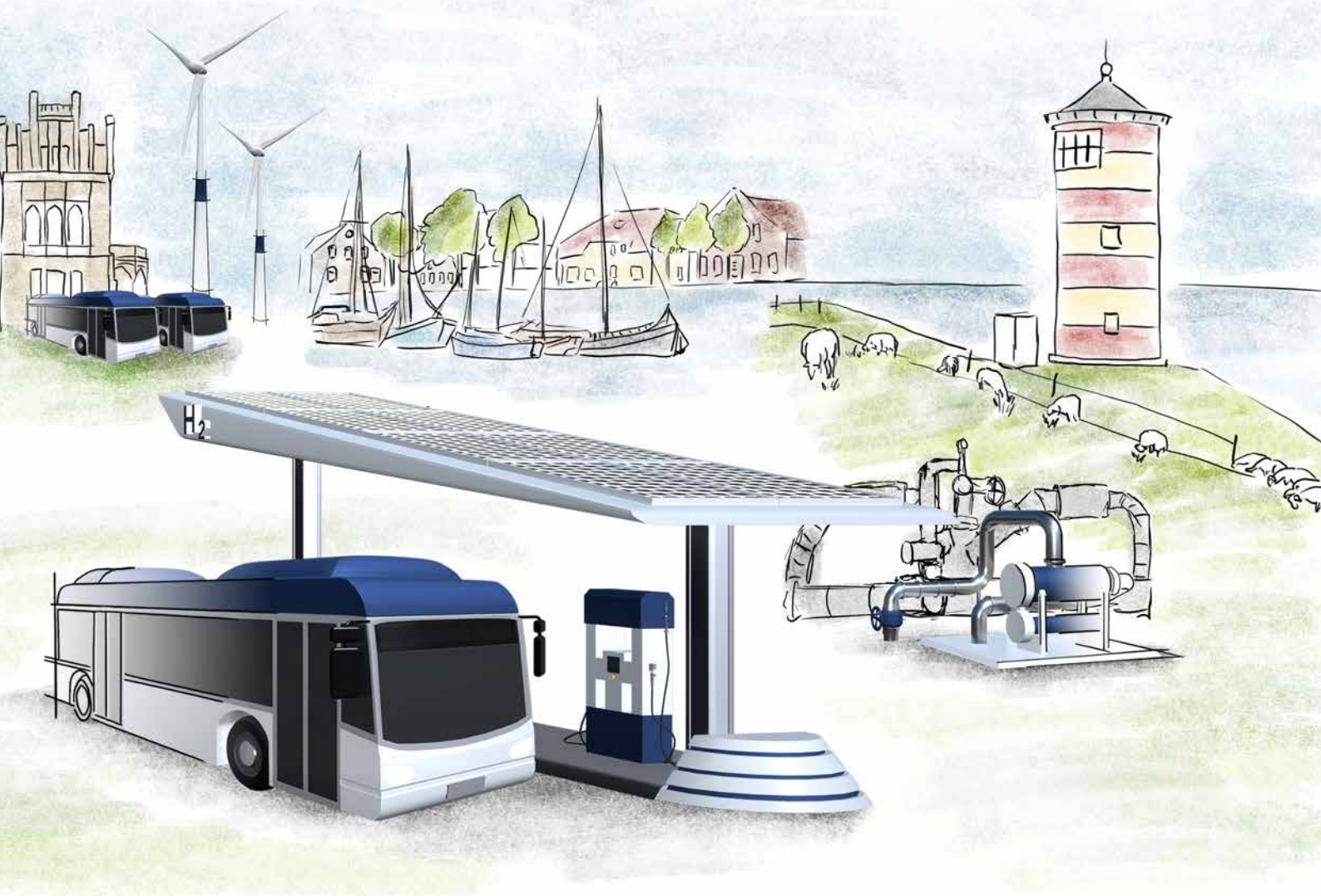
HYSTARTER
WASSERSTOFFREGIONEN IN DEUTSCHLAND

ERGEBNISBERICHT 2023
WASSERSTOFFREGION OSTFRIESLAND



Gefördert durch:
Bundesministerium für Digitales und Verkehr

Koordiniert durch:
NOW
NOW-GMBH.DE

Projektträger:
ptj
Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich

INHALT

Vorwort ... 3
Zusammenfassung ... 4
Die HyStarter-Region Ostfriesland ... 6
H_2-Potenziale der Region Ostfriesland ... 8
Vision 2030 ... 12
Handlungsfelder und Umsetzungsstrategien ... 16
Technologiekonzept ... 16
Projektideen und Umsetzungsstrategien ... 22
- Übersicht ... 22
- Aufbau eines Wasserstofftankstellennetzes ... 23
- Öffentlicher Personennahverkehr ... 25
- Abfallsammelfahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb im Landkreis Leer ... 27
- Standortenergieversorgung eines Industriebetriebs ... 29
- Standortenergieversorgung für zukünftige Industrie-/Gewerbegebiete ... 31
- Energieversorgung Zentralklinikum Uthwerdum ... 33
- Wasserstoff für die Wärmewende – eine weitere Option in der Region Ostfriesland ... 34
- Das Korrektiv – die Energiesystemmodellierung (EMS) der Hochschule Emden/Leer ... 35

Kooperierungsangebote und Erwartungen an die Politik ... 36
Anhang ... 38
Abkürzungsverzeichnis ... 39

IMPRESSUM

Herausgeber

LANDKREIS AURICH

Landkreis Aurich – Amt für Kreisentwicklung
Geschäftsstelle „H2-Ostfriesland“
Fischteichweg 7 - 13 | 26603 Aurich
www.landkreis-aurich.de

Projektleitung
Birte Ricklefs (bricklefs@landkreis-aurich.de)

Verantwortlich für den Inhalt
Martin Hellwig, Merle Sölter 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

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

HYSTARTER
WASSERSTOFFREGIONEN IN DEUTSCHLAND

Gefördert durch: Bundesministerium für Digitales und Verkehr
Koordiniert durch: NOW NOW-GMBH.DE
Projektträger: ptj Projektträger Jülich Forschungszentrum Jülich

VORWORT
OLAF MEINEN, LANDRAT LANDKREIS AURICH

© Landkreis Aurich

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

ob im Verkehr, in der Industrie oder im Wärmesektor: Um das Ziel der Klimaneutralität bis 2045 zu erreichen, benötigen wir dringend grüne Energie. In Ostfriesland wird mit Windenergie-, Photovoltaik- und Biogasanlagen bereits mehr Strom produziert, als vor Ort verbraucht werden kann.

Trotzdem stellt die Energiewende auch Ostfriesland vor Herausforderungen. Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien fluktuiert. Um Schwankungen auszugleichen, braucht es vor allem den Ausbau der Netze und Speichersysteme.

Mithilfe von Wasserstoff kann Energie mittel- und langfristig gespeichert und flexibel genutzt werden. Erzeugung und Verbrauch werden zeitlich voneinander entkoppelt. Gleichzeitig eröffnen Erzeugung, Transport, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff Unternehmen - insbesondere aus unserer Region – neue Märkte und bergen große Wertschöpfungspotenziale.

Um mit den Akteur*innen in Ostfriesland in Kontakt zu kommen, sie über die Stufen der zukünftigen Wasserstoffwertschöpfungskette hinaus zu vernetzen und ein ostfrieslandweites Kompetenz-Netzwerk aufzubauen, wurde mit der Geschäftsstelle „H2-Ostfriesland“ eine zentrale Anlaufstelle geschaffen.

Initiiert wurde die Geschäftsstelle durch eine Partnerschaft aus den drei Landkreisen Aurich, Leer und Wittmund, der kreisfreien Stadt Emden, der IHK für Ostfriesland und Papenburg, der Hochschule Emden/Leer und der MARIKO GmbH. Das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz fördert den Anlauf der Initiative finanziell für die Dauer von drei Jahren.

Wesentlicher Bestandteil der Initiative „H2-Ostfriesland“ ist auch ein Wasserstoff-Entwicklungslabor an der Hochschule Emden/Leer, das Unternehmen unter anderem die Möglichkeit gibt, komplexe Fragestellungen rund um die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie gemeinsam mit der Hochschule zu bearbeiten. Durch die Vernetzung von Wirtschaft, Wissenschaft und Gebietskörperschaften wollen wir die regionale Wasserstoffwirtschaft und Wasserstoffinfrastruktur gemeinsam aktiv vorantreiben.

Die Auswahl Ostfrieslands als HyStarter-Region und die damit verbundene fachliche und organisatorische Unterstützung waren auf diesem Weg ein wertvoller Baustein. Gemeinsam mit den Unternehmen aus unserer Region haben wir zahlreiche Projektideen erarbeitet und wollen möglichst viele dieser Ideen umsetzen. Mein aufrichtiger Dank gilt allen beteiligten Akteur*innen für ihr großes Engagement!

Wenn Sie sich von unserem Regionenkonzept in dieser Broschüre angesprochen fühlen, sind Sie herzlich eingeladen, uns zu kontaktieren. Nur gemeinsam schaffen wir es, eine funktionierende Wasserstoffwirtschaft aufzubauen und die daraus resultierende Wertschöpfung in Ostfriesland zu halten.

Olaf Meinen
Landrat Landkreis Aurich

ZUSAMMENFASSUNG

Mit der Idee, eine gemeinschaftliche Wasserstoffstrategie in der Region Ostfriesland zu entwickeln und proaktiv voranzutreiben, haben sich die Landkreise Aurich, Leer und Wittmund, die Stadt Emden sowie die Hochschule Emden/Leer, die IHK für Ostfriesland und Papenburg und die MARIKO GmbH dazu entschlossen, am HyLand-Programm[1] des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr teilzunehmen und sich um eine Förderung als HyStarter-Region zu bewerben. Ziel der sieben Partner, die sich in der Wasserstoff-Initiative H2-Ostfriesland[2] zusammengeschlossen haben, ist die Entwicklung eines Konzeptes für die Initiierung einer Wasserstoffwirtschaft in der Region unter Berücksichtigung der Expertise und der Erfahrungen der bereits bestehenden regionalen Aktivitäten im Bereich Wasserstoff.

Nach der Förderzusage und dem Projektbeginn hat sich ein Akteurskreis, bestehend aus Vertreter*innen verschiedener regionaler Unternehmen und Organisationen, der Verwaltungen und der Politik, in sechs ganztägigen Strategiedialogen sowie mehreren Arbeitsgruppen ausgetauscht und einen Ansatz zu den möglichen Erzeugungs- und Anwendungspotenzialen von grünem Wasserstoff zur Reduzierung der regionalen CO_2-Emissionen erarbeitet. Daneben standen die Erhöhung der regionalen Wertschöpfung der einzelnen Wertschöpfungsstufen und die Erhaltung und Schaffung neuer, zukunftssicherer Arbeitsplätze im Fokus der Arbeiten.

In enger Zusammenarbeit und mit organisatorischer und fachlicher Unterstützung der Spilett n/t GmbH aus Berlin, einem von drei Konsortialpartnern, die die HyStarter-Regionen betreuen, wurde ein Konzept entwickelt, das die Ausgangslage, den Handlungsdruck und die Gestaltungshoheit identifiziert sowie die Interessenslage und die Expertise der Akteur*innen berücksichtigt. Der vorliegende Bericht skizziert dieses Konzept und beschreibt die drei folgenden Hauptmerkmale:

Das Zielsystem – die Vision 2030

Das Zielsystem beschreibt den Strategieansatz mit Blick auf das Jahr 2030. Es wird erläutert, wie grüner Wasserstoff in der Region hergestellt werden soll, welche Energieformen dafür genutzt werden, wie er transportiert wird und wie der regional produzierte grüne Wasserstoff verwendet werden soll. Aufgrund der hohen Ausbaukapazitäten bei den Erneuerbaren Energieanlagen (Windenergie- und Photovoltaikanlagen) konzentriert sich die Wasserstofferzeugung auf die Technologie der Wasserelektrolyse. Dabei spielt der Verkauf der Nebenprodukte Sauerstoff und Abwärme für die Darstellung der Wirtschaftlichkeit eine bedeutende Rolle.

Von der Verbrauchsseite aus betrachtet, stellt sich der Industriesektor als größter Abnehmer in der Region heraus. Er ist mit 56 % an den Anwendungsoptionen beteiligt. Weitere 17 % des grünen Wasserstoffs werden im Wärmesektor und 12 % im Verkehrsbereich verwendet. Für den Wasserstofftransport stehen beide Distributionsoptionen, via Pipeline und via Trailer, zur Verfügung.

Das optimierte Technologiekonzept

Das Technologiekonzept beschreibt die Anforderungen, die sich aus den vom Akteurskreis erarbeiteten Handlungsfeldern an die Technik für die gewählten Produktions-, Transport- und Nutzungsoptionen ergeben und formuliert Vorschläge, wie diese umgesetzt werden können. Es gibt Empfehlungen für die eingesetzten technischen Anlagen und liefert konkrete Daten zu Produktionsmengen von Wasserstoff, Sauerstoff und Abwärme, zu Größe und Kapazität der verwendeten Elektrolyseanlage, den benötigten Wassermengen und Überschüssen. Die Energie- und Stoffströme wurden nach Prognosen zur Nachfrage aus dem Akteurskreis und der Region optimiert. Dabei standen die technische Realisierbarkeit, die regionale Wertschöpfung und die Akzeptanz der Akteur*innen im Vordergrund der Überlegungen.

1 Siehe https://www.hy.land
2 Siehe https://www.h2-ostfriesland.de/

Die Handlungsoptionen und Umsetzungsstrategien

Die im HyStarter-Projekt erarbeiteten Ideen zur Herstellung und Nutzung von grünem Wasserstoff in der Region sind als Handlungsoptionen in einem Maßnahmenkatalog zusammengefasst. Hier werden die Ausgangslagen, die Ziele und die Motivationen der Ideengeber beschrieben und mit einer Strategie für die Umsetzung unterlegt. Zusätzlich werden den regionalen Herausforderungen mögliche Lösungen entgegengesetzt und ein Zeitplan mit Meilensteinen dargestellt. Die Arbeiten an den Ideen haben ergeben, dass, insbesondere in Zusammenhang mit den bestehenden Wasserstoffaktivitäten in der Region, der Neu- und Ausbau von Wasserstofftankstellen als eine der vordringlichsten Aufgaben gesehen werden kann.

Ergänzt wird das Konzept durch die Ergebnisse des H2Scout, einem internetbasierten Berechnungstool, das aus der regionalen Konfiguration eines Energiesystems und den Vorgaben und Annahmen des Akteurskreises ein kostenoptimiertes Infrastruktursystem für die Region bzw. einzelne Projektideen berechnet hat.

Die Ergebnisse

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

- 5 Prozent aller Pkw und Kleintransporter, 10 Prozent aller Lkw, 20 Prozent aller Abfallsammelfahrzeuge und 10 Prozent der Busse im ÖPNV werden mit Brennstoffzellen und Wasserstoff betrieben.
- 5 Prozent der regionalen Wärmenachfrage in Wohn- und Bürogebäuden werden mit Brennstoffzellentechnologien und Wasserstoff gedeckt.
- Die in der Region ansässigen und im Akteurskreis aktiven Unternehmen fragen Wasserstoff zur kompletten Deckung ihrer Wärme- und Prozessenergie nach.

Zur Produktion des benötigten Wasserstoffs, rund 30.250 t pro Jahr, werden folgende Kapazitäten erneuerbaren Stroms und weitere regionale Ressourcen angenommen[3]:

- Bestand und Ausbaupotenzial Windenergie: 1.238 MW / 2.589 MW
- Bestand und Ausbaupotenzial PV: 238 MW / 658 MW
- Klärschlämme: 15.370 t/a
- Recyclebare Abfälle: 31.525 t/a

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

- Wasserstoffimporte sind zugelassen
- Strom- und Erdgasimporte sind nicht zugelassen
- Strom- und Wasserstoffexporte
- CO_2-Preis: 100 €/t CO_2
- Transportkosten: 0,36 €/kg H_2 (Pipeline) bzw. 2,30 €/kg H_2 (Trailer + Wasserstofftankstelle (HRS[4]))

Unter diesen Bedingungen wurden folgende Ergebnisse berechnet:

- Wasserstoffnachfrage: 30.249 t/a
- Autarkiegrad: 80,1 %
- H_2-Bereitstellungskosten: 3,42 €/kg (inkl. Einkünfte aus dem Verkauf der Nebenprodukte und Kosten der H_2-Logistik)
- Gewinn vor Steuern: 13.645.641 €/a
- Kapitalrendite: 1,9 %
- Vermiedene CO_2-Emissionen: 346.733 t/a
- CO_2-Vermeidungskosten: 68,39 €/t
- Vermiedene externe Kosten: 71.889.086 €/a (vermiedenen Schäden durch NOX- und CO_2-Emissionen)
- Direkte regionale Wertschöpfung: 42.567.641 €/a (in der Region verbleibende Wertschöpfung aus dem Anlagenbetrieb)

Der angenommene Wasserstoffbedarf kann in diesem Szenario von den bestehenden Kapazitäten zu einem Gestehungspreis von 5,66 €/kg gedeckt werden. Dabei wird der größte Teil des Wasserstoffs elektrolytisch produziert.

3 Nach Marktstammdatenregister 2022 und https://www.renewables.ninia für 2030 (EE-Anlagen) sowie NABU 2019, Circular Economy Initiative 2021(Kunststoffabfälle) / UBA 2018 (Altreifen) / UBA 2018, Destatis 2019 (Klärschlämme)
4 HRS: Hydrogen Refuelling Station, Wasserstofftankstelle

DIE HYSTARTER-REGION **OSTFRIESLAND**

Die HyStarter-Region Ostfriesland ist eine historisch gewachsene Region im äußersten Nordwesten Deutschlands und besteht aus den Landkreisen Aurich, Leer und Wittmund sowie der kreisfreien Stadt Emden. Sie erstreckt sich entlang der Nordseeküste und schließt neben dem Binnenland auch die Ostfriesischen Inseln Borkum, Juist, Norderney, Baltrum, Langeoog und Spiekeroog ein. Die Region umfasst eine Fläche von 3.144,26 Quadratkilometern und knapp 469.824 Einwohner*innen. Damit ist ihre Besiedlungsdichte mit ca. 150 Einwohner*innen pro km² geringer als im Bundesdurchschnitt.[5]

Schon seit Jahrhunderten wird in der küstennahen Region die Windkraft als Energiequelle genutzt, und in den letzten 30 Jahren hat sie sich zu einem Pionier im Einsatz moderner Windenergieanlagen entwickelt. Da allein mit der Nutzung der Windenergie mehr erneuerbare Energie erzeugt als in der Region Strom verbraucht wird und aufgrund von Stromnetzengpässen nicht abtransportiert werden kann, bietet sich eine Energiespeicherung zum Beispiel in Form von grünem Wasserstoff für die Region an. Mit einer ausgeprägten maritimen Wirtschaft, den Reedereien, dem Schiffbau und der Güterlogistik sowie einer bedeutenden Produktionsstätte des VW-Konzerns stellt sich die energieintensive Industrie als optionaler Wasserstoffanwender dar. Durch die verkehrstechnische Erschließung über zwei Bundesautobahnen, die BAB[6] 31/28 (Emden-Oldenburg-Bremen), die BAB 29 (Wilhelmshaven – Richtung BAB 1 Hamburg-Ruhrgebiet) sowie dem geplanten Neubau der B 210n zwischen der Anschlussstelle Riepe (BAB 31) und Aurich (einschließlich einer Ortumgehung Aurich) bildet auch der straßengebundene Güterverkehr ein sinnvolles Abnahmepotential für grünen Wasserstoff. Ähnliches gilt für den eher ländlich geprägten ÖPNV[7] in Form von Überlandbussen und Schienenfahrzeugen.

5 Siehe Wikipedia (Mai 2023) https://de.wikipedia.org/wiki/Ostfriesland

Abbildung 1: Die HyStarter Region Ostfriesland © BMDV/Spilett | Quelle: OpenStreetMap Deutschland 2023

Vor diesem Hintergrund und mit der Motivation, eine regionale Wasserstoffwirtschaft zu initiieren, konnte der Kreis der Initiatoren einen Akteurskreis gewinnen, der das vorliegende Konzept erarbeitete, die Sichtbarkeit der Region Ostfriesland erhöhen und in Zusammenarbeit mit den bestehenden Initiativen das Thema vorantreiben wird.

Der Bewerbungsprozess zum HyLand-Programm wurde von folgenden Organisationen und Unternehmen angestoßen, entwickelt und erfolgreich zum Abschluss gebracht:

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

6 BAB: Bundesautobahn
7 ÖPNV: Öffentlicher Personennahverkehr

Abbildung 2: Die Akteur*innen des HyStarter-Projektes Ostfriesland © V. Kuhnert

Folgende Unternehmen und Organisationen haben ihre Erfahrungen und Expertisen in das HyStarter-Projekt eingebracht:

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

H2-POTENZIALE DER REGION **OSTFRIESLAND**

Szenarienmodellierung

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

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

Basisszenario (Trend 2030)

Quellen für verwendete Parameter und Zeitreihen

- **Bestandsanlagen und Ausbaupotenziale für erneuerbare Energien im Jahr 2030:** Die vorhandenen Erzeugungsleistungen in 2030 wurden anhand der Bestandsanlagen aus dem MaStR Stand 2022 für die Stadt Emden sowie die Kreise Aurich, Leer und Wittmund betrachtet. Zusätzlich wurde die Leistung aus Offshore-Anlagen berücksichtigt. Dabei wurde eine Lebensdauer von 25 Jahren angenommen. Die Potenziale für Windenergie wurden durch die EE ENERGY ENGINEERS auf Basis des Windenergieerlasses Niedersachsen 2021 abgeschätzt, die Potentiale für PV basieren auf angestrebten Ausbaupfaden für PV in Deutschland.
- **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 wurden durch die EE ENERGY ENGINEERS für die Region entsprechend folgender Quelle ermittelt: https://www.hotmaps.eu/map
- **Gesamtnachfrage Verkehr:** Diese Daten wurden durch die EE ENERGY ENGINEERS für die Region entsprechend den Angaben des Kraftfahrtbundesamtes (KBA) ermittelt.
- **Sektorale Nachfrage Verkehr:** Hierzu wurde der Energiebedarf der jeweils gemeldeten Fahrzeugarten in der Region durch den Gesamtenergiebedarf aller Fahrzeuge geteilt. Die Fahrzeugzahlen sind den Statistiken des Kraftfahrtbundesamt entnommen, der spezifische Energiebedarf nach dena (Integrierte Energiewende) abgeschätzt und die Fahrleistung entspricht den „Daten & Fakten“ des Bundesamts für Straßenwesen.
- **Nachfragezeitreihen Wärme und Verkehr:** Da diese Daten nicht aufgeschlüsselt für die Region vorlagen, wurden vereinfachend die Zeitreihen des Projekts JERICHO-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 H_2-Nachfrage (inkl. Nachfragezeitreihen)

	Energie-nachfrage	Deckungsanteil H_2	H_2-Nachfrage	Mehrzahlungs-bereitschaft
Verkehrssektor	2.986 GWh/ Jahr	Pkw und Kleintransporter (je 5 %) Lkw (10 %) Abfallsammelfahrzeuge (20 %) Busse im ÖPNV (50 %)	**4.192 t/Jahr**	Keine Mehrzahlungsbereitschaft (Dieselpreis: 1,80 €/l ohne CO_2-Preis)
Wärmesektor	4.037 GWh/ Jahr	Wohngebäude (5 %) Bürogebäude (5 %) Prozesswärme (0 %)	**6.058 t/Jahr**	Keine Mehrzahlungsbereitschaft (Erdgaspreis: 80 €/MWh ohne CO_2-Preis)
Industrienachfrage H_2 (Vertrieb über H_2Backbone)		100 %	**20.000 t/Jahr**	Keine Mehrzahlungsbereitschaft (2,00 €/kg H_2Backbone)

Annahmen zur Energie- und H_2-Bereitstellung

Verfügbare EE-Kapazitäten	Weitere regionale Ressourcen	H_2-Produktionspfade
Bestand (2030): 1.238 MW Ausbaupotenzial: 2.589 MW	Klärschlämme: 15.370 t/a Kunststoffabfälle (PE/PP): 28.047 t/a Altreifen: 3.478 t/a	✓ Wasserelektrolyse ✓ Reststoffthermolyse ✓ Methanplasmalyse ✓ Dampfgasreformierung
Bestand (2030): 238 MW Ausbaupotenzial: 658 MW	Wasser: unbegrenzt verfügbar	

Weitere Annahmen

H_2-Importe: zugelassen (grün) < 26,35 t/h (max 20 %) • Strom- und H_2-Exportkapazitäten: < 150 MW /< 26,75 t/h • Transport- und Handlingkosten H_2: 0,36 €/kg H_2 (Pipeline)|2,30 €/kg (Trailer, H_2-Tankstelle) • CO_2-Preis: 100 €/t CO_2 • Strom- oder Erdgasimporte: nicht zugelassen

Alternativszenarien (Trend 2030)

Vom Basisszenario abweichende Annahmen

Szenario „ohne Stromexporte“

Dieses Alternativszenario entspricht dem Basisszenario mit der abweichenden Annahme, dass sich die regionalen EE-Anlagen in „fremder Hand“ befinden und keine Nebeneinnahmen aus Stromverkäufen generiert werden können. Der Strom aus Neuanlagen wird zu Gestehungskosten bereitgestellt.

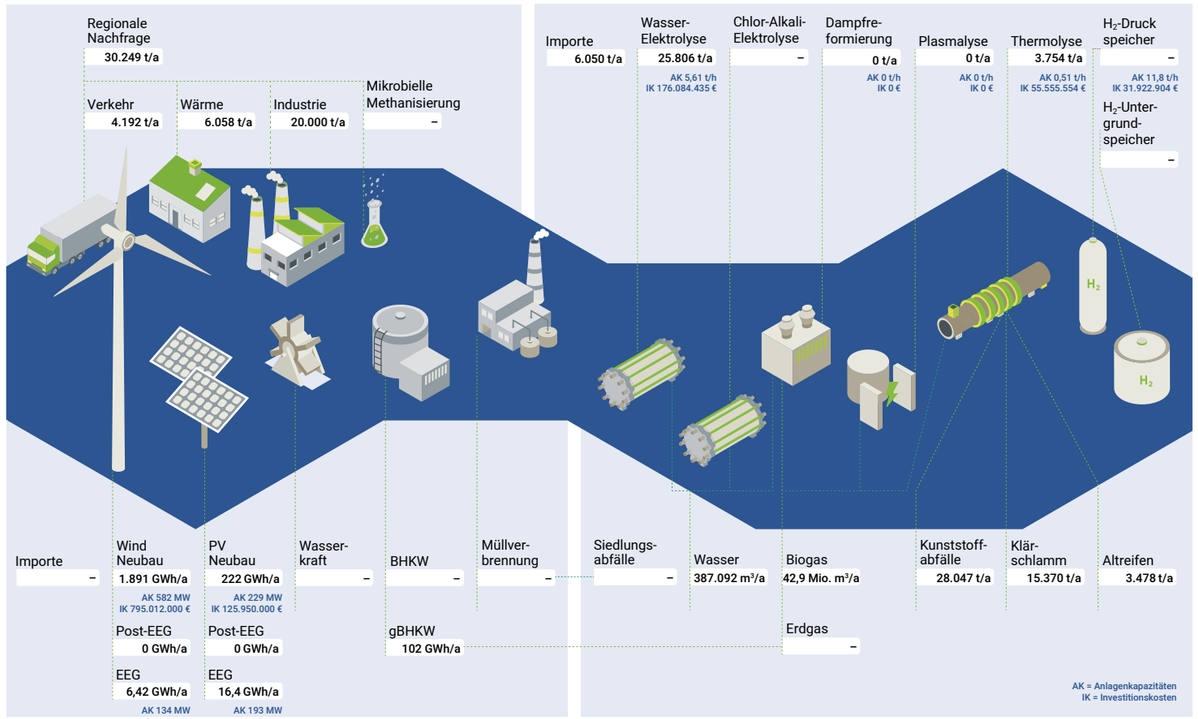
Szenario „Autarkie“

Dieses Alternativszenario entspricht dem Basisszenario mit der abweichenden Annahme, dass keine Energie (Strom, Erdgas, Wasserstoff) in die Region transportiert werden wird.

Jahresbilanzen des Basisszenarios Investionskosten gesamt: 1,18 Mrd. €

Regionale Wasserstoffnutzung

Wasserstoffproduktion und -herkunft



Energieeinsatz (elektrisch)

Ressourceneinsatz

Energieexporte und Nebenprodukte

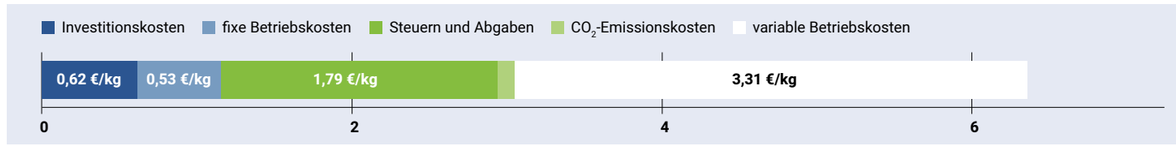
Strom	Wärme	O_2	H_2 (Exporte)	H_2 (Gasnetz)	$CH_{4,bio}$	CO_2	C_{fix}
882 GWh/a	305 GWh/a	0 t/a	5.263 t/a	–	–	48.833 t/a	0 t/a

Spezifischer Emissionsfaktor H_2	Regionale H_2-Produktion
1,07 kg CO_2 / kg H_2	29.561 t/a

Abbildung 3: © H2Scout.eu/Spilett

(1) Netzstrombezug wird als Stromimporte gewertet, auch wenn der Strom bilanziell aus regionalen EE-Anlagen stammen könnte. (2) Abweichungen in der Zahlungsbereitschaft entstehen aufgrund unterschiedlicher Märkte bzw. abweichenden Mengen exportiertem "Überschusswasserstoffs

Zusammensetzung der regionalen H_2-Gestehungskosten[1] Summe: 5,66 €/kg



1 Die H_2-Gestehungskosten beziehen sich ausschließlich auf die H_2-Produktionsanlagen. Stromkosten werden als variable Betriebskosten berücksichtigt

Abbildung 4: © H2Scout.eu/Spilett

Zusammensetzung der Umsätze Summe: 263.811.060 €/a

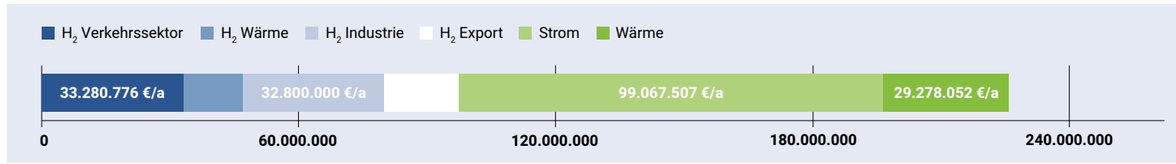


Abbildung 5: © H2Scout.eu/Spilett

Leistungskennzahlen des Systems (KPI)

30.249 t/a H_2-Nachfrage **ergibt sich aus den definierten H_2-Bedarfen der Region**	**3,43 €/kg** H_2-Bereitstellungs-kosten **Break-Even-Preis, der im Mittel vom Kunden gezahlt werden muss, um einen Gewinn zu erzielen**	**13.645.641 €/a** Gewinn vor Steuern **Maximaler Gewinn vor Steuern im Fall, dass die durchschnitt-liche Zahlungsbereitschaft als Preis realisiert wird**	**346.733 t/a** Vermiedene CO_2-Emissionen **Vermiedene Gesamtemissio-nen zuzüglich der bei der Wasserstoffproduktion ent-stehenden CO_2-Emissionen**	**71.889.086 €/a** Vermiedene externe Kosten **Vermiedene gesellschaftliche Kosten des Klimawandels und der Stickoxidemissionen des Verkehrssektors**
80,1 % Autarkiegrad **Regionaler Anteil der zur Wasserstoffproduktion ver-wendeten Primärenergie**	**3,81 €/kg** Zahlungsbereitschaft H_2 **Durchschnittliche Zahlungsbe-reitschaft über alle Nachfrage-sektoren**	**1,9 %** Kapitalrendite **bei einer angenommenen Systemlaufzeit von 20 Jahren.**	**68,39 €/t** CO_2-Vermeidungskosten **Die CO_2-Vermeidungskosten enthalten als Differenz zwi-schen Bereitstellungskosten und Zahlungsbereitschaft den definierten CO_2-Preis.**	**42.567.641 €/a** Direkte regionale Wertschöpfung **Anteil der in der Region verbleibenden Wertschöpfung aus dem Betrieb der Anlagen (Näherungswert aufgrund unvollständiger Datenbasis)**

Fazit

Unter den getroffenen Annahmen und Rahmenbedingungen ist die Wirtschaftlichkeit der Wasserstoffregion Ostfriesland 2030 im Basisszenario und im Autarkieszenario gegeben. Die Nebeneinnahmen durch den Verkauf der 36 % nicht für die Wasserstoffproduktion benötigten Strommengen aus eigenen Anlagen tragen wesentlich zur Wirtschaftlichkeit bei. Aufgrund der anteilig geringen Nachfrage nach Wasserstoff aus dem Verkehrssektor ist die mittlere Zahlungsbereitschaft für den regionalen Wasserstoff eher gering. Ohne Begrenzung der Importmengen von Wasserstoff besteht auch durch die regionale Nähe zu den Häfen die Gefahr, dass die regionalen Gestehungskosten in Höhe von 5,66 €/kg perspektivisch nicht im Wettbewerb mit Importwasserstoff bestehen können. Zur Sicherung einer wettbewerbsfähigen Wasserstoffwirtschaft in Ostfriesland ist es daher wichtig, frühzeitig zahlungskräftige Märkte zu erschließen, sowie die Wasserstoffproduktion regional so zu platzieren, dass Netzentgelte vermieden und Nebenprodukte umfänglich vermarktet werden können (Abwärmenutzung Elektrolyse, Sauerstoffvertrieb, Stromvertrieb…).

Basis- und Alternativszenarien im Vergleich Ergebnisse

Szenarien	H_2-Nachfrage	Autarkiegrad[1]	H_2-Bereitstellungs-kosten	Zahlungs-bereitschaft H_2[2]	Gewinn vor Steuern
Basisszenario	**30.249 t/a**	**80,1 %**	**3,42 €/kg**	**3,83 €/kg**	**13,65 Mio €/a**
Ohne Stromexporte	30.249 t/a	83,1 %	4,96 €/kg	3,88 €/kg	-33,83 Mio €/a
Autarkie	30.249 t/a	100 %	3,76 €/kg	3,81 €/kg	1,84 Mio €/a

	Kapitalrendite	Vermiedene CO_2-Emissionen	CO_2-Vermeidungs-kosten	Vermiedene externe Kosten	Direkte regionale Wertschöpfung
Basisszenario	**1,9 %**	**346.733 t/a**	**68,39 €/t**	**71,89 Mio €/a**	**42,57 mio €/a**
Ohne Stromexporte	-9 %	344.143 t/a	203,37 €/t	71,36 Mio €/a	16,72 Mio €/a
Autarkie	0,2 %	346.891 t/a	97,21 €/t	71,92 Mio €/a	33,79 Mio €/a

Ostfriesland

Das Zielsystem

Grüner Wasserstoff als Schlüsselelement für eine kohlenstofffreie Mobilität von morgen, für eine klimaneutrale Wärmeversorgung und als nachhaltiger Energierohstoff in der Industrie. Grüner Wasserstoff als Energieträger und Speicher von regenerativem Strom. Mit diesen Stichworten entwickelte der Akteurskreis ein visionäres Bild von einer Wasserstoffwirtschaft für die Region Ostfriesland im Jahr 2030.

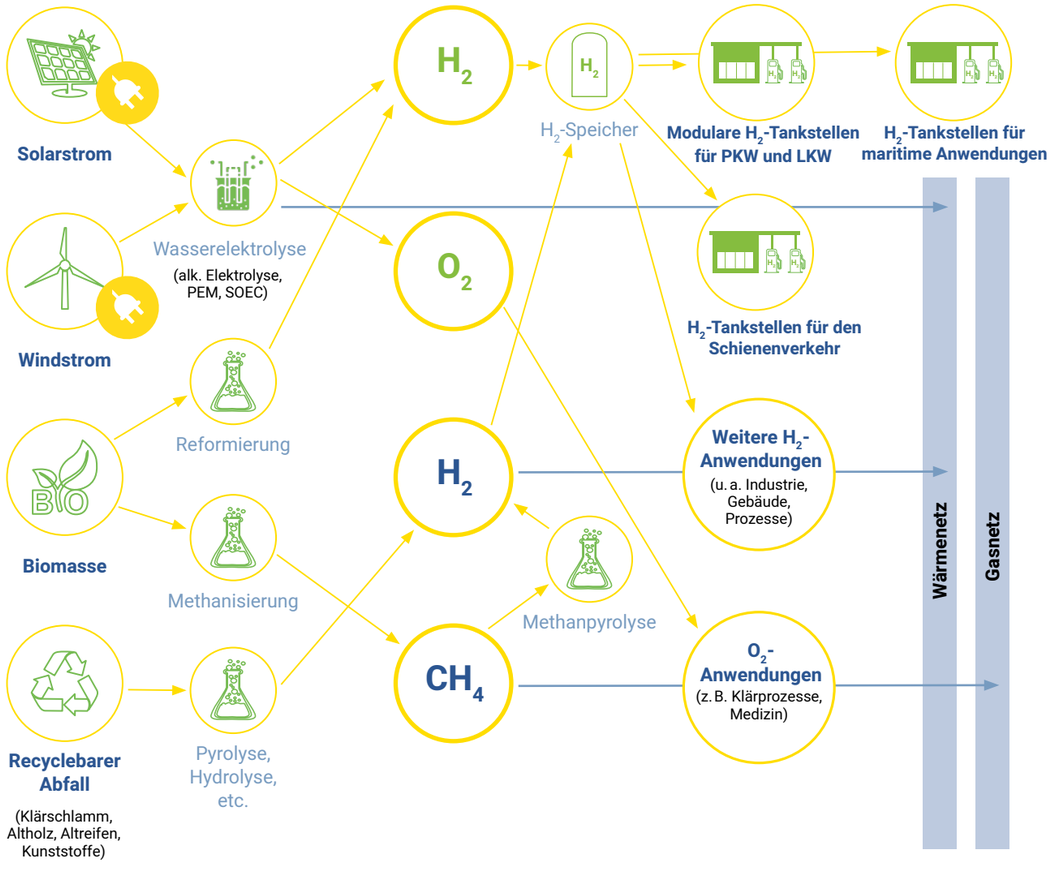


Abbildung 6: Das Zielsystem 2030 – Optionen einer Wasserstoffwirtschaft in der Region Ostfriesland | © BMDV/Spilett n/t

Als Küstenregion bietet Ostfriesland gute bis sehr gute Bedingungen für den energetischen und stofflichen Einsatz von grünem Wasserstoff zur Substitution fossiler Brennstoffe und Energieträger. Windenergieanlagen zur Produktion von erneuerbarem Strom prägen die Region. Potenzielle Anwender*innen in den Sektoren Mobilität, Wärme und Industrie bekunden großes Interesse, ihre CO_2-Emissionen zu reduzieren. Ein bislang für den Transport von Erdgas genutztes Netz kann den Transport und die Speicherung von Wasserstoff gewährleisten. Aufgrund des hohen Anteils 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 in Ostfriesland bei der Wasserstoffproduktion auf der Technologie der Wasserelektrolyse. Anlagen dieser Technik erzeugen nach dem Basisszenario für die Region über 70 Prozent 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.

Für das ostfriesische Energiesystem spielt auch die Erzeugung von Biomethan als umweltfreundliche Alternative zu fossilen Brennstoffen eine Rolle. Es wird aus lokalen nachwachsenden Rohstoffen gewonnen und ins bestehende Gasnetz eingespeist. Zusammen mit dem aus der Erneuerbaren Energie gewonnenen grünen Wasserstoff dient es darüber hinaus zur Erzeugung von Wasserstoffderivaten, wie zum Beispiel Methanol. Daneben wird das heute schon überwiegend aus Mais und Gülle hergestellte Biogas seine entscheidende Bedeutung im zukünftigen regionalen Energiemix weiterhin einnehmen.

Brennstoffzellenbusse gehören 2030 zum alltäglichen Bild auf den Landstraßen. Ein flächendeckendes Netz von Wasserstofftankstellen ermöglicht zuverlässige Verbindungen mit effizienter Streckenführung. Dieses Angebot wird durch On-Demand-Fahrten[8] mit Brennstoffzellenkleinbussen ergänzt, die durch ein ausgereiftes, "intelligentes" Buchungssystem flexibel und rund um die Uhr Lücken im Fahrplan des öffentlichen Nahverkehrs schließen und auf individuelle Fahrtwünsche eingehen. Für Handwerksbetriebe ist der Brennstoffzellenkleintransporter ein zuverlässiges Transportmittel.

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

Im Schienenverkehr zur Küste bietet es sich an, die nicht elektrifizierte Strecke von Sande nach Esens mit brennstoffzellenbetriebenen Schienenbussen zu bedienen. Hier läuft ein Testbetrieb. Die Anbindung Aurich – Emden ist in der Diskussion.

8 On-Demand-Verkehr: Eine Form der gewerblich organisierten Personenbeförderung, die Fahrgäste auf Anfrage flexibel, bei Bedarf, ohne Fahrplan, zwischen Haltepunkten befördert. Siehe auch https://www.zukunftsnetzwerk-oepnv.de/verkehrsangebote/on-demand-verkehr

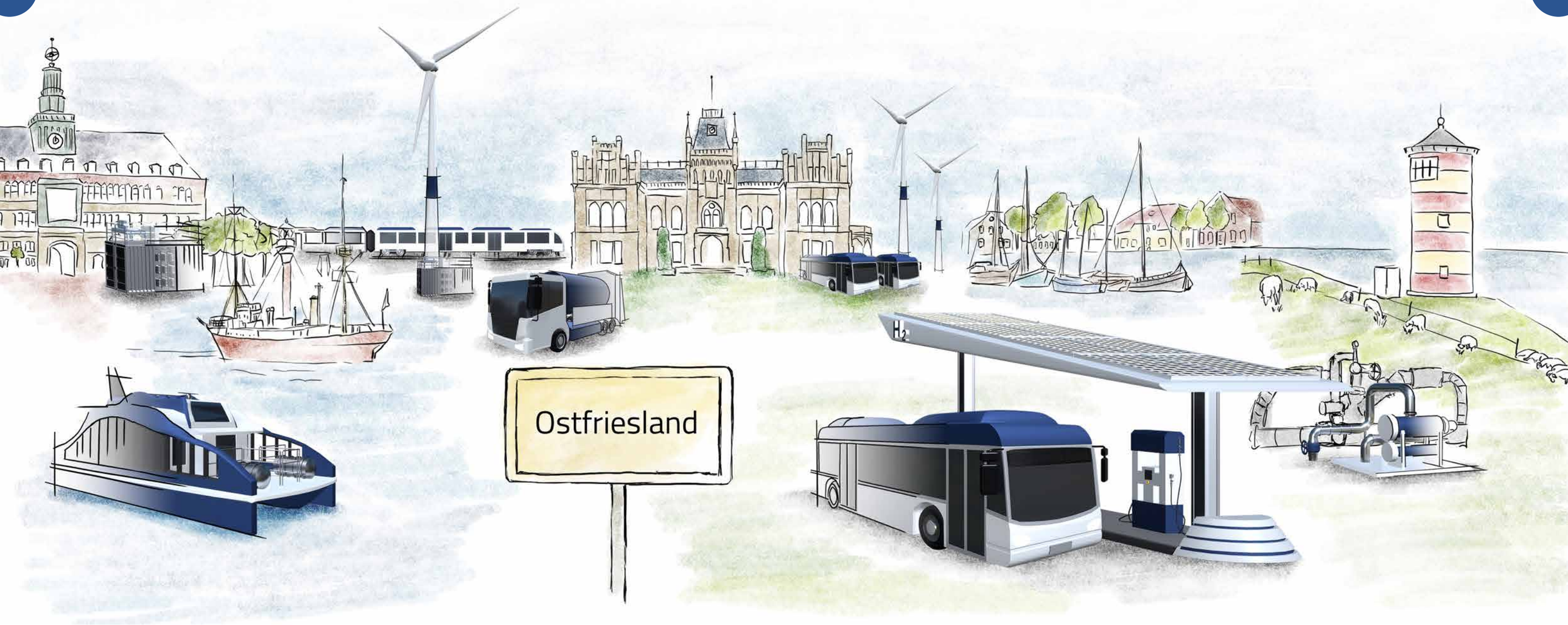
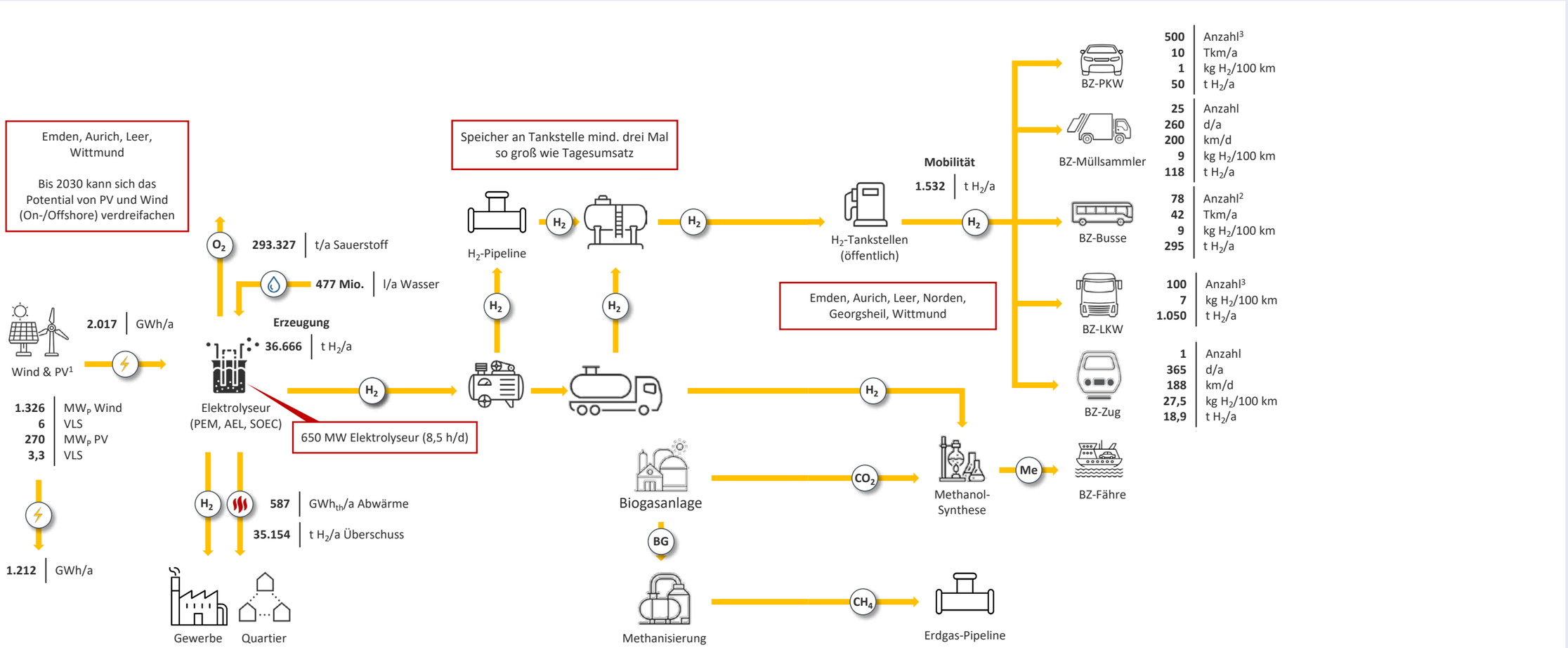


Abb. 7: Die Vision 2030 – Optionen der Wasserstoffproduktion und der Wasserstoffanwendungen in der Region Ostfriesland

HANDLUNGSFELDER UND UMSETZUNGSSTRATEGIEN

Technologiekonzept

Das Technologiekonzept bezieht sich auf geplante Projekte und Projektideen, die im Rahmen der Strategiedialoge diskutiert wurden und ist unabhängig von den Ergebnissen des H2Scouts zu betrachten, der sich bei seinen Berechnungen eines Szenarios auf die gesamte Region für das Jahr 2030 bezieht. Die jeweiligen Technologien sind in der Übersicht (Abb. 8) dargestellt. Die zugrunde gelegten Zahlen, zum Beispiel über die Anzahl von zukünftig eingesetzten Brennstoffzellenfahrzeugen, sind Abschätzungen aus dem Akteurskreis.



1 Wind- und PV-Potential stammen aus dem Marktstammdatenregister, abgerufen 7.03.2023

2 Insgesamt 310 Busse im Einsatz, Umrüstungsquote: 25 % | 3 Annahme zur Flottengröße

Abbildung 8: Das Technologiekonzept | © BMDV/EE ENERGY ENGINEERS

Erneuerbare Energie und Wasserstofferzeugung

Für die Produktion von grünem Wasserstoff wurde die installierte Wind- und PV-Leistung der Landkreise Aurich, Leer und Wittmund sowie der Stadt Emden betrachtet, um die maximale, regional produzierbare Wasserstoffmenge zu berechnen. Die hierfür betrachteten Leistungen umfassen 1.326 MWp-Windenergie und 270 MWp-Solarenergie.

Um eine Grundauslastung der Elektrolyseanlage sicher zu stellen und damit eine wirtschaftliche Konfiguration der Anlage zu erreichen, wird im Technologiekonzept eine Kombination der EE-Anlagen betrachtet. Dabei wird wegen der ungleichen Lastprofile von Solarstrom- und Windenergieanlagen der Elektrolyseur auf ein Drittel der installierten Photovoltaik-Leistung und auf die Hälfte der installierten Windenergieleistung ausgelegt. Diese Systemkonfiguration ermöglicht eine Steigerung der Volllaststunden auf 8,5 h pro Tag. Damit wird eine jährliche Wasserstoffproduktion von 36.666 t erreicht, die den errechneten Bedarf in der regionalen Mobilität von 1.532 t/a um ein Vielfaches übersteigt. Somit stehen noch 35.154 t grüner Wasserstoff pro Jahr für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung von Quartieren und Gewerberäumen sowie für den Export zur Verfügung.

Neben dem produzierten Wasserstoff werden 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. Bei der oben genannten Wasserstoffmenge stünden ca. 293.327 t Sauerstoff im Jahr mit einer Reinheit von über 95 % zur Verfügung. Der Sauerstoff kann z. B. in Kläranlagen zur Effizienzsteigerung der Klärprozesse oder nach einer zusätzlichen Aufreinigung für medizinische Zwecke genutzt werden.

Zur Wasserstoffproduktion mittels Elektrolyse wird deionisiertes Wasser benötigt. Entsprechende Wasseraufbereitungsanlagen werden bei der Planung eines Elektrolyseurs berücksichtigt. Für die geplante Wasserstoffmenge in der Region bedarf es 477 Mio. Liter Wasser pro Jahr. Das Wasser wird vorranging aus Regenrückhaltebecken sowie aus dem in der Region anfallenden Abwasser (kommunal. Industrie) bezogen und entsprechend aufbereitet.

Elektrolyseanlagen mit Leistungen zwischen 250 kW und 10 MW werden in der Praxis in Containerbauweise installiert, größere Anlagen werden freistehend errichtet. Technologiebedingt sind AEL-Elektrolyseure[9] von den Anschaffungskosten tendenziell günstiger als PEM-Elektrolyseure[10]. 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 weitere benötigte Komponenten.[11] Dabei müssen regulatorische Rahmenbedingungen und Netzentgelte berücksichtigt werden. Die größten Stromverbraucher sind der Elektrolyseur und der leistungsintensive Verdichter. Bei dem Wasseranschluss genügt in der Regel die Einhaltung der Qualitätsanforderungen gemäß der Trinkwasserverordnung[12]. In Abhängigkeit von der Auslastung des Stromnetzanschlusspunktes ist ggf. die Ertüchtigung einer Trafostation zu berücksichtigen.

Je nach Anwendungsgebiet kann der Wasserstoff direkt nach der Produktion aus der Elektrolyseanlage verwendet werden. Die Wasserstoffqualität beträgt nach der Elektrolyse 99,9 % (Qualitätsstufe 3.0) und kann zum Beispiel in Verbrennungsmotoren (z. B. in üblichen BHKW oder in Fahrzeugen mit Verbrennungsantrieb) oder als Prozessgas für die Industrie genutzt werden. Für Brennstoffzellenanwendungen in der Mobilität ist hingegen oft eine Reinheit von 99,999 % (Qualitätsstufe 5.0) erforderlich, wobei manche Fahrzeughersteller mittlerweile nur noch die Qualität 3.7 (99,97 %) 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 Flaschenbündel abgefüllt werden soll, bedarf es ebenfalls einer Trocknungsanlage, da die Behälter wegen der Feuchtigkeit korrodieren können. Gleiches gilt auch für die Speicherung in Stahltanks sowie für Kompressoren.

Einen weiteren Pfad der Wasserstoffproduktion in Ostfriesland bietet die Verwertung von Reststoffen z. B. in plasmalytischen Verfahren. Dieses wurde aber nur am Rande betrachtet und wird hier der Vollständigkeit halber genannt.

9 AEL: Alkalische Elektrolyse
10 PEM: Polymerelektrolytmembran-Elektrolyse
11 wie Kompressoren und Trocknungsanlagen
12 Siehe TrinkwV 2020 und EU-Richtlinie 2020/2184-EU

Standortenergieversorgung

Eine weitere Einsatzmöglichkeit des Wasserstoffs ist die Wärmeversorgung in Wohn- und Gewerbegebieten der Region sowie des geplanten Zentralklinikums in Uthwerdum. Die Wärmebereitstellung kann sowohl verbrennungsmotorisch in einem Wasserstoff-BHKW, in einer Brennstoffzelle oder über die Abwärmenutzung des Elektrolyseurs erfolgen. Bei der Produktion von einem Kilogramm Wasserstoff entstehen 16 kWh Wärmeenergie mit einem Temperaturniveau zwischen 55° und 60° Celsius. Für die Wärmeversorgung können aus den vorgestellten Elektrolyseursystemen 587 GWh Abwärme im Jahr genutzt werden. Ein Vorteil der verbrennungsmotorischen Nutzung ist, dass eine Wasserstoffqualität von 3.0 ausreichend und ein Mischgasbetrieb mit Erd- oder Biogas möglich ist, sodass die Versorgungsart sukzessive von Erd- oder Biogas auf Wasserstoff umgestellt werden kann. Brennstoffzellen hingegen sind effizienter, allerdings auf ein bestimmtes Brenngas, wie etwa Wasserstoff ausgelegt und erfordern eine Qualität von 5.0. Aufgrund ihrer Effizienz eignen sich mit Wasserstoff betriebene Brennstoffzellen-BHKWs insbesondere bei einem hohen Wärmebedarf.

Für den Fährbetrieb in der Region Ostfriesland zwischen Festland und Ostfriesischen Inseln kann auch grünes Methanol zur Substitution von Dieselkraftstoff genutzt werden. Zur Herstellung wird in einem Syntheseverfahren grüner Wasserstoff mit Kohlenstoffdioxid in flüssiges Methanol umgewandelt. Dieses weist eine im Vergleich zu gasförmigem, unkomprimiertem Wasserstoff höhere Energiedichte auf und lässt sich technisch leichter transportieren. Darüber hinaus lässt sich Methanol in Direkt-Methanol-Brennstoffzellen oder Verbrennungsmotoren einsetzen bzw. in das Erdgasnetz einspeisen. Bei der Anwendung wird nur die zugeführte Menge an Kohlenstoffdioxid wieder freigesetzt. Als Kohlenstoffquelle stehen in der Region eine Vielzahl von Biogas-Anlagen zur Verfügung.

Wasserstofftransport

In der Region Ostfriesland stehen beide Distributionspfade für Wasserstoff, der Trailer und die Pipeline, zur Verfügung. Je nach Standort der Elektrolyseanlage, den Anwendungsstandorten und Anwendungsarten sowie den zu transportierenden Mengen können die bestehenden Erdgasleitungen, nach einer entsprechenden Umrüstung, oder die geplanten Wasserstoffleitungen des European Hydrogen Backbone[13] genutzt werden.

Für die Planung, das Genehmigungsverfahren und den Bau neuer Wasserstoffpipelines müssen je nach Länge, verwendetem Material, Transportdruck und -menge, dem Baugrund sowie den Erfahrungen und Expertisen der lokalen Genehmigungsbehörden mehrere Jahre eingeplant werden. Bei der Umwidmung bestehender Erdgas-Pipelines auf Wasserstofftransport kann mit etwa drei Jahren Umrüstungszeit gerechnet werden. Die Kosten für den Neubau von Pipelines liegen je nach örtlichen Gegebenheiten (Bebauungsgrad, Tiefbau, Genehmigungsaufwand etc.) zwischen 150 T€ und 1.000 T€ je Kilometer. Laut einer Auswertung des Forschungszentrums Jülich betragen die durchschnittlichen Errichtungskosten einer Pipeline 352 T€ pro Kilometer, ohne Verdichter-, Einspeise- oder Entnahmestation[14]. Nutzungs- und Abschreibungsdauer werden im Durchschnitt mit 40 Jahren angenommen.[15]

Wasserstoffspeicherung

Ziel der Speicherung von Wasserstoff als umkehrbare Aufbewahrung ist es, dessen chemische und physikalischen Eigenschaften für eine weitere Verwendung zu erhalten. Der Speichervorgang umfasst die Einspeicherung, die befristete Lagerung und die Ausspeicherung. Technisch aktuell sind die konventionellen Speichermöglichkeiten in Druckbehältern durch Verdichten mit Kompressoren und die Flüssiggasspeicherung durch Kühlen und Verdichten. Alternative Speicherformen nutzen die physikalischen oder chemischen Bindungen an andere Stoffe. Hier spielen die Absorption im Metallhydridspeicher (Speicherung als chemische Verbindung zwischen Wasserstoff und einem Metall und die sog. Adsorptionsspeicherung von Wasserstoff in hochporösen Materialen eine Rolle. Bekannt und technisch weiterentwickelt sind hier die Speicheroptionen in Methanol, in flüssigen organischen Wasserstoffträgern (liquid organic hydrogen carriers (LOHC)) oder in Ammoniak.[16]

13 European Hydrogen Backbone: Initiative von 32 Energieinfrastrukturbetreibern zur Entwicklung einer klimaneutralen Energieversorgung in Europa, siehe https://www.ehb.eu/
14 Forschungszentrum Jülich GmbH; Konzept und Kosten eines Pipelinesystems zur Versorgung des deutschen Straßenverkehrs mit Wasserstoff; Seite 160; https://juser.fz-juelich.de/record/136392/files/Energie&Umwelt_144.pdf
15 SCHRIFTENREIHE ENERGIESYSTEME DER ZUKUNFT; Optionen für den Import grünen Wasserstoffs nach Deutschland bis zum Jahr 2030; Seite 37; https://www.akademienunion.de/fileadmin/au-uploads/publikationen/Publikationen_PDFs/2022/Analyse_Wasserstoff.pdf
16 siehe: Deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellenverband, DWV e. V.

Die Speicherung von Wasserstoff in erschlossenen und bisher als Erdgasspeicher genutzten Untertagespeichern, Kavernen- oder Porenspeichern, befindet sich zurzeit in der technischen Erprobung. Die bisher bekannten Prüfungen gestalten sich als sehr positiv[17], sodass damit zu rechnen ist, zukünftig Wasserstoff in großen Mengen in vorhandenen Kavernen unterirdisch ein- und ausspeichern zu können.

Für die Region Ostfriesland bieten sich mit den Speichern Etzel, Krummhörn, Nüttermoor und Jemgum damit sehr große Potenziale für die regionale Wasserstoffwirtschaft. Dabei könnten die Speicherkapazitäten nicht nur für die regionalen Anwendungen genutzt, sondern auch überregionalen Nutzungsoptionen zur Verfügung gestellt werden.

Wasserstofftankstellen

Für den wirtschaftlichen Betrieb einer Wasserstofftankstelle ist die vorherige Identifizierung von potenziellen Abnehmern im Mobilitätsbereich mit entsprechenden Abnahmemengen unabdingbar. Über Absichtserklärungen von Fahrzeugflottenbetreibern (Taxiunternehmen, Entsorgungsunternehmen und ähnliche) lassen sich die Nachfragemengen sehr gut kalkulieren und die Tankstellen entsprechend planen. Auch die meisten der aktuellen Förderprogramme erwarten für einen Positiventscheid eine gesicherte Wasserstoffabnahme. Je nach Förderprogramm werden nur öffentliche Tankstellen gefördert (u. a. im NIP[18]), aber auch für Betriebshoftankstellen sind Fördergelder beziehbar (u. a. KSNI[19]).

Grundsätzlich können Wasserstofftankstellen (HRS)[20] nachträglich erweitert werden. Sie 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) sind in der Regel erweiterbar. Bei der Speicherdimensionierung sollte man auch hier den dreifachen Tagesbedarf vorsehen. Weitere Informationen zu den Komponenten einer HRS können dem Anhang entnommen werden.

Bei der Genehmigung von Wasserstofftankstellen müssen unterschiedliche Verfahren u. a. nach der aktuellen Bundes-Immissionsschutzverordnung, dem Störfallrecht sowie ein Baugenehmigungsverfahren durchlaufen werden, die abhängig sind von Schwellwerten bei der Wasserstoffspeicherung vor Ort: Ab 3 t greift die 4. BImSchV[21], ab 5 t 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 vor Ort 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.

Wasserstoffmobilität

ÖPNV: In der Region Ostfriesland liegt ein Schwerpunkt der Wasserstoffanwendungen in der Mobilität und hier insbesondere beim emissionsarmen Betrieb von Fahrzeugflotten zur Personenbeförderung. Aufgrund der regionalen Topografie, der Streckenlängen und der Streckenprofile können sowohl batterieelektrische als auch brennstoffzellenbetriebene Fahrzeuge zum Einsatz kommen. Erfahrungsgemäß sinkt der (Kosten-) Aufwand für die Bereitstellung der Infrastruktur für BZ-Fahrzeugen mit zunehmender Größe der Flotte, wohingegen dieser bei der batterieelektrischen Variante wegen zusätzlich erforderlicher (Schnell-) Ladesäulen, dem dazu notwendigen Leitungsausbau und ggf. dem Ausbau von Netzstationen steigt. Der belgische Hersteller von Stadtbussen van Hool sieht den Break-Even-Point für Linienbusflotten bei ungefähr 50 Fahrzeugen.

Der Flächenbedarf, der für die Energieaufnahme entsteht, hängt vom Betriebskonzept beider Antriebssysteme ab. So ist der Platzbedarf einer HRS mit Eigenversorgung grundsätzlich höher als der einer Trailer-Bereitstellung. Mit zunehmender Flottengröße steigt der Flächenbedarf für Eigenversorgungskonzepte deutlich stärker an. Bei batterieelektrischen Fuhrparks ergibt sich ein ähnliches Phänomen. Hierbei ist jedoch die Ladestrategie entscheidend.

17 siehe: EWE AG, Wasserstoffspeicher Rüdersdorf: Kavernenbau in Vorbereitung (https://www.ewe.com/de/media-center/pressemitteilungen/2021/10/wasserstoffspeicher-rdersdorf-kavernenbau-in-vorbereitung-ewe-ag

18 NIP: Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, siehe: https://www.ptj.de/nip

19 KsNI: Richtlinie über die Förderung von leichten und schweren Nutzfahrzeugen mit alternativen, klimaschonenden Antrieben und dazugehöriger Tank- und Ladeinfrastruktur für elektrisch betriebene Nutzfahrzeuge (reine Batterieelektrofahrzeuge, von außen aufladbare Hybridelektrofahrzeuge und Brennstoffzellenfahrzeuge), siehe: https://www.balm.bund.de/DE/Foerderprogramme/KlimaschutzundMobilitaet/KSNI/Ksni_node.html

20 HRS: Hydrogen Refueling Station, Wasserstofftankstelle

21 Bundes-Immissionsschutzverordnung

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, etwa über Pantographen. Hier bieten BZ-Busse eine flexiblere Einsatzmöglichkeit bzgl. Routenlänge und Topografie.

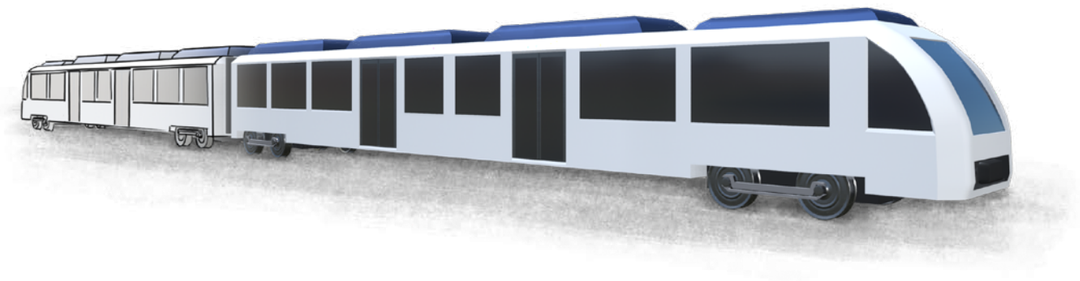
Müllsammelfahrzeuge: Ebenfalls im regionalen Fokus steht die Umstellung der Müllsammelfahrzeuge auf BZ-Antriebe. Die Hersteller solcher Müllsammler setzen auf das sog. BZ-REX (Range Extender)-Prinzip. Hier verfügt das Fahrzeug über einen batterieelektrischen Antrieb und eine zusätzliche BZ-Kapazität inkl. Wasserstofftank. Durch die betriebstypischen Bremsvorgänge lassen sich bis zu 40 Prozent der benötigten Energie rekuperieren. Manche Fahrzeuge sind mit einem 700-bar-Drucktank für Wasserstoff ausgestattet, sodass sie auch an öffentlichen Tankstellen mit Pkw-Zapfsäulen betankt werden können, soweit es die Zufahrtbedingungen erlauben. Daneben ist eine Betankung mit einer 350-bar-Tankeinrichtung an einer Betriebshoftankstelle auch möglich.

Schwerlastgüterverkehr: Aufgrund des hohen Aufkommens von Güterverkehren, insbesondere von den Überseehäfen Emden und Wilhelmshaven ins Binnenland, würde die Region auch von einem emissionsarmen Schwerlastverkehr sehr profitieren. Allerdings sind BZ-Lkw derzeit noch nicht in Serienreife verfügbar und werden nur von sehr wenigen Herstellern angeboten. Eine Erweiterung ihres Portfolios für die Logistikbranche wurde von den meisten Herstellern in Aussicht gestellt, allerdings ist heute noch mit sehr langen Lieferzeiten zu rechnen.

Lkw mit Brennstoffzellenantrieb werden überwiegend auf der Druckstufe 350 bar betankt, es gibt aber auch Betriebsmodelle, die mit einem Wasserstoffverbrennungsmotor ausgestattet sind oder die Idee eines Flüssigwasserstoffbetriebs aufgreifen. Beide Varianten sind aktuell noch in einer Vorserienphase.

Pkw: Auch das Angebot an BZ-Pkw ist sehr überschaubar. Derzeit gibt es neben dem Mirai von Toyota nur den Hyundai Nexo als serienreife Pkw mit Brennstoffzellenantrieb. Mit rund 100 Wasserstofftankstellen für die Betankung von Pkw ist auch die Infrastruktur in Deutschland noch nicht ausreichend weit entwickelt. Zudem haben sich die meisten deutschen Automobilhersteller aus dem Markt für BZ-Pkw zurückgezogen.

Züge: In Deutschland werden bereits Züge mit Brennstoffzellenantrieb im Personenverkehr eingesetzt, wobei die BZ-Technik ihren Vorteil insbesondere auf nicht elektrifizierten Strecken ausspielt. Bei Brennstoffzellen-Zügen sind nach Angaben des Herstellers Alstom je nach Topografie bis zu 1.000 km mit einer Tankfüllung (ca. 180 kg bei 350 bar) möglich. Bei der Umrüstung der Bahnstrecke von Wilhelmshaven nach Esens werden aufgrund der Tageskilometerleistung von 188 km Brennstoffzellen-Züge empfohlen. Batterieelektrische Züge können ebenfalls eingesetzt werden, jedoch müsste die Batterie nach jeder Fahrt an der Endstation wieder aufgeladen werden, was die Taktung des Betriebs deutlich reduziert. BZ-Züge sind von verschiedenen Herstellern verfügbar. In Deutschland werden vorzugsweise der Alstom Coradia iLint sowie der Mireo Plus H von Siemens Mobility eingesetzt. Die Modelle gibt es in verschiedenen Größen zwischen 120 und 165 Sitzplätzen.



PROJEKTIDEEN UND UMSETZUNGSSTRATEGIEN

Übersicht

Im Laufe des HyStarter-Projektes wurden in den Strategiedialogen und verschiedenen Arbeitsgruppen Handlungsfelder entwickelt, die mit konkreten Projektideen und Vorschlägen zur Umsetzung inhaltlich unterlegt wurden. Bei den Gesprächen ist deutlich geworden, dass die hier aufgeführten Ideen keine dezidierten Planungen darstellen, sondern Teil einer Umsetzungsstrategie für die Initiierung einer regionalen Wasserstoffwirtschaft bilden. Bei der weiteren Verfolgung der Ideen müssen die beschriebenen technischen Umsetzungsoptionen und die wirtschaftliche Darstellbarkeit der einzelnen Projekte berücksichtigt werden.

Standortenergieversorgung:

- geplantes Klinikum Uthwerdum (1)
- Industrieunternehmen (2)
- Gewerbegebiete

Mobilität:

- HRS-Standorte (3, 4, 5, 6, 7, 8)
- ÖPNV im Landkreis Aurich und Landkreis Leer (9, 10)
- BZ-Abfallsammelfahrzeuge

Abbildung 9: Regionale Übersicht der Projektideen | © BMDV/Spilett n/t, Quelle: OpenStreetMap Deutschland 2023

Aufbau eines Wasserstofftankstellennetzes

Für eine beschleunigte Einführung der Wasserstoffmobilität in der Region Ostfriesland ist der flächendeckende Betrieb von Wasserstofftankstellen in allen beteiligten Landkreisen und der Stadt Emden grundlegende Voraussetzung. Ziel dieser Idee ist es, in enger Zusammenarbeit mit der H2NORD GmbH, einem der Akteure des HyStarter-Projektes, die zukünftig hohen Bedarfe an grünem Wasserstoff für die straßengebundenen BZ-Fahrzeuge in der Region rund um die Uhr decken zu können. Der dafür benötigte Wasserstoff wird mittels Elektrolyseanlagen an den Standorten der Windenergie- und PV-Freiflächenanlagen produziert und mit Trailern an die Tankstellen verbracht.

Regionale Herausforderungen

- Unterschiedliche baurechtliche Anforderungen, Vorgaben und Genehmigungsverfahren innerhalb der Region.
- Unterschiedliche Flächenbedarfe (insb. für die Zufahrtsmöglichkeiten der verschiedenen Fahrzeugklassen) und Sicherheitsabstände.
- Unsichere Wirtschaftlichkeit wegen fehlender Wasserstoffnachfrage an einzelnen Standorten.

Lösungsansätze

- Entwicklung von gemeinsamen, regional geltenden Baurechtsvorschriften und Genehmigungsverfahren für die Errichtung von Wasserstofftankstellen.
- Gemeinsame Konzeptentwicklung und Planung der Tankstellen in Modulbauweise zur möglichen Erweiterung der Vertankungsoptionen (unterschiedliche Vertankungsdrücke bei unterschiedlichen Fahrzeugklassen).
- Vernetzung und Bündelung der Flottenbetreiber von BZ-Fahrzeugen (z. B. Bus- und Taxiunternehmen, Stadtwerke, Entsorgungsunternehmen) als potenzielle Abnehmer von grünem Wasserstoff zur Bildung von Einkaufsgemeinschaften und Sicherung einer wirtschaftlich darstellbaren Abnahmemenge von Wasserstoff. Absichtserklärungen über LoI[22] sichern.

22 LoI: Letter of Intent, Absichtserklärung

Externer Unterstützungsbedarf

Für die technische Konzepterstellung, die Planung, den Bau und den Betrieb der Tankstellen soll auf die Expertisen und Erfahrungen der am Akteurskreis beteiligten Unternehmen, neben der H2NORD GmbH auch die SCORE GmbH als Tankstellenbetreiber, zurückgegriffen werden. Zur Erhöhung der Akzeptanz der Brennstoffzellentechnologie in der regionalen Mobilität ist es sinnvoll, eine Kommunikationsagentur zu Rate ziehen. In Kooperation mit der regionalen Wirtschaftsförderung und den Tourismusbehörden sollten öffentlichkeitswirksame Veranstaltungen mit Informationen zum Thema Wasserstoff und Brennstoffzelle, Test- und Probefahrten sowie Gelegenheiten zur Diskussion und zum Austausch organisiert und durchgeführt werden.

Umsetzungsstrategie

Die SCORE-Tankstellen und Mineralölhandels-GmbH plant bereits Wasserstofftankstellen in der Region Ostfriesland. An den Standorten Norden, Leer, Aurich, Emden, Wittmund und Georgsheil sollen bis zum Jahr 2026 H_2-Tankstellen mit Vertankungsoptionen für Pkw und Kleintransporter (700 bar) sowie für Busse und Lkw (350 bar) entstehen.

Mit der Tourismusbranche, den regional zuständigen Behörden und der Wirtschaftsförderung sollte eine Arbeitsgruppe eingerichtet werden, die Kriterien für die Öffentlichkeitsarbeit erarbeitet und in Zusammenarbeit mit einer Kommunikationsagentur umsetzt.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Ein erstes Treffen der betroffenen Akteur*innen aus der Region, dem Akteurskreis und den Unternehmen H2NORD und SCORE soll bis Ende 2023 stattfinden. Hier werden die möglichen Standorte der weiteren HRS diskutiert und konzipiert sowie Förderprogramme eruiert.
- Parallel dazu konstituiert sich eine Arbeitsgruppe zur Bearbeitung von Kriterien für eine Kommunikationsstrategie, erstellt ein entsprechendes Leistungsverzeichnis und startet die Ausschreibung. Diese Arbeitsgruppe wird aus Vertreter*innen der Tourismusbranche, der Verwaltung, der Öffentlichkeitsarbeit und der Wirtschaftsförderung zusammengestellt.
- Zur besseren Auslastung der Tankstellen werden weitere „Wasserstoffmobilisten“ identifiziert. Ansprechbar sind regionale Flottenbetreiber wie zum Beispiel Taxiunternehmen.

Zeitplanung

- Bis Ende 2023 erstes Treffen der beteiligten Akteur*innen zur Planung von weiteren Wasserstofftankstellen und für die Entwicklung der Kommunikationsstrategie.
- Bis Ende 2024 ist die Planung der weiteren Tankstellen so weit abgeschlossen, dass mit der Beantragung von Fördermitteln für erste Projekte begonnen werden kann.
- Bis Ende 2026 sind die ersten Tankstellen in Betrieb.

Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

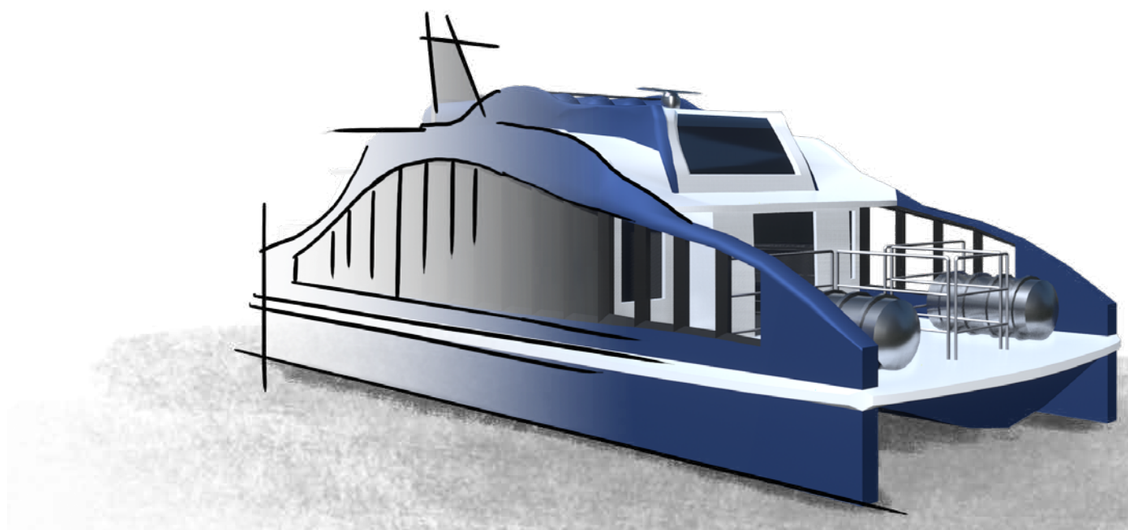
- **ÖPNV:** Für eine bessere Planung und Auslastung und damit eine höhere Wirtschaftlichkeit der Tankstellen werden mit den regionalen Verkehrsbetrieben Vereinbarungen über Wasserstoffbedarfe getroffen.
- **Entsorgungsunternehmen:** Ähnliche Übereinkünfte werden mit der regionalen Entsorgungswirtschaft vereinbart.

Öffentlicher Personennahverkehr

Ostfriesland als ländlich geprägte Region, insbesondere auch mit seinen Urlaubsgebieten an der Küste und auf den Inseln, verfügt nur über wenige regionale Bahnstrecken und ist auf den Busverkehr angewiesen. Die Verkehrsemissionen zu senken ist erklärtes Ziel der Landkreise und der Stadt Emden. Die Erfüllung der Clean Vehicles Directive (CVD) fordert eine Auseinandersetzung mit sauberen und energieeffizienten Fahrzeugantrieben aller beteiligten Akteure. Die Umsetzung in nationale Gesetzgebung erfolgt im Rahmen des Saubere-Fahrzeuge-Beschaffungs-Gesetzes (SaubFahrzeugBeschG).

Brennstoffzellenbusse bieten, gegenüber Fahrzeugen mit batterieelektrischen Antrieben, gerade im Überlandverkehr mit seinen langen Fahrstrecken, die entscheidenden Vorteile, wie kurze Betankungszeiten, hohe Reichweiten und Kapazitätsvorteile (mehr Sitzplätze, da die Technik nicht im Fahrgastraum verbaut ist). Darüber hinaus kann der ÖPNV als erster Großabnehmer von grünem Wasserstoff den Aufbau der Wasserstoffwirtschaft in der Region wesentlich mit „anschieben“.

Brennstoffzellenbusse, im täglichen Einsatz, machen diese Technologie für die Öffentlichkeit sichtbar. Der Einsatz dieser „grünen“ Technologie im Zubringerverkehr zu den Ferieninseln kann außerdem dazu beitragen, die Region als Vorreiter für einen „sanften Tourismus“ werbewirksam zu positionieren.



Regionale Herausforderungen

- Unterschiedliche Organisationsformen und Betriebskonzepte der regionalen Omnibusunternehmen, die mit verschiedenen Flotten- und Fahrzeuggrößen, Betankungsintervallen und Streckenlängen die Linien betreiben.
- Unterschiedliche ÖPNV-Organisationsstrukturen, Finanzierungsmodelle, Ausschreibungsmodalitäten, Zeiträume und Zeitpunkte der Ausschreibung bei den Landkreisen.
- Konkurrenzsituation zu batterieelektrischen Fahrzeugen.

Lösungsansätze

- Abstimmung zwischen allen beteiligten Akteuren mit dem Ziel, gemeinsame Ausschreibungskriterien und -vorgaben für BZ-Fahrzeuge zu entwickeln.
- Klare Unterscheidung zwischen Vergabe der Verkehrsleistungen an Dritte und der eigenwirtschaftlichen Erbringung der Verkehrsdienstleitung, da an unterschiedlichen Förderprogrammen Förderanträge gestellt werden können.

Externer Unterstützungsbedarf

Trotz der Inanspruchnahme von Fördermitteln bleiben oft Finanzierungslücken bestehen, die möglicherweise nicht von allen Busunternehmen in der Region allein getragen werden können. Hier ist man gegebenenfalls auf weitere Unterstützungsmaßnahmen von der Landesregierung und den Kommunen angewiesen.

Neben den Investitionskosten ist es sehr wichtig auch die Entwicklung der Betriebskosten für „grüne Fahrzeuge“ zu betrachten. Dabei müssen auch die Schulungen für Busfahrer*innen und des Werkstattpersonals, die Umrüstung von Busdepots sowie die Kostenentwicklung des Wasserstoffs berücksichtigt werden.

Da die Weser-Ems-Bus bereits ein Pilotvorhaben mit BZ-Bussen betreibt, kann bezüglich Investitions- und Betriebskosten, Förderoptionen und weiteren Fragen auf diese Expertise zurückgegriffen werden.

Umsetzungsstrategie

Die für den ÖPNV zuständigen Unternehmen und Organisationen im Akteurskreis bearbeiten das Thema in der Arbeitsgruppe 1 Mobilität. Die jeweiligen Unternehmen definieren die Anzahl der Busse in ihrer Flotte, die in einer ebenfalls festgelegten Reihenfolge in den nächsten Jahren auf BZ-Betrieb umgestellt werden sollen. Dabei müssen die Ausschreibungen der Landkreise, die gesetzlichen Vorgaben (SaubFahrzeugBeschG) und entsprechende Lieferfristen der Bushersteller beachtet werden. Im Hinblick auf eine finanzielle Förderung für die Beschaffung von Brennstoffzellen-Bussen ist die Kombination von Bundes- und Landesmitteln interessant.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Die Arbeitsgruppe 1 Mobilität beschäftigt sich mit folgenden Themen:
  - » Erarbeitung eines Zeitplanes zur Umstellung auf BZ-Betrieb nach Unternehmen, Anzahl der Busse und Zeitpunkt der Umstellung.
  - » Kontaktaufnahme zu Busherstellern, Recherche von passenden Modellen und Lieferfristen.
  - » Recherche von Förderprogrammen.
  - » Organisation der Zusammenarbeit mit potenziellen HRS-Betreibern zum parallel zu betreibenden Ausbau von Wasserstofftankstellen für BZ-Busse.
  - » Erarbeitung von Absichtserklärungen der weiteren Busunternehmen.

Zu bestimmten Themen ist die Teilnahme von weitere Akteur*innen sowie weiteren externen Expert*innen sinnvoll.

Zeitplanung

Ziel ist der BZ-Betrieb von 30 % der Busflotte in der Region bis 2030.

Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

Wasserstofftankstellennetz: Zur Abstimmung der HRS-Standorte und der Wasserstoffbedarfe nach Angaben der Busunternehmen für eine bedarfsgerechte Versorgung mit Wasserstoff.

Abfallsammelfahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb im Landkreis Leer

Die Abholung von Siedlungsabfällen erfolgt im Landkreis Leer durch private Entsorgungsunternehmen, die vom Abfallwirtschaftsbetrieb des Landkreises dazu beauftragt werden. Die Beauftragung erfolgt nach Ausschreibung dieser Dienstleistungen. Ähnlich wie beim ÖPNV fallen auch diese durch eine Kommune vergebenen Verkehrsdienstleistung unter die Regelungen des SaubFahrzeugBeschG, sodass zukünftig im Ausschreibungstext darauf hingewiesen werden muss bzw. entsprechende Fahrzeuge mit emissionsarmen bzw. emissionsfreien Antrieben gefordert werden müssen. Die aktuellen Dienstleistungsverträge des Landkreises Leer laufen zwischen 2028 und 2030 aus, die Leistungen können ab 2026 neu ausgeschrieben werden. Hierbei muss dann auf gesetzeskonforme Leistungsbeschreibungen und Anforderungen geachtet werden.

Ziel der Projektidee ist die Prüfung des Einsatzes von Müllsammelfahrzeugen mit BZ-Antrieb zur Erfüllung der gesetzlichen Auflagen, sowie zur Reduzierung der Emissionen im Landkreis Leer. Darüber hinaus sollen erste Überlegungen zu Kooperationen mit den weiteren Abfallwirtschaftsbetrieben der Region Ostfriesland angestellt werden.

Regionale Herausforderungen

- Fehlende Tankstelleninfrastruktur (speziell für BZ-Abfallsammelfahrzeuge)
- Eventuell fehlende Akzeptanz wegen möglicherweise steigender Entsorgungsgebühren.

Lösungsansätze

- Identifikation geeigneter Förderprogramme zur Beschaffung von BZ-Abfallsammelfahrzeugen.
- Entwicklung einer HRS-Infrastruktur (insbesondere für BZ-Abfallsammelfahrzeuge)
- Anberaumung von Gesprächen zwischen den Abfallwirtschaftsbetrieben der Region über die Entwicklung von Kooperationen (z. B. zur Beschaffung von BZ-Abfallsammelfahrzeugen).
- Errichtung und Betrieb von Wasserstofftankstellen
- Erarbeitung eines Konzeptes für die Öffentlichkeitsarbeit zur Steigerung der Akzeptanz.

Externer Unterstützungsbedarf

Müllsammelfahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb sind bereits am Markt erhältlich, eventuell muss mit längeren Lieferzeiten gerechnet werden. Für die Entwicklung einer gemeinsamen Beschaffungsstrategie für die BZ-Fahrzeuge ist die Unterstützung der kommunalen Verwaltungsspitzen und der Politik sicherlich hilfreich.

Zur Erarbeitung von Kriterien für eine Wirtschaftlichkeitsberechnung kann die Hochschule Emden/Leer angefragt werden. Für den Austausch von Expertise und Erfahrungen können Veranstaltungen mit Herstellern von BZ-Abfallsammelfahrzeugen und Kommunen mit bereits im Betrieb befindlichen Fahrzeugen organisiert werden.

Umsetzungsstrategie

Für die Gestaltung der Neuausschreibungen der Dienstleitungen für die Sammlung von Siedlungsmüll sollte möglichst zeitnah eine Arbeitsgruppe der Kommunen eingerichtet werden. Zusätzlich kann die Arbeitsgruppe in Zusammenarbeit mit der Hochschule Emden/Leer die Wirtschaftlichkeitsberechnungen vorbereiten. Gleichzeitig kann eine Unterarbeitsgruppe recherchieren, welche Förderprogramme für die Beschaffung und Betankung von BZ-Abfallsammelfahrzeugen in Frage kommen können.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Die Verantwortlichen aus den Verwaltungen der Landkreise und der Stadt Emden und die Leitungen der Abfallwirtschaftsbetriebe bestimmen Vertreter*innen zur Bildung der o.g. Arbeitsgruppe. Dazu sollten auch Vertreter*innen des Akteurskreises, insbesondere der Tankstellenbranche und der H2NORD eingeladen werden.
- Für die Erarbeitung der Kriterien der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird Kontakt zur Hochschule Emden/Leer aufgenommen und ein erstes Treffen organisiert.
- In Zusammenarbeit mit den Abteilungen für Öffentlichkeitsarbeit, eventuell mit Unterstützung einer externen Agentur, wird ein Kommunikationskonzept zur Information der Bürger*innen erarbeitet.

Zeitplanung

- Bis Ende 2023 konstituiert sich eine Arbeitsgruppe aus Vertreter*innen der kommunalen Verwaltungen und der Abfallbetriebe und skizziert den Verlauf und die Ziele ihrer Arbeit.
- Im Laufe des Jahres 2024 ist ein Konzept zur begleitenden Öffentlichkeitsarbeit erstellt und mit den entsprechenden Verwaltungsbereichen abgestimmt.

Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

Aufbau eines Wasserstofftankstellennetzes: Für die Wasserstoffbedarfsplanung sowie die Auswahl der HRS-Standorte ist eine enge Verzahnung dieser beiden Projektideen sehr sinnvoll und für die Beantragung von Fördermitteln notwendig.

Standortenergieversorgung eines Industriebetriebs

Die B.u.S. Metallverarbeitungs GmbH mit Sitz im Gewerbegebiet Firrel im Landkreis Leer und aktives Mitglied im Akteurskreis plant die Nutzung der betriebseigenen PV-Anlage für die elektrolytische Herstellung von Wasserstoff, um die Energieversorgung des Betriebs ganzjährig ohne fossile Energieträger sicher zu stellen. Ferner wird überlegt, den firmeneigenen Kleintransporter auf einen BZ-Antrieb umzurüsten und an der dann betriebseigenen HRS zu betanken. Im betreffenden Gewerbegebiet existieren weitere Unternehmen, die an der Nutzung von regionalem grünem Wasserstoff zur Deckung ihrer Energiebedarfe interessiert sind.

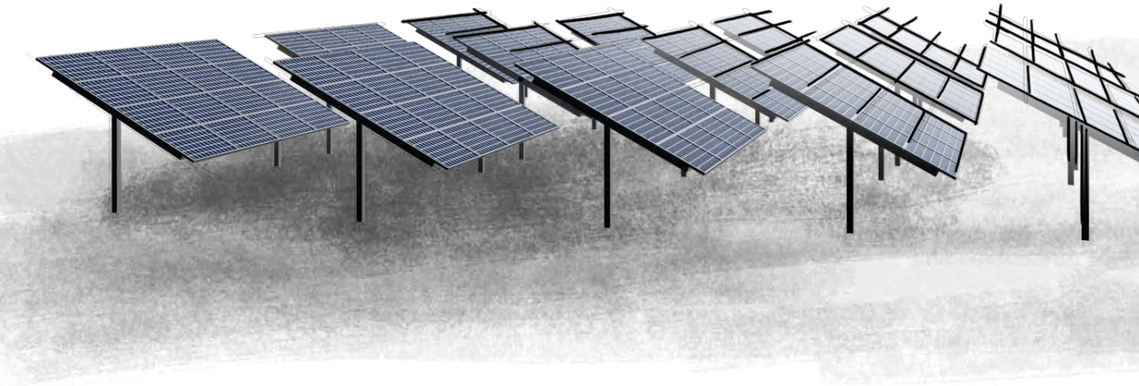
Ziel der Projektidee ist die Reduktion der betriebsbedingten Emissionen und die Stärkung der Autarkie in der Energieversorgung.

Regionale Herausforderungen

- Unklarheit über die realen Wasserstoffbedarfe,
- Noch in Planung befindliche Erweiterung der PV-Anlage (und einer Klein-WEA),
- Fehlende Gewissheit bezüglich des Standorts der Elektrolyseanlage (Platz, Abstände, Genehmigungsfähigkeit),
- Unsichere bzw. fehlende Wirtschaftlichkeit.

Lösungsansätze

- Bestimmung der Energieverbräuche für die Betriebsprozesse (Gas und Strom) inkl. Zeitreihen und für den BZ-Kleintransporter sowie Berechnung der Wasserstoffbedarfe,
- Entwicklung der Erweiterungspläne für die EE-Anlagen,
- Recherche zu möglichen Standorten der Elektrolyseanlage und den dafür notwendigen Planungs- und Genehmigungsverfahren,
- Erarbeitung einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Recherche zu möglichen Förderprogrammen.



Externer Unterstützungsbedarf

Für die Ermittlung der Wasserstoffbedarfe und die anschließende Erarbeitung eines passenden Technologiekonzeptes sollte die fachliche Unterstützung eines Beratungsunternehmens mit entsprechenden Referenzen in Anspruch genommen werden. In diesem Konzept sollten neben den Technologien auch die notwendigen Mengen und die Marktverfügbarkeit dargestellt sein. Zusätzlich sollte dieses Beratungsbüro auch die Recherche zu passenden Förderprogrammen übernehmen. Für die Kriterien der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und deren Erarbeitung kann die Hochschule Emden/Leer involviert werden.

Umsetzungsstrategie

Um einen gesicherten Überblick über die Wasserstoffbedarfe und damit über die Leistung und Größe der Elektrolyseanlage und der Speicher zu erhalten, wäre die Ermittlung der Energiebedarfe der erste wichtige Schritt. In Verbindung mit den Erzeugungskapazitäten der EE-Anlagen kann eine erste grobe Darstellung der Investitionen im Vergleich zu potenziellen Einsparungen und Emissionsreduktionen vorgenommen werden. Hieraus ergibt sich dann die Entscheidung zur Umsetzung dieser Projektidee.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Die Unternehmensführung bzw. die -verantwortlichen der B.u.S. Metallverarbeitungs GmbH eruieren die Energiebedarfe ihres Unternehmens (in Jahresbedarfszeitreihen) und setzen sich bezüglich der Wirtschaftlichkeitsanalyse und des Technologiekonzepts mit den entsprechenden Stellen in Verbindung.
- Nach Interpretation der Ergebnisse und bei positiver Entscheidung der Geschäftsführung wird ein Planungsbüro mit den weiteren Planungsaufgaben, dem Einreichen der Unterlagen für die Genehmigungsverfahren und der Recherche der Fördermöglichkeiten beauftragt.

Zeitplanung

- Bis Ende 2023 sind die Wasserstoffbedarfe des Unternehmens berechnet und ein entsprechendes Technologiekonzept inhaltlich hinterlegt.
- Im Laufe des Jahres 2024 stehen die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und der Fördermittelrecherche zur Verfügung und die Investitionsentscheidung ist gefallen.
- Bei positiver Entscheidung kann zu Beginn des Jahres 2025 mit den Planungen und den Genehmigungsverfahren begonnen werden.

Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

Ein Beispiel für ein Best Practice in der Region hat die Bohlen & Doyen Bau GmbH vorzuweisen. Das Unternehmen mit Sitz in Wiesmoor im Landkreis Aurich steht kurz vor der Inbetriebnahme eines Elektrolyseurs (250 kW). Der Wasserstoff soll sowohl für die Standortenergieversorgung als auch für die Betankung der (künftigen) Fahrzeugflotte eingesetzt werden. PV-Dachelemente erzeugen den für die Wasserstoffproduktion benötigten Strom. Ein für die unterirdische Speicherung von 500 kg Wasserstoff gefertigter Tank wird voraussichtlich ab November 2023 die Entkopplung von Stromproduktion und –verbrauch ermöglichen. Das Projekt dient neben der Energieversorgung auch dem Erkenntnisgewinn über Anlagenkennzahlen und die Haltbarkeit der Komponenten in der Praxis. Die ersten Ergebnisse wird das Unternehmen auf der Hydrogen Cross Border Conference 2024 in Aurich vorstellen.

Bohlen & Doyen gehört seit 2020 zur Unternehmensgruppe Friedrich Vorwerk KG, Tostedt. Das Projekt wurde durch die Irene & Friedrich Vorwerk Stiftung finanziell unterstützt.

Standortenergieversorgung für zukünftige Industrie-/Gewerbegebiete

Für die an HyStarter Ostfriesland beteiligten Gebietskörperschaften (Landkreise Aurich, Leer und Wittmund, Stadt Emden) ist es von besonderer Bedeutung, dass der in der Region Ostfriesland produzierte grüne Wasserstoff auch in Anwendungsbereichen in der Region genutzt wird, um die Wertschöpfung möglichst auch in der Region zu heben. Die Absicht der Betreiber der regionalen Energieinfrastruktur, eine Wasserstoffpipeline zwischen Emden, einem zukünftigen Cluster für Elektrolyseanlagen, und Nüttermoor zu errichten, um den in Emden in großen Mengen produzierten grünen Wasserstoff Richtung Bremen zu transportieren, führte zu der Idee, Flächen nahe der geplanten Pipeline zu identifizieren, die sich für die Entwicklung von neuen Industrie- und Gewerbegebieten eignen und mit grünem Wasserstoff aus der Region zur Deckung der Energiebedarfe versorgt werden können.

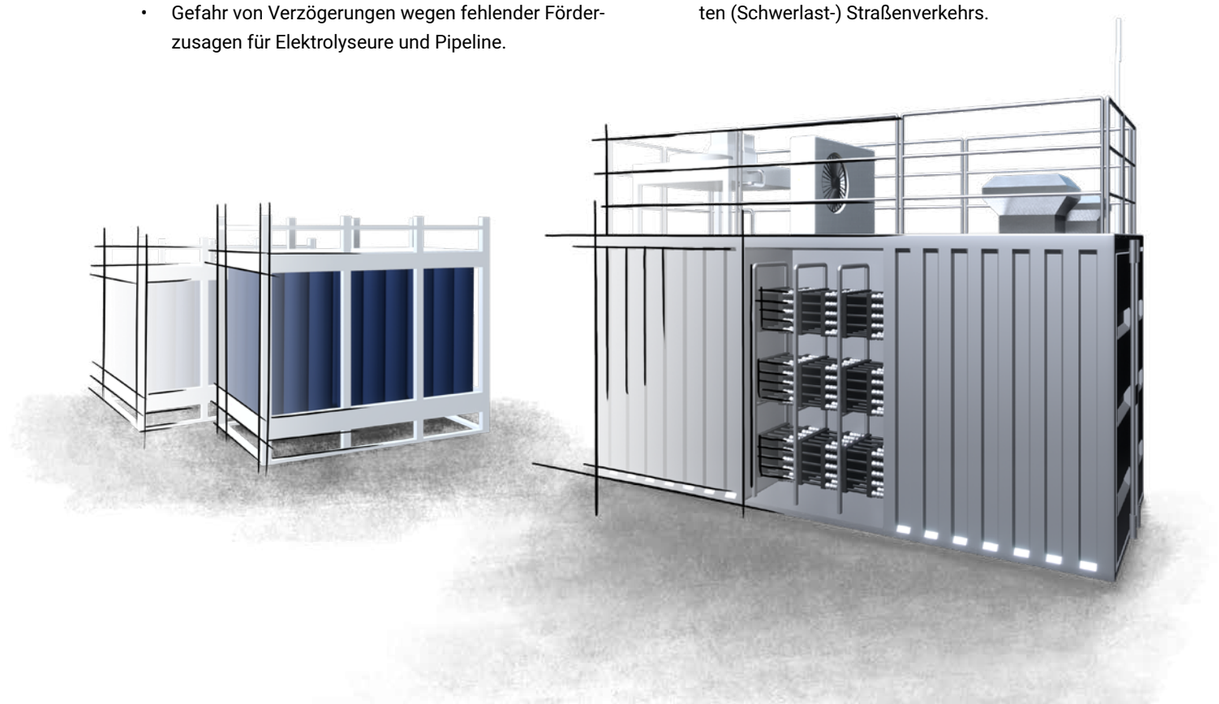
Ziel dieser Projektidee ist die gemeinsame Planung der Wasserstoffpipeline mit der EWE als künftiger Betreiber des Elektrolyseurs und der Wasserstoff-Pipeline im Hinblick auf frühestmögliche Planung von Abzweigungen von der Hauptleitung, um Kosten für nachträgliche Umplanungsarbeiten und zusätzliche Genehmigungsverfahren zu reduzieren. Diese Abzweigung ist auch für eine potenzielle Anbindung des geplanten Zentralklinikums in Uthwerdum relevant.

Regionale Herausforderungen

- Die aktuellen Gewerbeflächenentwicklungskonzepte der Gebietskörperschaften müssen überarbeitet und um die neuen Erkenntnisse aus HyStarter ergänzt werden.
- Fehlende Daten zu konkreten Energiebedarfen im Gewerbegebiet.
- Unsicherheiten bezüglich der Planungen der Elektrolyseanlagen in Emden (die Förderzusagen der EU stehen immer noch aus).
- Gefahr von Verzögerungen wegen fehlender Förderzusagen für Elektrolyseure und Pipeline.

Lösungsansätze

- Zeitnahe Gespräche mit allen Beteiligten (Bürgermeister, Landkreis-Regionalplanung, Betreiber der Pipeline, Energieversorger, Planungsbüro, Genehmigungsbehörden).
- Möglichst frühzeitige Information der Öffentlichkeit, insbesondere der lokal betroffenen Bevölkerung.
- Entwicklung eines Standortmarketings für das Gewerbegebiet inklusive eines Energieversorgungskonzeptes.
- Eventuell Standortanalyse für eine Wasserstofftankstelle im Gewerbegebiet zur Versorgung des erwarteten (Schwerlast-) Straßenverkehrs.



Externer Unterstützungsbedarf

Die politische Unterstützung ist für diese Projektidee sehr wichtig. Hierbei kommt den Wirtschaftsförderungen eine besondere Bedeutung zu. Die Öffentlichkeitsarbeit sollte von den Rathäusern der jeweiligen Gemeinden und den entsprechenden Verwaltungsabteilungen übernommen werden.

Für die Entwicklung eines Standort- und Energieversorgungskonzeptes für das Gewerbegebiet kann auf die Expertise und Erfahrung von Beratungs- bzw. Planungsbüros zurückgegriffen werden. Diese können auch bei der Standortuntersuchung für die Tankstelle unterstützen.

Umsetzungsstrategie

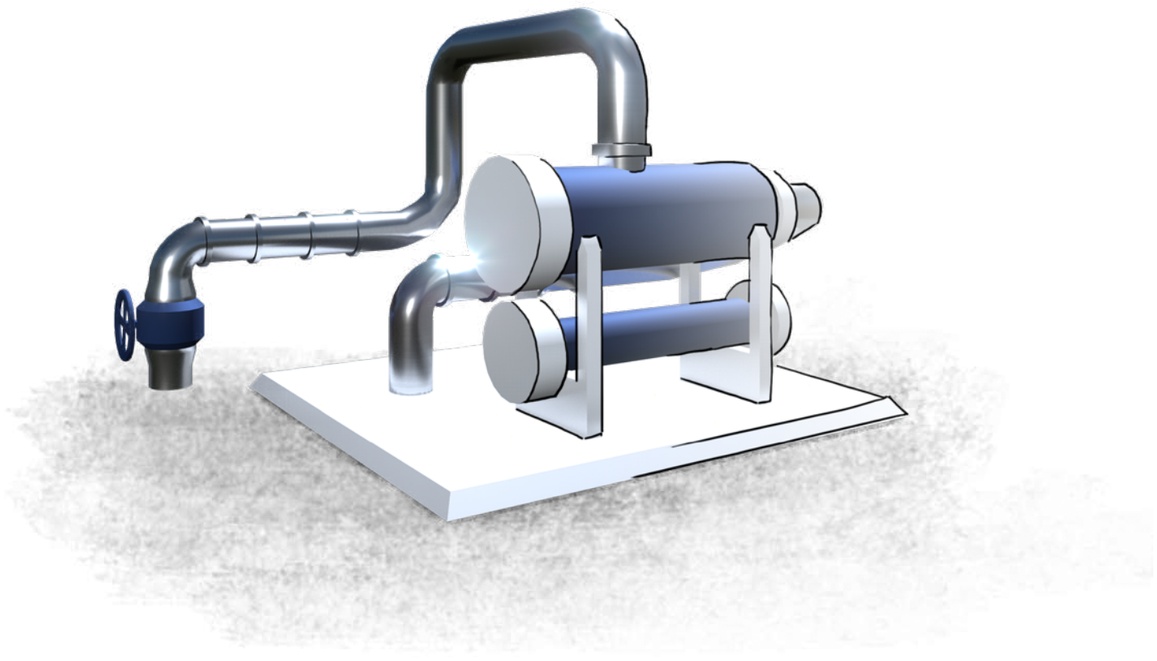
Um Synergien bei der Konzepterstellung und der Planung zu nutzen, wird eine Arbeitsgruppe eingesetzt, die sich aus Vertreter*innen der o.g. Organisationen zusammensetzt und möglichst zeitnah die ersten Arbeitstreffen organisiert. Im ersten Schritt sollten die Aufgaben in eine chronologisch sinnvolle Reihenfolge gebracht werden. Zur Bearbeitung der jeweiligen Aufgaben werden entsprechende Expert*innen eingeladen. Aus den Ergebnissen werden eine Roadmap erstellt und Meilensteine festgelegt, um eine gemeinsame und gewerkeübergreifende Planentwicklung zu gewährleisten.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Erstellung einer Teilnehmer*innenliste für die Arbeitsgruppe, Erarbeitung einer Agenda und Einladung zum ersten Treffen durch Verantwortliche aus den Landkreisverwaltungen.
- Identifizierung einer Arbeitsgruppenleitung, die die folgenden Arbeitsgruppentreffen organisiert, durchführt und die Ergebnisse festhält.
- Erarbeitung von Vorschlägen für die Roadmap und die Meilensteine durch die AG-Leitung zur Vorlage und Abstimmung bei den AG-Treffen.

Zeitplanung

- Im Laufe des Jahres 2024 konstituiert sich die Arbeitsgruppe, bestimmt ihre Leitung und ihre Arbeitsweise.
- Bis Ende 2024 sind geeignete Flächen identifiziert und hinsichtlich besonderer Planungsbedarfe bewertet.
- Bis Ende 2025 ist das Standortkonzept, das Energieversorgungskonzept und die Öffentlichkeitsbeteiligung ausgearbeitet.
- Parallel zur Planung und Genehmigung der Pipeline werden die Wasserstoffausspeisestation, die Speicheranlage und die HRS im Gewerbegebiet geplant. Für die Tankstelle sind Fördermittel beantragt und genehmigt.



Energieversorgung Zentralklinikum Uthwerdum

In Uthwerdum, einem Ortsteil der Gemeinde Südbrookmerland im Landkreis Aurich, entsteht ein Zentralklinikum, welches die bestehenden Krankenhäuser in Emden, der Stadt Aurich und dem Landkreis Aurich ersetzen soll. Ein Aspekt der aktuellen Planungen ist eine zukunftsfähige Standortenergieversorgung, bei der zugunsten der Nachhaltigkeit und einer günstigeren Emissionsbilanz auf den Einsatz von fossilen Energieträgern verzichtet werden soll. Aufgrund der Nähe zu Emden als zukünftiger Standort von mehreren Großelektrolyseuren rückt der Einsatz von Brennstoffzellen und Wasserstoff in den Fokus. Überdies ist in Georgsheil (Distanz ca. ein Kilometer), unabhängig vom Klinikum, der Bau einer Wasserstoff-Tankstelle geplant und auch Industrie und Gewerbe kommen in dem Gebiet als Abnehmer von Wasserstoff in Frage. Diese Rahmenbedingungen sind ideale Voraussetzungen, um das Gebiet direkt an die Wasserstoffleitung, die von Emden Richtung Leer führt, anzubinden. Von besonderer Bedeutung ist dabei die sichere, kostenbewusste und möglichst unterbrechungsfreie Versorgung mit Wasserstoff.

Ziel dieser Projektidee ist die Identifizierung von Synergien, die sich durch die räumliche Nähe der Verbrauchssektoren zu den Produktionsstätten und der Wasserstoffpipeline ergeben.

Regionale Herausforderungen

- Fehlende Wasserstoffproduktion und unsichere Prognosen der zur Verfügung stehenden Mengen.
- Zeitnahe Sicherstellung der Versorgung mit Wasserstoff (ein Jahr vor Inbetriebnahme des Klinikums). Sicherung des Pipelineanschlusses.
- Unsichere Prognose des zukünftigen Wasserstoffpreises.

Lösungsansätze

- Die in Betracht kommenden Varianten der Energieversorgung werden unter den Aspekten der Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit untersucht. Favorisiert wird dabei die „Eigenversorgung“.
- Um in der Auswahl der Varianten flexibel zu bleiben, wird die Energieversorgung als separater Gebäudekomplex geplant.
- Beschreibung der Versorgungsbereiche, die für eine Nutzung der Brennstoffzellentechnologie mit Wasserstoff in Frage kommen, mit anschließender Ermittlung des Wasserstoffbedarfs.
- Erarbeitung von Kriterien für eine Machbarkeitsstudie in enger Abstimmung mit der Trägergesellschaft des Klinikums, dem Landkreis und dem lokalen Energieversorgungsunternehmen.
- Recherche zu möglichen Förderprogrammen für die Gebäudeenergieversorgung (speziell für Krankenhäuser).

Externer Unterstützungsbedarf

Für die Planung der Energieinfrastruktur des Zentralklinikums kann auf die Expertise und Erfahrung aus der Gebäudeenergieversorgung mit BZ-BHKW zurückgegriffen werden. Hierzu stehen Unternehmen zur Verfügung, die zum Beispiel die Wärmebedarfe ihrer Gebäude mittels BZ-Technik und Wasserstoff realisiert haben (s. Anlage 1). Hierzu wird ein enger Kontakt zu den Architekturbüros und Planungsunternehmen notwendig sein.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

Zur Erarbeitung der Kriterien einer Machbarkeitsanalyse wird Kontakt zur Hochschule Emden/Leer oder einem Beratungsunternehmen mit Expertise im Bereich Krankenhausplanung bzw. -bau aufgenommen. Zu einem ersten Treffen sollten auch Vertreter*innen der Architekturbüros und Planungsgesellschaften und der regionalen Wasserstoffproduzenten eingeladen werden.

Zeitplanung

- Bis Ende 2024 sind für die Versorgung mit BZ und Wasserstoff passende Versorgungsbereiche identifiziert und die Kriterien für die Studie erarbeitet.
- Bis 2026 liegen die Ergebnisse zur Entscheidungsfindung vor.

Wasserstoff für die Wärmewende – eine weitere Option in der Region Ostfriesland

Neben den aufgeführten Anwendungsbeispielen und Projektideen bietet die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie auch zielführende Optionen zur Emissionsreduktion im Bereich Wärmeversorgung. Einen zentralen regulatorischen Baustein für die Substitution fossiler durch erneuerbare Energieträger im Wärmesektor stellt die kommunale Wärmeplanung dar, deren gesetzliche Grundlage das NKlimaG[23] ist. Mit dessen Novellierung setzt sich Niedersachsen neue, ambitionierte Klimaziele und bringt weitere Maßnahmen zur Zielerreichung auf den Weg. Eine dieser Maßnahmen ist die Pflicht für Kommunen, in denen ein Mittel- oder Oberzentrum liegt, eine kommunale Wärmeplanung zu erstellen. Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist es, für die Gemeinden eine ökologische, ökonomische, sozial verträgliche und versorgungssichere Wärmeversorgungslösung als langfristige Perspektive darzustellen und Maßnahmen bzw. Umsetzungsoptionen aus Sicht der Gemeinde zu benennen[24].

Wie im Technologiekonzept beschrieben, kann eine Maßnahme darin bestehen, die Abwärme von Elektrolyseanlagen zu nutzen. Mit einem Temperaturniveau zwischen 55° und 60° Celsius kann diese Wärmeenergie als Grundlast für ein Nahwärmenetz oder zur Wärmeversorgung nahe gelegener Gebäudeeinheiten dienen. Auch eine begrenzte Versorgung von kleineren Wohnquartieren ist eine Option für die Abwärmenutzung.

Bei größeren Wohneinheiten, Gebäudekomplexen und Industriegebäuden bietet ein Wasserstoff-Brennstoffzellen-BHKW eine gute Möglichkeit, regenerative Wärmeenergie zur Verfügung zu stellen. Details dazu finden sich im Anhang.

Für die Nutzung in der Region Ostfriesland ist es im ersten Schritt zielführend, die regionalen Wärmesenken zu identifizieren, die mit der beschriebenen Technologie versorgt werden können. Dazu kann die Bearbeitung folgender Fragestellungen hilfreich sein:

- An welchen Orten befinden sich die geplanten Elektrolyseanlagen (und wie groß ist die Abwärmemenge)?
- Welche EE-Anlagen (Windenergie und PV) stehen in der Nähe für die Grünstromproduktion zur Verfügung (und wie hoch sind deren Kapazitäten)?
- Welche Gebäude, Wohnquartiere oder andere Wärmeabnehmer befinden sich in unmittelbarer Umgebung (und wie groß ist der Wärmeenergiebedarf)?

Parallel zur Energiesystemmodellierung werden im nächsten Schritt konkrete Aufgaben bearbeitet:

- Identifizierung oder Planung eines Quartiers, welches unabhängig von fossilen Energieträgern, also autark, betrieben werden kann. Dazu eignet sich möglicherweise auch eine kleine kompakte Dorflage mit ausreichend regenerativem Energiepotential.
- Abstimmung mit den Bürgermeisterinnen und Bürgermeistern.
- Identifizierung von Best Practice-Beispielen in anderen Regionen.
- Ansprache möglicher Partner *unternehmen (Betreiber von Windparks und Biogasanalgen, Stadtwerke/ Energiegenossenschaften Emden, EWE, Tennet, etc.), Feststellung des Förderbedarfs.
- Formulierung der Fragestellungen für die verschiedenen Betrachtungsräume, Beauftragung von Machbarkeitsstudien und Wirtschaftlichkeitsprüfungen.

Für die Erstellung einer Wirtschaftlichkeitsanalyse bzw. einer Machbarkeitsstudie kann auf die Expertise der Hochschule Emden/Leer oder eines anderen Beratungs- oder Planungsbüros zurückgegriffen werden. Mit den Ergebnissen und der technischen Planung können Fördermittel akquiriert werden, die die notwendige Investitionssumme akzeptabel erscheinen lässt.

23 Niedersächsisches Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes und zur Minderung der Folgen des Klimawandels – NKlimaG von 2022, unter https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/_downloads/SonstigeDokumente/NKLIMAG_Volltext.pdf?m=16674632748

24 Siehe: Praxisleitfaden „Kommunale Wärmeplanung“, DVGW 2023 unter https://www.dvgw.de/der-dvgw/aktuelles/presse/presseinformationen/dvgw-presseinformation-vom-03022023-praxisleitfaden-kommunale-waermeplanung

Das Korrektiv – die Energiesystemmodellierung (EMS) der Hochschule Emden/Leer

Das regionale (und überregionale) Energiesystem beruht auf der Nutzung von stofflichen Energieträgern, die fast ausschließlich fossiler Natur sind – wie Erdöl, Kohle und Erdgas. Diese Energieträger besitzen die Vorteile einer hohen Energiedichte, einer fast unbegrenzten Speicherfähigkeit und einer bereits vorhandenen Infrastruktur zum Transport und zur Verteilung, aber auch den Nachteil hoher CO_2-Emissionen bei ihrer Verwendung.

Um die Klimaziele zu erreichen, sind daher dringend Alternativen gefordert. Die Region Ostfriesland verfügt über große Stromüberschüsse aus Windenergie-, Photovoltaik- und Biogasanlagen sowie über ein hohes Potenzial an grünem Strom aus erneuerbaren Energien. Allerdings passen Zeit und Ort der Stromproduktion und des Stromverbrauchs häufig nicht zueinander. Um die Verfügbarkeit von erneuerbaren Energien zeitlich und örtlich von ihrer Erzeugung zu entkoppeln, werden neue Speicher- und Transporttechnologien benötigt. Dazu wird, neben Batteriespeichern, die Speicherung und der Transport von Energie in Form von Wasserstoff eine wichtige Rolle spielen. Für viele EE-Anlagen läuft in Kürze die Förderung nach dem EEG aus. Die Betreiber müssen sich zukunftssicher aufstellen und neue Betriebsmodelle entwickeln, um die Anlagen auch weiterhin wirtschaftlich betreiben zu können.

Mit der Energiesystemmodellierung möchte die Hochschule Emden/Leer folgende Fragestellungen bearbeiten:

- Mit welchen Technologien kann das regionale Energiesystem der Zukunft betrieben werden?
- Welche Entwicklungsszenarien können schon heute antizipiert und welche Handlungsempfehlungen können für die Region abgeleitet werden?
- Wie kann eine klimaneutrale, resiliente und für Bürger*innen und Unternehmen bezahlbare Energieversorgung in der Region aussehen?

Die oben beschriebenen Handlungsfelder und Projektideen können mit der EMS auf ihre Plausibilität und ihre Rolle in einem neuen Versorgungssystem der Region Ostfriesland hin überprüft werden. Mit den Ergebnissen werden etwaige Unstimmigkeiten einzelner Projektideen und Lücken zwischen zwei Ideen schon vor der Umsetzungsplanung korrigiert und können in einen regional sinnvollen Zusammenhang gestellt werden. Die weitere Entwicklung von Handlungsfeldern und neuen Projektideen erfordert einen sukzessiven Ausbau der EMS, die sich wie ein Schirm über die Region Ostfriesland spannt und dabei die Zusammenhänge ganzheitlich betrachtet und steuert. Änderungen des Systemrahmens (rechtlicher, regulatorischer und technischer Art) sind dabei wahrscheinlich und werden von der EMS aufgenommen und verarbeitet. Auf Basis der verfügbaren Daten werden Szenarien entwickelt, die sich mit konkreten Fragestellungen der Akteur*innen in der Region (Unternehmen, Landkreise, Kommunen) beschäftigen (z. B. neue Industrie-/Gewerbegebiete, höheres Angebot an erneuerbaren Energien, Effizienzsteigerungen, Netzausbau, höhere Wasserstoffproduktion), und deren Auswirkungen („Rückkopplungen“) für die Region und die Akteur*innen abgeleitet.

Dafür sind folgende Arbeitsschritte notwendig:

- Formulierung konkreter Fragestellungen aus dem Kreis der regionalen Akteur*innen und Initiator*innen,
- Identifizierung von externem Unterstützungsbedarf,
- Erarbeitung von Arbeitspaketen und Meilensteinen,
- Klärung von Zuständigkeiten,
- Akquise von Fördermitteln.

In der ersten Phase des Projektes formuliert der Akteurskreis zusammen mit den weiteren Wasserstoffinitiativen der Region relevante Fragestellungen. Auf Basis dieser Fragestellungen werden die erforderlichen Kompetenzen abgeleitet und externe Institutionen zielgerichtet hinzugezogen.

Nachdem ein ostfrieslandweites Energieverbundsystem (inklusive seiner Wechselwirkungen über die Regionsgrenzen hinaus) modelliert wurde und gemeinsam mit den regionalen Akteur*innen und Entscheidern ein Zielsystem(-korridor) festgelegt wurde, können die Auswirkungen und Auslegungen zukünftiger Sub-Systeme ebenfalls per Modellierung und Optimierung daran ausgerichtet werden. Somit lassen sich Investitionsrisiken besser abschätzen und solide Entscheidungsgrundlagen zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Investitionen zum Energieumstieg in Ostfriesland schaffen.

KOOPERATIONEN & ERWARTUNGEN AN DIE POLITIK

Austausch und Information

Innerhalb des Akteurskreises besteht ein großes Interesse an einem organisierten und regelmäßigen Austausch mit politischen Mandatsträgern, insbesondere mit Abgeordneten aus den Kreistagen der Landkreise und dem niedersächsischen Landtag. Dazu sollen Informationsveranstaltungen („Runde Tische“) konzipiert, organisiert und inhaltlich vorbereitet werden. Als mögliche Themen bieten sich verfahrens-, planungs- und genehmigungstechnische Fragestellungen, Fragen zu Förderungsoptionen auf den unterschiedlichen kommunalen Ebenen sowie Anregungen zu Verordnungen und Gesetzen an.

Dialog und Kooperation

Zur Identifizierung von Prozessen, die zu einer Beschleunigung von Genehmigungsverfahren für Wasserstoffprojekte in der Region führen können, bietet der Akteurskreis den beteiligten Verwaltungen seine Unterstützung an. Mitarbeiter*innen in den jeweiligen Abteilungen können auf die fachliche Expertise der Unternehmen und Organisationen des Akteurskreises zurückgreifen, gleichzeitig informieren die Verwaltungsexperten über aktuelle Änderungen in Planungs- und Genehmigungsverfahren. Folgende Fragen können in diesem Dialog diskutiert werden:

- Wie können die Verwaltungen ihre Ressourcen und Ermessensspielräume zielführend nutzen?
- Wie können die Ämter ihre Expertise bündeln und sinnvoll einsetzen?
- Wie können Gutachten und Überprüfungen, z. B. Umweltverträglichkeitsprüfungen, Strategische Umweltprüfungen und ihre Leitfäden, kommunenübergreifend anerkannt werden?
- Wie können verwaltungstechnische Prozesse für Planung und Genehmigungen vereinheitlicht und vereinfacht werden?

Wasserstoffkoordinierungsstelle

Zur Synchronisation des Dialogprozesses schlägt der Akteurskreis die Einrichtung einer regionalen Koordinierungsstelle als Verstetigung der Initiative H_2-Ostfriesland vor, in der die vier Kommunen vertreten sind und einen Rahmen für eine verbesserte Zusammenarbeit bei den Wasserstoffprojekten innerhalb der Region Ostfriesland entwickeln. Auch hier können Zuständigkeiten und Prozesse definiert werden, damit mögliche Projektinitiator*innen und Projektträger eindeutige Ansprechpartner*innen bekommen.

Interkommunaler Zweckverband

Statt einer Koordinierungsstelle könnte auch ein Zweckverband die Wasserstoffaktivitäten in der Region strukturieren und synchronisieren. Diese Organisationsform, als interkommunale Kooperation ist deutlich verbindlicher als eine Koordinierungsstelle und somit nachdrücklicher in seinen Empfehlungen und Leitlinien. Der Zweckverband könnte das Ziel verfolgen, die Zusammenarbeit im Bereich Wasserstoff zu bündeln und die Entwicklung einer regionalen Wasserstoffwirtschaft zu unterstützen.

Erwartungen an die Politik

In mehreren Workshops haben sich die Akteur*innen einen Überblick über die aktuellen rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen erarbeitet. Während der Beschäftigung mit den unterschiedlichen Themenbereichen ist deutlich geworden, dass nur wenige der aktuellen Förderprogramme zur Initiierung einer Wasserstoffwirtschaft und zur Entwicklung von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien für regionale Anwendungen geeignet sind. Aus dieser Erkenntnis heraus haben sich folgende Forderungen und Erwartungen an die Politik des Bundes und der Länder ergeben:

- Förderprogramme des Bundes und der Länder müssen sich an regionalen Gegebenheiten und Besonderheiten orientieren.
- Die Komplexität der Beantragung von Fördermitteln muss deutlich verringert und die Anwendung freundlicher gestaltet werden.
- Die Fördermaßnahmen müssen verstetigt werden und eine Verlässlichkeit für deutlich längere Zeiträume aufweisen.
- Die notwendigen Genehmigungsprozesse müssen vereinfacht und unbürokratischer gestaltet sowie die Bearbeitungsdauer deutlich reduziert werden.
- Für eine größere Beteiligung der Industrie an Projekten für die Wasserstoffnutzung müssen regulatorische Unsicherheiten z. B. hinsichtlich der Anerkennung von THG-Quoten möglichst zeitnah ausgeräumt werden.
- Für eine Erhöhung der Angebote von Fahrzeugen mit Brennstoffzellenantrieben müssen die entsprechenden Fördermöglichkeiten ausgeweitet werden.

Mit der politischen Unterstützung aus den Landkreisen und der Stadt Emden sowie mit der entsprechenden Ausgestaltung der Fördermaßnahmen kann gewährleistet werden, dass die in diesem Konzept erarbeiteten Maßnahmen und Ideen zur Initiierung einer Wasserstoffwirtschaft in Ostfriesland wie beschrieben umgesetzt werden können.

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

Aktuelle Förderprogramme

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

Gesetze und Regulatorik

- Gesetzeslandkarte zu nationalen Gesetzen und Verordnungen

Wasserstoffanwendungen

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

a	Jahr
AEL	Alkalische Elektrolyse
BAB	Bundesautobahn
BHKW	Blockheizkraftwerk
BImSchG	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz)
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BZ	Brennstoffzelle
CVD	Clean Vehicle Directive, EU-Richtlinie über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge
CO_2	Kohlenstoffdioxid
DVGW e. V.	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Gesetz zum Ausbau erneuerbarer Energien (EEG 2023)
EU	Europäische Union
H_2	Wasserstoff
Ha	Hektar
HRS	Hydrogen Refuelling Station, Wasserstofftankstelle
kW	Kilowatt
kWp	Kilowatt peak
Lkw	Lastkraftwagen
MHKW	Müllheizkraftwerk
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde
NOW GmbH	Nationale Organisation Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
Pkw	Personenkraftwagen
PEM	eng. für polymer electrolyt fuel cell = Polymerelekrolytbrennstoffzelle
PV	Photovoltaik
SaubFahrzeugBschG	Gesetz über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
t	Tonne
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik e.V.
WEA	Windenergieanlage

Ostfriesland