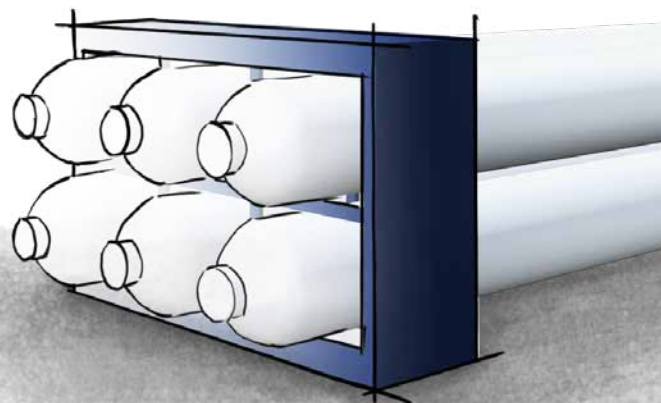
- Ein erstes Treffen der beteiligten Akteure soll bis Ende 2023 stattfinden. Dazu gehören regionale und lokale Betreiber von Windenergie- sowie PV-Anlagen, die Nahbus GmbH (neuer Betriebshof im Gewerbegebiet), der Zweckverband Wismar (Wasserversorgung), die Hansestadt Wismar und die Gemeinden Hornstorf und Benz.
- Bis Ende 2024 soll eine Machbarkeitsstudie die technischen Optionen und die wirtschaftlichen Chancen und Risiken darstellen.
- Bis Ende 2026 sind das Konzept, die Planungen und die Fördermittelanträge erstellt.

## Zeitplanung



## Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **Projekt Seehafen/Holzcluster** Für den Fall einer Unter- oder Überversorgung mit Wasserstoff werden mit dem Projekt Seehafen/Holzcluster Vereinbarungen über den Energie- und Wasserstoffaustausch getroffen.
- **Projekt HRS am BAB-Kreuz Wismar** Die Tankstelle am Autobahnkreuz Wismar stellt eine gesicherte Abnahmemenge dar und wirkt sich damit positiv auf die Rentabilität des Projektes aus.



## Wasserstoff-Hub an der Deponie Ihlenberg

### Ausgangslage und Ziele (Motivation)

Am Standort der Deponie der Ihlenberger Abfallentsorgungsgesellschaft mbH IAG in Selmsdorf wird über BHKW's Strom aus Deponiegas und erneuerbarer Strom aus eigenen PV-Dachflächenanlagen (und zukünftigen Freiflächenanlagen und evtl. Windenergieanlagen) produziert. Dieser soll über eine Elektrolyseanlage am Standort Wasserstoff herstellen, der eine Wasserstofftankstelle in räumlicher Nähe zur Deponie (eventuell an der B 104) versorgt. Der Wasserstoff soll zudem für die Baumaschinen am Standort, für die Mitverbrennung in den BHKW's und für das neue eigene Gewerbegebiet zur Verfügung gestellt werden. Die Abwärme der Elektrolyseanlage wird für die

Wärmeversorgung der deponieeigenen Gebäude und die Verdampfung des Deponiesickerwassers verwendet. Der Sauerstoff kann in den Prozessen der IAG genutzt werden.

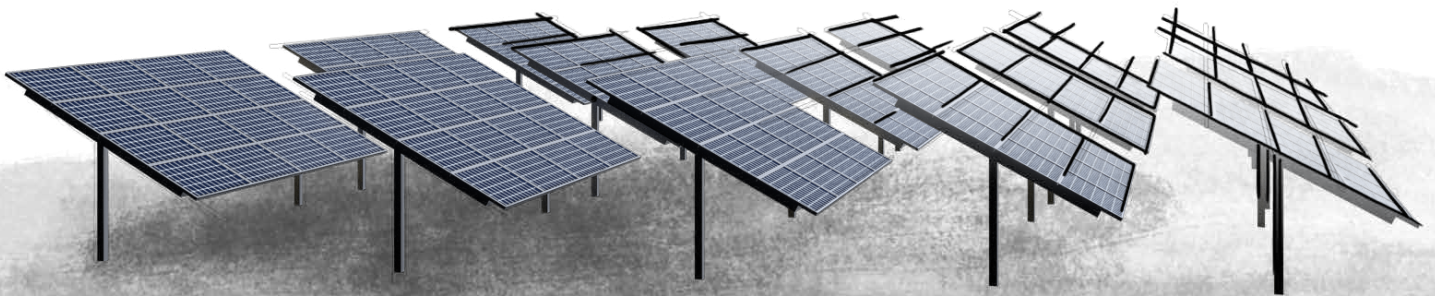
Die IAG plant der Ausbau ihrer PV-Anlagen bis Ende 2024 auf 4 MWp und bis Ende 2030 auf 50 MWp. Zusätzlich wird über die Installation einer Windenergieanlage auf dem Deponiegelände nachgedacht. Der über den Bedarf der Tankstelle produzierte Wasserstoff könnte möglichen Abnehmern in der Region Wismar, z.B. dem Holzcluster zur Verfügung gestellt werden.

### Regionale Herausforderungen

- Wenig Rückhalt/Unterstützung aus den angrenzenden Gemeinden beim Thema Windkraft

### Lösungsansätze

- Erarbeitung eines Kommunikationskonzepts, das Informationen über Projektziele, -vorteile und -risiken sowie Beteiligungsmöglichkeiten beinhaltet.
- Über Informationsveranstaltungen und eine Aufklärungskampagne kann in der Bevölkerung und den Gemeindevertretungen Akzeptanz und ggf. politische Unterstützung generiert werden.
- Einbindung in das Konzept der Wasserstoffregion Wismar



## Externer Unterstützungsbedarf

Für die Planung und Umsetzung der Elektrolyseanlage auf dem Deponiegelände benötigt die IAG technische Unterstützung zur Bestimmung der Anlagengröße und insbesondere der Wasserstoffproduktionsmengen, die für den Tankstellenbetreiber von großer Bedeutung für die Auslegung seiner Anlage ist. Bei der Planung und -Dimensionierung seiner Anlage kann sich der Tankstellenbetreiber auf bereits bestehende Konzepte für die Errichtung von Wasserstofftankstellen stützen.

## Umsetzungsstrategie

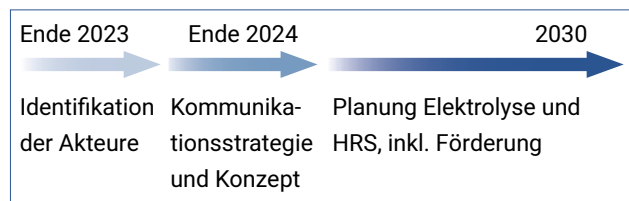
Mittels betriebseigener und auf dem Betriebsgelände befindlicher PV-Freiflächenanlagen wird grüner Strom generiert, der über eine Elektrolyseanlage, die ebenfalls auf dem Deponiegelände installiert wird, grüner Wasserstoff hergestellt. Dieser wird an eine in der Nähe geplanten Wasserstofftankstelle der regionalen Mobilität zur Verfügung gestellt.



## Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Bis Ende 2023 wird ein erstes Treffen der beteiligten Akteure stattfinden. Dazu gehören die Ihlenberger Abfallentsorgungsgesellschaft mbH IAG, potenzielle Tankstellenbetreiber und eventuelle auch schon VertreterInnen der umliegenden Gemeinden und interessierte Bürgerinnen und Bürger.
- Mit Unterstützung externe ExpertInnen wird bis Ende 2024 eine Kommunikationsstrategie erarbeitet und in ein Kommunikationskonzept gefasst.
- Nach erfolgreichem Abschluss der Kommunikations- und Akzeptanzmaßnahmen wird die Planung der Elektrolyseanlage auf dem Deponiegelände begonnen und die dazu passenden Förderprogramme gefunden. Parallel beginnt die Planung für die HRS.

## Zeitplanung



## Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **Wasserstoffregion Wismar** Einbindung in das Konzept der Wasserstoffregion Wismar
- **Selmsdorf und Schönberg** Einbindung im Rahmen einer Sektorenkoppelung aller Energiearten und Verbräuche
- **Unternehmen in der Nachbarschaft** Einbindung im Rahmen einer Sektorenkoppelung aller Energiearten und Verbräuche

## Wasserstofftankstelle am BAB-Kreuz Wismar

### Ausgangslage und Ziele (Motivation)

Am Autobahnkreuz Wismar wird eine Wasserstofftankstelle gebaut und betrieben. Diese soll prioritär den Schwerlastfernverkehr über die beiden gut frequentierten Autobahnen A 20 (Ostseeautobahn) und die A 14 (Verbindung

Richtung Schwerin und BAB 24 (Berlin – Hamburg) sowie Richtung Magdeburg (A2) mit Wasserstoff versorgen. Zusätzlich soll ein Angebot für die zukünftigen BZ-Pkws, insb. für den Touristenverkehr, entstehen.

### Regionale Herausforderungen

- Ermittlung von verkehrstechnisch sinnvollem Standort und Zuwegung
- Identifikation von möglichen Betreibern

### Lösungsansätze

- Betrachtung des Gesamtkonzeptes der möglichen Wasserstofftankstellen in der Region (insb. der HRS im Interkommunalen Gewerbegebiet Wismar/Hornstorf)





## Externer Unterstützungsbedarf

Die Technologie für eine Wasserstofftankstelle ist technisch erprobt und erhältlich. In Anbetracht der Entwicklung von Brennstoffzellen betriebenen Fahrzeugen, sollte über eine modulare Bauweise nachgedacht werden. Beratungsunterstützung ist auch hier verfügbar.

Von besonderer Bedeutung ist auch hier die Ermittlung des Bedarfs an Wasserstoff. Danach richtet sich Tankstellengröße (Wasserstoffdurchfluss am Tag) und die Größe der notwendigen Speicher. Je detaillierter diese Daten vorliegen, desto genauer können die Kosten disponiert werden.

Nach der Tankstellengröße wird der notwendige Flächenbedarf für die technische Peripherie der Anlage ermittelt. Für die Erkundung möglicher Standorte ist die Unterstützung der Stadt- oder Kreisverwaltung (Flächennutzung, Natur- und Artenschutz, Baurecht, etc.) sehr nützlich.

## Umsetzungsstrategie

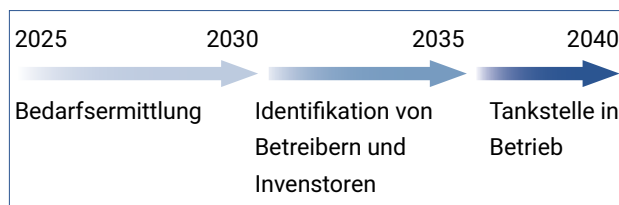
Die Tankstelle wird nach dem aktuell geltenden Stand der Technik (siehe Anlage 1) errichtet und voraussichtlich vom Energie-Hub Hornstorf mit Wasserstoff versorgt. Aus Kostengründen wird ein Trailertransport wahrscheinlich bevorzugt (hierbei muss der Aktionsradius der Trailer beim Flächenbedarf der Tankstelle berücksichtigt werden). Bei steigendem Bedarf kann eine Versorgung über eine Pipeline in Betracht gezogen werden.

Für eine Förderung dieses Projektes sollte der Betreiber ein Geschäftsmodell entwickeln und die nötigen Wasserstoffmengen und Wasserstoffbedarfe über LOIs absichern.

## Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Bis Ende 2030 soll der Bedarf einer HRS am Autobahnkreuz ermittelt worden sein. Hierfür muss noch ein Akteur gefunden werden.
- Bis Ende 2035 ist ein Betreiber bzw. ein Inverstor ermittelt.
- Bis Ende 2040 ist die Tankstelle in Betrieb gegangen.

## Zeitplanung



## Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **Interkommunales Gewerbegebiet Wismar/Hornstorf**  
Vereinbarung über den Bezug von Wasserstoff treffen



## Elektrolyseanlage im Klärwerk oder in räumlicher Nähe

### Ausgangslage und Ziele (Motivation)

Im Klärwerk des Entsorgungs- und Verkehrsbetriebs der Hansestadt Wismar (EVB) wird eine Elektrolyseanlage errichtet und betrieben. Die Abwärme sowie der Sauerstoff werden dem Klärwerk zur Verfügung gestellt. Mit dem Wasserstoff kann ein Brennstoffzellen-BHKW die Wärmeversorgung des angrenzenden Wohngebietes emissionsarm unterstützen. Alternativ oder zusätzlich kann auch die Abwärme der Elektrolyseanlage zur Wärmeversorgungsunterstützung verwendet werden. Zum Ausgleich von Erzeugung und Nutzung soll am gleichen Ort ein Wasserstoffspeicher installiert werden.

Bei dieser Projektidee ist die nachhaltige Nutzung aller Produkte, die im Elektrolyseprozess entstehen, darstellbar. Damit wird ein hoher Effizienzgrad der Elektrolyseanlagen erreicht.

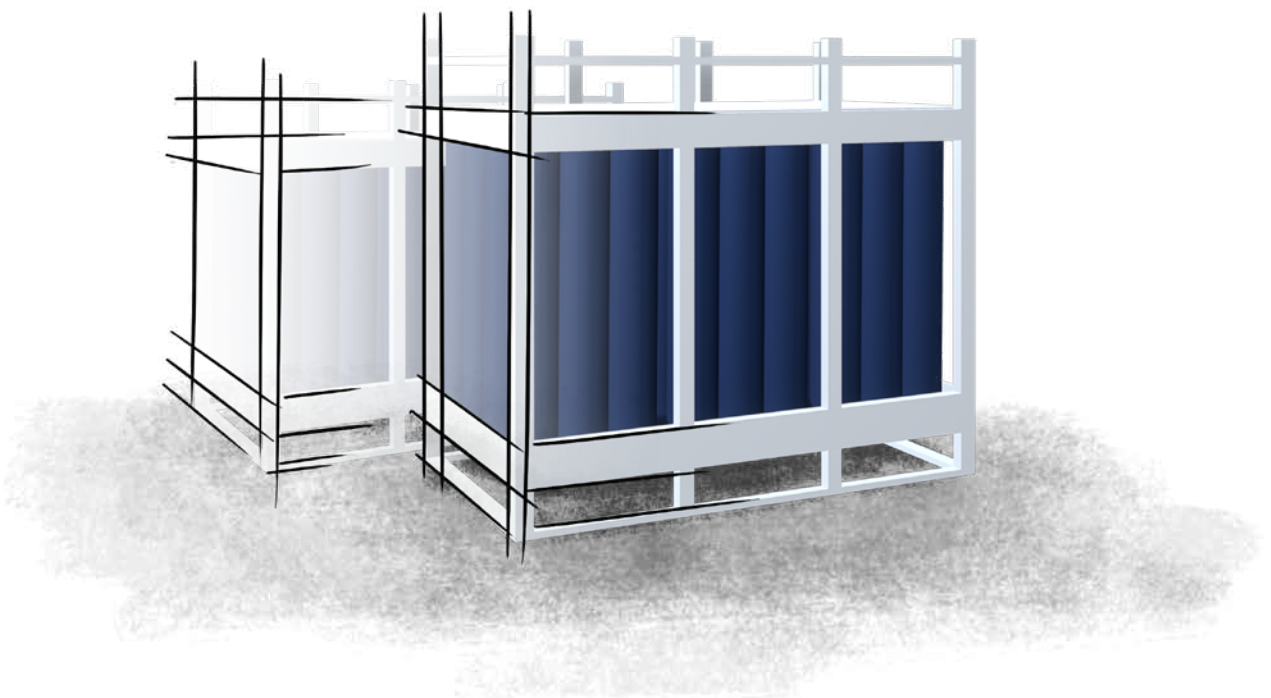
Ziel dieses Projektes ist die Verwendung aller Produkte einer Wasserelektrolyse. Durch die Entwicklung eines dazu passenden Betriebsmodells kann der Energiebedarf der Kläranlage deutlich reduziert werden.

### Regionale Herausforderungen

- Aufbau und Betrieb eines benötigten (Nah-) Wärmenetzes
- Ungeklärte Finanzierung und Wirtschaftlichkeit
- Notwendigkeit eines Wasserstoffspeichers
- Motivation aller betroffenen Unternehmen
- Eventuelle Konkurrenzsituation zu pyrolytischen Wasserstoffproduktion unter Nutzung des Klärschlammes

### Lösungsansätze

- Erstellung einer Machbarkeitsstudie zur technischen und wirtschaftlichen Realisierung
- Ermitteln von passenden Fördermaßnahmen
- Erarbeitung eines Konzeptes zur Information und Motivation aller Beteiligten
- Vergleichende Berechnungen zur Wasserstoffproduktion mittels Elektrolyse und Pyrolyse



## Externer Unterstützungsbedarf

Neben der technologischen Unterstützung zur technischen Auslegung der Elektrolyseanlage sowie für die effiziente Verteilung des Wasserstoffs, des Sauerstoffs und der Abwärme benötigen die Akteure ein hohes Maß an Engagement der beteiligten Unternehmen und Organisationen. In einem extern moderierten Workshop können Vor- und Nachteile, Chancen und Risiken dieses Projekts beleuchtet werden. Anhand von bereits in Betrieb genommenen Anlagen können Erfahrungen weitergeben und Aktivitäten und Maßnahmen auf die regionalen Bedürfnisse abgestimmt werden.

Zusätzlich sollte der Produktionspfad Pyrolyse unter Nutzung des Klärschlammes auf seine Effizienz, technische Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit untersucht werden.

## Umsetzungsstrategie

Die Elektrolyseanlage wird mit regenerativem Strom aus EE-Anlage aus der Region Wismar versorgt. Der Wasserstoff wird einem Druckspeicher zugeführt, der bei Bedarf dem angrenzenden Wohnquartier über ein BZ-BHKW den Wasserstoff zur Wärmeversorgung zur Verfügung stellt. Zusätzlich oder alternativ kann die Abwärme der Anlage zur Heizungsunterstützung genutzt werden. Die Konzepte dafür werden in Anlage 1 beschrieben.

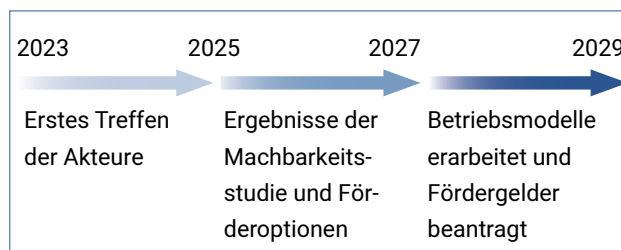
Die Belebungsbecken der Kläranlage werden über eine kurze Pipeline mit dem von der Elektrolyseanlage generierten Sauerstoff versorgt. Damit kann das Einblasen von Außenluft eingespart und die Effektivität der Klärbecken gesteigert werden. Für die Trocknung des Klärschlammes finden die Abwärme des Elektrolyseprozesses Verwendung.

Über die Pyrolyseanlage kann der Klärschlamm energetisch genutzt und damit die aktuellen anfallenden Entsorgungskosten eingespart werden.

## Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Ein erstes Treffen findet bis Mitte 2025 statt. Beteiligte Akteure sind der Entsorgungs- und Verkehrsbetrieb der Hansestadt Wismar, die Stadtwerke Wismar GmbH sowie die Wohnungsgesellschaften der Hansestadt Wismar.
- Zu diesem Treffen wird eine Projektpräsentation vorbereitet mit allen bis dahin verfügbaren Zahlen und Daten
- Bis Ende 2025 liegen von allen Beteiligten LOIs vor. Kriterien für die Machbarkeitsstudie sind erarbeitet und die Ausschreibung vorbereitet.
- In 2026 wird die Machbarkeitsstudie vergeben, erste Ideen für ein Betreibermodell gesammelt und Förderprogramme eruiert.
- Bis Ende 2027 liegen Ergebnisse der Studie und der Förderoptionen vor.
- Bis Ende 2029 steht das Betriebsmodell und die Fördergelder sind beantragt.

## Zeitplanung



## Weitere optionale Anwendungen der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-technologie in der Region Wismar

### Umstellung der Busflotte für die Stadtrundfahrten

Die Busflotte für die touristischen Stadtrundfahrten durch die Hansestadt Wismar soll auf Brennstoffzellen-antrieb umgestellt werden. Durch die Substitution des Kraftstoffes und der Antriebsaggregate (von Diesel auf Wasserstoff und vom Verbrenner aus Brennstoffzelle) können die Kohlenstoffdioxid- und die Lärmemissionen in der Innenstadt deutlich reduziert werden. Beides kommt den regionalen Klimaschutzprogrammen zugute.

Ein weiteres Ziel dieses Projektes ist die Stärkung des „grünen“ Tourismus, da davon ausgegangen werden kann, dass Touristen in Zukunft immer mehr Wert auf Klimaschutz und Nachhaltigkeit legen werden. Eine klimaneutrale bzw. CO<sub>2</sub>-freie Stadtrundfahrt kommt diesem Bedarf sicherlich entgegen. Damit ließe sich auch eine Vorbildfunktion für andere Städte mit hohem Touristenaufkommen einnehmen.

Um möglichen Herausforderungen frühzeitig zu begegnen, sollte zeitnah ein erstes Gespräch mit allen Beteiligten organisiert werden. Dazu gehört das Amt für Welterbe, Tourismus und Kultur der Hansestadt Wismar, die Wirtschaftsförderung sowie Betreiberunternehmen der Stadtrundfahrten (u.a. die MS Stadtrundfahrten und die Hanse-City-Tours). Ziel des Treffens ist die Erstellung eines Kriterienkatalogs bzw. eines Lastenheftes für die Beauftragung einer Machbarkeitsstudie, die insbesondere die wirtschaftliche Darstellbarkeit des Projektes im Fokus

hat. Hier spielen die Flottengröße, die täglichen Fahrstrecken und Kraftstoffverbräuche und der Standort einer möglichen Wasserstofftankstelle eine große Rolle.

Busse mit Brennstoffzellenantrieb sind im Markt verfügbar und können bestellt werden. Alternativ können die Busse, die zurzeit für die Stadtrundfahrten genutzt werden, auf einen BZ-Antrieb umgerüstet werden. Unternehmen für die Umrüstung und die dafür notwendige Technik sind ebenfalls verfügbar, ebenso die HRS-Technologie (siehe Anlage 1).

### Umstellung der Personenfähren

Mit denselben Zielen und einer ähnlichen Motivation werden die Antriebe der Personenfähren für die touristische Hafentrundfahrten in Wismar bzw. für die Ausflugsfahrten auf der Ostsee auf Brennstoffzellenbetrieb umgestellt. Durch die im Vergleich zu den Stadtrundfahrtbusse deutlich größere Flotte und höheren Kraftstoffverbräuche sollte ein ökonomisch sinnvoller Betrieb nach einer geringen Amortisationszeit möglich sein.

Die Herausforderung in diesem Projekt besteht darin, entsprechende Schiffsantriebe mit BZ-Technologie zu eruiieren. Alternativ dazu könnten auch Wasserstoff-Verbrennungsmotoren oder Methanol-Verbrenner in Betracht kommen. Eine Verbindung mit der Methanolproduktion im Projekt Holzcluster/Seehafen könnte hier zielführend sein.



## Kooperationsangebote der Region und Erwartungen an die Politik

### Kooperation

Eine konstante Verbindung und ein regelmäßiger Austausch der regionalen Akteure mit der Hansestadt Wismar, dem Landkreis Nordwestmecklenburg, der Landes- und Bundespolitik fördert das gegenseitige Verständnis und kann dazu beitragen, den Initiierungsprozess für eine regionale Wasserstoffwirtschaft zu unterstützen. Wünschenswert wäre ein Format für einen solchen Austausch zu finden, der offen ist für alle Interessierten und verbindlich genug, um regelmäßige Treffen zu gewährleisten. Die Einrichtung eines „Wismarer Wasserstoffstammtischs“ könnte eine Plattform sein, diese Verbindlichkeit zu sichern und sich über die aktuellen technologischen und förderrechtlichen Entwicklungen auf dem Laufenden zu halten. Durch Präsentationen externer ReferentInnen ist der Austausch von Erfahrungen und Expertisen gewährleistet.

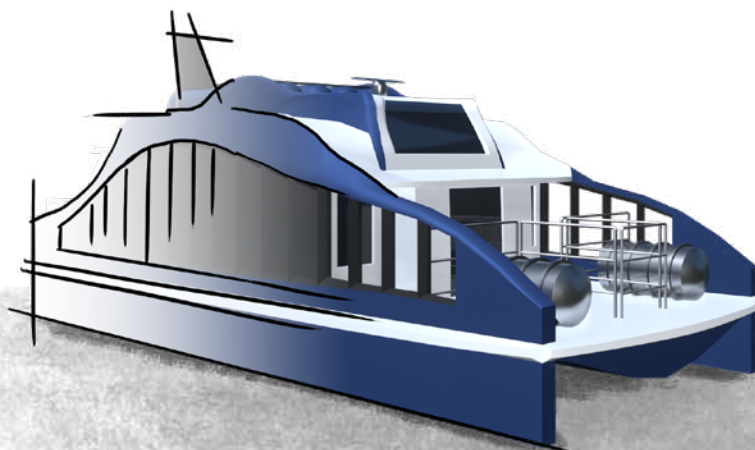
### Erwartungen an die Politik

Während der Beschäftigung mit den unterschiedlichen Themenbereichen im HyStarter-Projekt ist aufgefallen, dass viele der nationalen und europäischen Maßnahmen zur Förderung der Initiierung einer Wasserstoffwirtschaft bzw. der Entwicklung von Wasserstofftechnologien wenig für regionale Anwendungen geeignet sind. Zudem sind die bürokratischen und verwaltungstechnischen Hürden zum Teil so hoch, dass insbesondere kleine Gemeinden und

Kommunen selten zu der Antragstellung animiert werden. Aus dieser Erkenntnis heraus haben sich folgende Forderungen und Erwartungen an die Politik des Bundes und der Länder ergeben:

- Die Förderpolitik muss verstetigt werden und eine Verlässlichkeit für deutlich längere Zeiträume aufweisen.
- Die Fördermaßnahmen auf Bundes- und Länderebene müssen sich an regionale Gegebenheiten und Besonderheiten orientieren.
- Die Komplexität der Beantragung von Fördermitteln muss deutlich verringert und anwendungs-freundlicher gestaltet werden.
- Die regulatorischen Unsicherheiten z.B. zur Anerkennung der THG-Quoten müssen möglichst zeitnah ausgeräumt werden.
- Die notwendigen Genehmigungsprozesse nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz müssen vereinfacht und unbürokratischer gestaltet werden.
- Vergrößerung der Angebote von Fahrzeugen mit Brennstoffzellenantrieben

Mit der politischen Unterstützung aus Stadt und Gemeinden der Region sowie bei der entsprechenden Ausgestaltung der Fördermaßnahmen kann gewährleistet werden, dass die in diesem Konzept erarbeiteten Maßnahmen und Ideen zur Initiierung einer regionalen Wasserstoffwirtschaft wie beschrieben umgesetzt werden können.





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

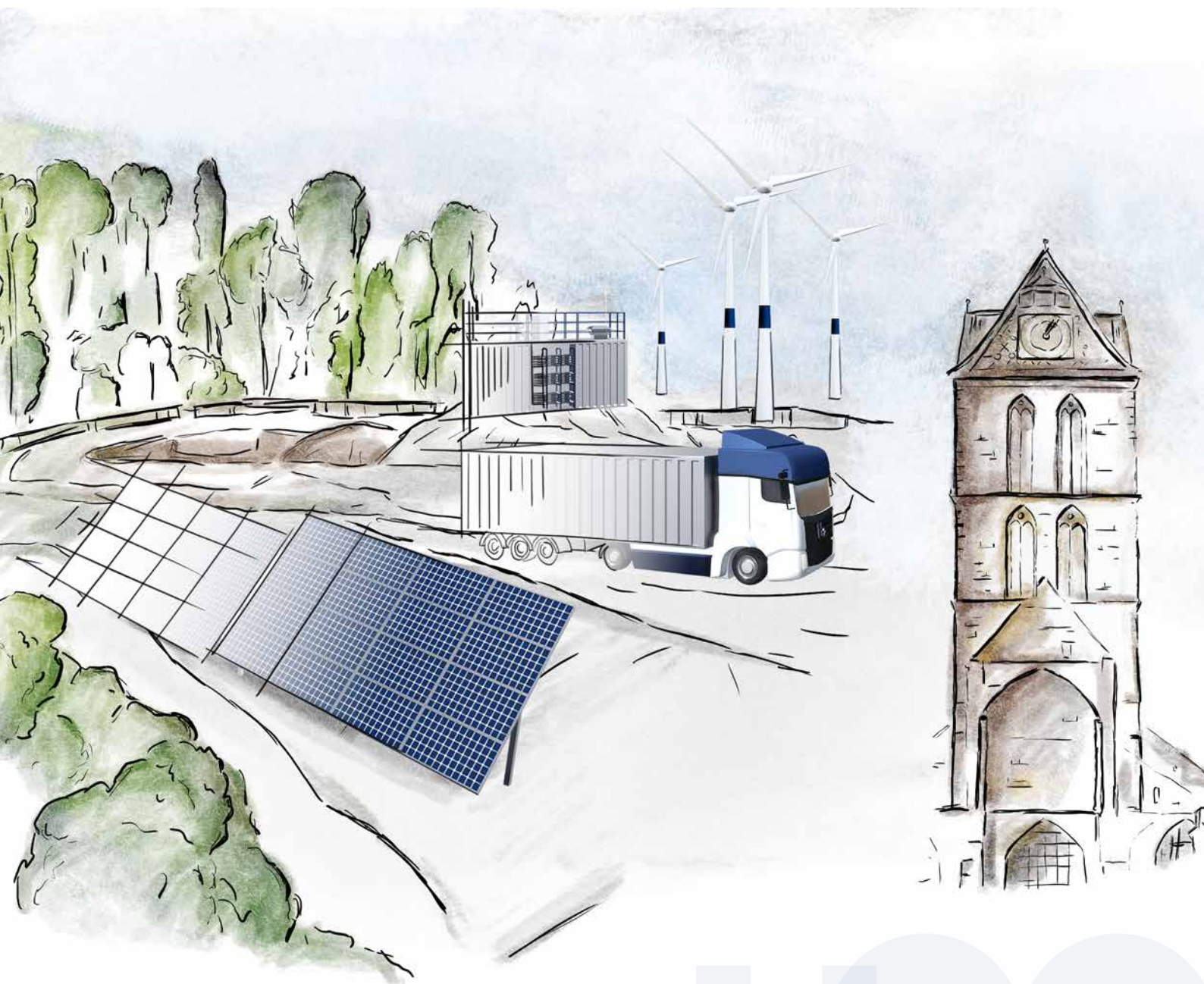


- Straßenfahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb
- Weitere mobile Anwendungen
- Gebäude- und Standortenergieversorgung
- Wasserstoffproduktion
- Wasserstofftransport und -abgabe

<b>A</b>	Jahr
<b>AEL</b>	Alkalische Elektrolyse
<b>BAB</b>	Bundesautobahn
<b>BHKW</b>	Blockheizkraftwerk
<b>BImSchG</b>	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigung, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes Immissionsschutzgesetz)
<b>BMWK</b>	Bundeministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
<b>BMDV</b>	Bundeministerium für Digitales und Verkehr
<b>BZ</b>	Brennstoffzelle
<b>CVD</b>	Clean Vehicles Directive (EU-Richtlinie über die Förderung sauberer und energieeffiziente Straßenfahrzeuge)
<b>CO<sub>2</sub></b>	Kohlenstoffdioxid
<b>DVGW</b>	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.
<b>EE</b>	Erneuerbare Energien
<b>EEG</b>	Gesetz zum Ausbau erneuerbarer Energien (EEG 2023)
<b>EU</b>	Europäische Union
<b>H<sub>2</sub></b>	Wasserstoff
<b>HRS</b>	Hydrogen Refuelling Station (Wasserstofftankstelle)
<b>kg</b>	Kilogramm
<b>km<sup>2</sup></b>	Quadratkilometer
<b>kW</b>	Kilowatt
<b>kWp</b>	Kilowatt peak
<b>kWh</b>	Kilowattstunde
<b>Lkw</b>	Lastkraftwagen
<b>MW</b>	Megawatt
<b>MWh</b>	Megawattstunde
<b>NOW GmbH</b>	Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
<b>NOX</b>	Stickstoffoxyde
<b>Pkw</b>	Personenkraftwagen
<b>PEM</b>	Polymerelektrolytmembran-Elektrolyse
<b>ÖPNV</b>	Öffentlicher Personennahverkehr
<b>PV</b>	Photovoltaik
<b>SaubFahrzeugBschG</b>	Gesetz über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge
<b>SPNV</b>	Schienenpersonennahverkehr
<b>t</b>	Tonne
<b>THG</b>	Treibhausgase
<b>VDE</b>	Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik e. V.
<b>WEA</b>	Windenergieanlage







H<sub>2</sub>O