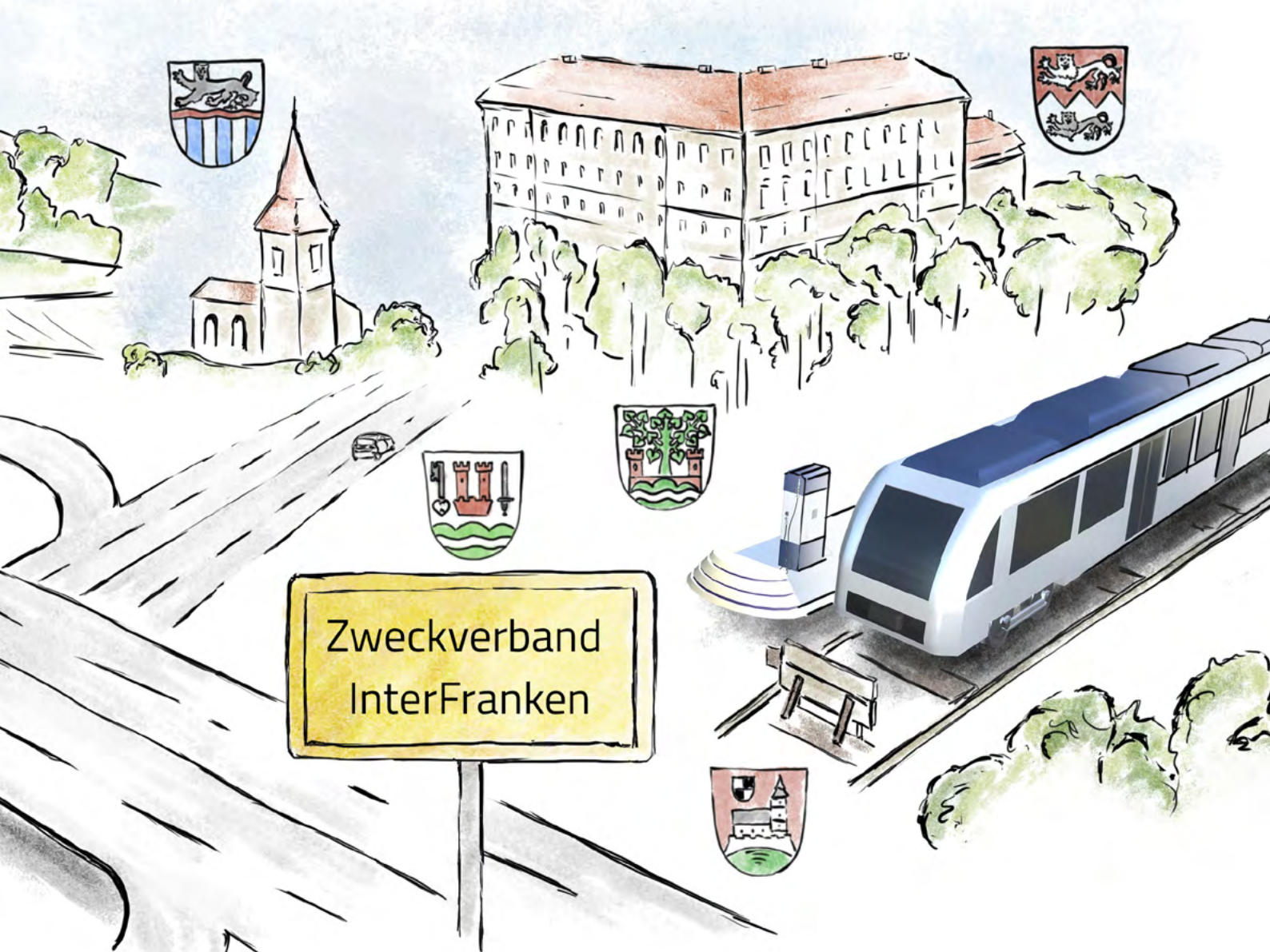


H₂O

ERGEBNISBERICHT 2023
**WASSERSTOFF IM INDUSTRIE-/
GEWERBEPARK INTERFRANKEN**



Gefördert durch:



Koordiniert durch:



Projekträger:



Vorworte 3

Zusammenfassung 5

Die HyStarter-Region des Zweckverbandes InterFranken 7

Die Region Westmittelfranken 7

Der Zweckverband InterFranken 8

Der Industrie- und Gewerbepark 8

H₂-Potenziale in der Region 10

Das Zielsystem – die Vision 2030 14

Handlungsfelder und Umsetzungsstrategien 18

Technologiekonzept 18

Projektideen und Umsetzungsstrategien 26

 H2-Hub InterFranken 26

 Kompetenzzentrum für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik im Bahnverkehr 28

 Wasserstoff-Netzwerk der regionalen Industrieunternehmen 30

 Umstellung der Fahrzeugflotte der Fa. HERZ auf Fahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb 32

 Versorgung des Gewerbegebietes Feuchtwangen-West mit Wasserstoff via Pipeline 34

 Elektrolyse und Pyrolyse an der Kläranlage Feuchtwangen-Aichenzell 36

Kooperationsangebote der Region und Erwartungen an die Politik 38

Anhang 39

Abkürzungsverzeichnis 40

VORWORTE

ARTUR AUERNHAMMER, MITGLIED DES DEUTSCHEN BUNDESTAGES
ANDREAS SCHALK, MITGLIED DES BAYERISCHEN LANDTAGES



Sehr geehrte Damen und Herren,

der Klimawandel ist eine große Herausforderung. Eine Lösung gibt es nicht durch Verbote, sondern nur durch neue, zukunftsfähige Technologien. Hierfür ist das Umdenken, das Überdenken und die Infragestellung bestehender Strukturen und Entwicklungen unabdingbar.

Die Region Westmittelfranken bietet hier ein hohes Potenzial an Lösungsoptionen, insbesondere im Industrie- und Verkehrssektor. Für den Industrie-/ Gewerbepark InterFranken ist der grüne Wasserstoff eine gute Entwicklungschance. Es ist der ideale Standort das große Potenzial an erneuerbarer Energie, welches wir in der Region haben, in Zukunftstechnologien umzuwandeln.

Hier kann ein Wissens- und Technologietransfer für die Bereiche Wirtschaft, Mobilität und die privaten Haushalte stattfinden.

Der grüne Wasserstoff bietet vielfältige Anwendungsoptionen. Er ist eine von vielen Möglichkeiten, die Herausforderungen des Klimawandels und einer nachhaltigen, bezahlbaren Energieversorgung zu bewältigen.

Die Zukunft gehört den Menschen, die sich den Herausforderungen stellen, die offen sind für moderne, technische und innovative Lösungen und Ideen.



Sehr geehrte Damen und Herren,

ich freue mich sehr, dass durch das HyStarter-Programm des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr die Nutzung von Wasserstoff als klimaschonende Energiequelle in der Region Westmittelfranken eine sinnvolle Förderung erfahren hat.

In Verbindung mit den Planungen zur Realisierung des Gewerbeparks InterFranken wurde das Bewusstsein für die Notwendigkeit regenerativer Energien in der Öffentlichkeit gestärkt. Darüber hinaus konnten unter Beteiligung kommunaler und überregionaler Akteure Strategien zur Implementierung einer Wasserstoffwirtschaft im Landkreis Ansbach entwickelt werden.

Diesen Ansatz gilt es aus meiner Sicht unbedingt zu verstetigen. Die Sicherstellung der Energieversorgung in Bayern und in ganz Deutschland ist eine der Kernaufgaben der Gegenwart und insbesondere der Zukunft. Das Leuchtturmprojekt „Industrie- und Gewerbepark InterFranken“ bildet dabei einen wichtigen Baustein auf dem Weg, klimaneutrale Technologien flächendeckend einzusetzen. Der Freistaat Bayern unterstützt die Initiative zur Förderung von Wasserstoffprojekten und wird seine Anstrengungen beim Ausbau der Wasserstoffinfrastruktur sowie bei Innovation und Wissenstransfer im Bereich der Wasserstofftechnologie weiter intensivieren. So gestalten wir Zukunft.

IMPRESSUM

Herausgeber



Zweckverband Industrie-/Gewerbepark InterFranken
Feuchtwanger Str. 16 | 91583 Schillingsfürst
info@interfranken.de | www.interfranken.de

Projektleitung

Hedwig Schlund (h.schlund@interfranken.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

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.





© ZV InterFranken

Liebe Mitbürgerinnen und Mitbürger, liebe Mitglieder in unseren Gemeinden,

als der Zweckverband Industrie- und Gewerbepark InterFranken sich im Jahr 2021 um das HyStarter Programm bewarb, ahnten wir nicht, welche Erfolgsstory sich daraus entwickeln würde!

„HyStarter“ ist die erste Stufe des vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr geförderten Programmes „HyLand“. Das Programm motiviert und begleitet die beteiligten Akteure, Konzepte zur Nutzung von Wasserstoff zu initiieren, zu planen und erfolgreich umzusetzen. Die HyStarter Region InterFranken entwickelte im Rahmen des Programmes ein regionales Zielszenario für das Jahr 2030 inklusive eines Aktionsplanes für die nächsten Schritte zu dessen Erreichung.

Im Vordergrund des Programmes steht der Klimaschutz als überregionale Herausforderung, wobei auf regionale Lösungsansätze gesetzt wird. Wir als Zweckverband betrachten die Energie- und Mobilitätswende als interkommunale Aufgabe. Das Um- und Neudenken bestehender und die Entwicklung neuer Strukturen erachten wir als zwingend notwendig. Daher war der Gewinn des HyStarter Programmes hierbei ein weiterer Baustein auf dem Weg zur Schaffung eines energieneutralen Industrie- und Gewerbeparkes.

Wasserstoff als Energieträger bietet ein hohes Potenzial an Anwendungsoptionen, insbesondere im Industrie- und Verkehrssektor. Die Region Westmittelfranken hat zahlreiche Chancen, diese Optionen zu entwickeln und zu nutzen. Insbesondere für den Industrie- und Gewerbepark InterFranken als erstklassigen Standort für Zukunftstechnologien bietet der Einsatz und die Nutzung des sogenannten „Grünen Wasserstoffs“ herausragende Chancen für die Entwicklung und Etablierung von technischen, nachhaltigen Innovationen.

Aber nicht nur der Industrie- und Gewerbepark selbst, sondern insbesondere auch die Region wird vom grünen Wasserstoff profitieren, da sich neben der regionalen Industrie auch der regionale Verkehr und nicht zuletzt auch private Haushalte für dessen Nutzung anbieten.

Der nun vorliegende Abschlussbericht fasst die Ergebnisse des HyStarter-Projektes zusammen, stellt zukunftsweisende neue Projektideen vor und liefert belastbare Ergebnisse für deren technische Umsetzung und wirtschaftliche Darstellbarkeit. Durch das HyStarter-Projekt konnten wir hochmotivierte regionale Akteure in einem starken Netzwerk bündeln. Gemeinsam mit Ihnen möchte dieses Netzwerk seine Arbeit an der nachhaltigen Entwicklung des Standortes weiter fortsetzen.

Ich wünsche Ihnen viel Freude und neue Erkenntnisse bei der Lektüre!



© P. Bauer

Mit diesem vorliegenden Abschlussbericht wird überzeugend dargestellt, wie wichtig der Klimaschutz ist und dass eine Klima-, Energie- und Mobilitätswende eine überregionale Herausforderung mit regionalen Lösungsansätzen ist. Daher bin ich besonders stolz zu sagen, dass das HyStarter-Konzept zukunftsweisende Projektideen entwickelt hat und diese durch engagierte Akteure in der Region nun optimal umgesetzt werden können.

Das HyStarter-Projekte des Zweckverbandes InterFranken verfolgt das Ziel, einen nachhaltigen und klimaneutralen Industrie- und Gewerbepark im ländlichen Raum zu errichten, dessen Energiebedarf zum größten Teil mit regenerativem Strom und Wärme sowie mit grünem Wasserstoff gedeckt wird. Zusätzlich wird der H₂-Hub InterFranken die Region Westmittelfranken mit aus erneuerbarem Strom erzeugten Wasserstoff versorgen. Mit einem hohen Potenzial an Windenergie-, Freiflächensolarstrom- und Biogasanlagen und einer großen Anzahl an energieintensiven Industrieanlagen verfügt der Standort InterFranken über gute Möglichkeiten, eine Wasserstoffwirtschaft in der Region zu initiieren. Insbesondere die äußerst interessante verkehrstechnische Lage, direkt am Autobahnkreuz Feuchtwangen/Crailsheim, verspricht große Chancen, die CO₂-Emissionen im Güterverkehr der Region und darüber hinaus deutlich zu minimieren. In räumlicher Nähe zum Gewerbepark InterFranken kreuzen sich die BAB 7, ein TEN-T-Korridor¹ sowie eine bedeutende Straßenverkehrsstrecke zwischen Dänemark, dem Großraum Hamburg und dem Süden Europas und die BAB 6, eine wichtige Ost-West-Verbindung im Süden Deutschlands. In Zusammenhang mit der in unmittelbarer Nähe verlaufenden IC-Bahnstrecke Nürnberg – Stuttgart erfüllt dieser Standort beste Voraussetzungen für die Nutzung von grünem Wasserstoff im Güterverkehr auf der Straße und der Schiene.

Zur Bearbeitung des Projektes hat sich auf Initiative des Zweckverbandes InterFranken ein Akteurskreis gefunden, dem neben den acht Kommunen des Zweckverbandes die verschiedenen Interessensgruppen aus der Region angehören. In sechs ganztägigen Strategiegelgesprächen, mehreren Workshops, Arbeitsgruppentreffen und Exkursionen haben Unternehmen und Organisationen aus den Bereichen der kommunalen und regionalen Energie- und Wasserversorgung, Hochschulen und Forschungseinrichtungen, der Automobilzulieferindustrie, der Feuerverzinkung und Papierwarenproduktion sowie Schwertransport- und Entsorgungsunternehmen Visionen, Ziele, Ideen und Handlungsoptionen für die Wasserstoffherzeugung, den Wasserstofftransport und die Wasserstoffnutzung in der Region entwickelt. Unter Berücksichtigung der Erfahrun-

gen, Expertisen und Bedürfnisse der Teilnehmer und unter fachlicher und organisatorischer Unterstützung der Spielt n/t GmbH wurde das vorliegende Konzept erarbeitet.

Das Zielsystem – die Vision 2030

Das Zielsystem beschreibt den Strategieansatz mit Blick auf das Jahr 2030. Es wird erläutert, wie Wasserstoff in der Region hergestellt werden soll, welche Energieformen dafür genutzt werden, wie er transportiert wird und wie der regional produzierte Wasserstoff verwendet werden soll. Dabei fokussiert sich das Projekt auf die Wasserstoffproduktion durch Wasserelektrolyse mit erneuerbarem Strom im Gewerbepark InterFranken. Neben der Verwendung im Gewerbepark sollen auch die am Projekt beteiligten Unternehmen den Wasserstoff nutzen, um ihre CO₂-Emissionen zu reduzieren. Zusätzlich soll ein Güterumschlagplatz entstehen, der eine Versorgung von Brennstoffzellen-Lkw und Brennstoffzellenzügen mit grünem Wasserstoff vorsieht. Ebenso ist die direkte Nutzung der Nebenprodukte der Elektrolyse, Sauerstoff und Abwärme, geplant.

Das Technologiekonzept

Das Technologiekonzept beschreibt die Anforderungen des Akteurskreises an die Technik für die gewählten Produktions-, Transport- und Nutzungsoptionen für grünen Wasserstoff und formuliert Vorschläge, wie diese umgesetzt werden können. Es gibt Empfehlungen für die eingesetzten technischen Anlagen und liefert Daten zu den produzierten und benötigten Wasserstoffmengen in Bezug auf die im Projekt entwickelten Handlungsoptionen. Für die Wasserstoffproduktion mittels Elektrolyse wurden zwei Konfigurationen für die Nutzung der regionalen Windenergie- und Solarstromanlagen berechnet: Eine Kombination aus beiden Anlagentypen und Lastgängen und eine, in der die beiden Erzeugungsarten getrennt betrachten wurden, wobei die erste Option eine effizientere Lösung darstellt. Das Technologiekonzept bildet die Grundlage für weitere Entscheidungen. Es berücksichtigt die Realisierbarkeit, die regionale Wertschöpfung und die Akzeptanz der Akteure.

¹ TEN-T: Trans-European Transport Network, transeuropäische Netze für Mobilität und Transport, siehe EU-Verordnung N. 1315/2013 des EU-Parlaments und des Rates vom 11.12.2013 über Leitlinien der Union für den Ausbau eines transeuropäischen Verkehrsnetzes (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32013R1315>)

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 einzelnen Meilensteinen dargestellt.

Ergänzt wird das Konzept durch die Ergebnisse des H2Scout, einem internetbasierten Berechnungstool, das aus der regionalen Konfiguration eines Energiesystems und der 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 Kraftfahrzeuge, die das Autobahnkreuz Feuchtwangen/Crailsheim passieren, 30 Prozent der Busse im ÖPNV und 2 Prozent der Züge im SPNV² werden mit Brennstoffzellen und Wasserstoff betrieben.
- 2 Prozent der regionalen Wärmenachfrage in Wohn- und Bürogebäuden wird mit Brennstoffzellentechnologien und Wasserstoff gedeckt.
- Die in der Region ansässigen und im Akteurskreis aktiven Industrieunternehmen fragen Wasserstoff zur kompletten Deckung ihrer Wärme- und Prozessenergie nach.

Zur Produktion des benötigten Wasserstoffs, rund 4.240 Tonnen pro Jahr, werden folgende Kapazitäten erneuerbaren Stroms und weitere regionale Ressourcen angenommen:

- Bestand und Ausbaupotenzial Windenergie: 21MW / 65 MW
- Bestand und Ausbaupotenzial PV: 85 MW / 17 MW
- Klärschlämme: 877 t/a
- Kunststoffabfälle: 1.600 t/a
- Altreifen: 198 t/a
- Biogas: 56,5 Mio. m³

Neben der Wasserelektrolyse werden Reststoffthermolyse, die Methanplasmalyse sowie die Methanreformierung als Wasserstoffproduktionspfade herangezogen.

Weitere Annahmen sind:

- Wasserstoffimporte zugelassen (weniger als 1,35 t/h)
- Keine Erdgasimporte
- Stromim- und -exporte zugelassen (weniger als 100 MW)
- CO₂-Preis: 100 €/t CO₂
- Transportkosten: 0,36 €/kgH₂ (Pipeline) bzw. 2,30 €/kgH₂ (Trailer + HRS³)

Unter diesen Bedingungen wurden folgende Ergebnisse berechnet:

- Wasserstoffnachfrage: 4.240 t/a
- Autarkiegrad: 66,6%
- H₂-Bereitstellungskosten: 5,17 €/kg (inkl. Einkünfte aus dem Verkauf der Nebenprodukte und Kosten der H₂-Logistik)
- Gewinn vor Steuern: 5.085.123 €/a
- Kapitalrendite: 6,5%
- Vermiedene CO₂-Emissionen: 48.601 t/a
- CO₂-Vermeidungskosten: 1,79 €/t
- Vermiedene externe Kosten: 10.389.589 €/a (vermiedene Schäden durch NOX- und CO₂-Emissionen)
- Direkte regionale Wertschöpfung: 8.660.123 €/a (in der Region verbleibende Wertschöpfung aus dem Anlagenbetrieb)

Der angenommene Wasserstoffbedarf kann in diesem Szenario von den bestehenden Kapazitäten zu einem Gestehungspreis von 5,25 €/kg gedeckt werden. Dabei wird der größte Teil des Wasserstoffs elektrolytisch produziert.

² Schienenpersonennahverkehr
³ HRS: Hydrogen Refuelling Station, Wasserstofftankstelle

DIE HYSTARTER-REGION DES ZWECKVERBANDES INTERFRANKEN

Die Region Westmittelfranken

Die Region Westmittelfranken, offiziell als „Planungsregion Westmittelfranken“ bezeichnet, besteht aus den Landkreisen Ansbach, Weißenburg-Gunzenhausen und Neustadt/Aisch-Bad Windsheim sowie der kreisfreien Stadt Ansbach und liegt im westlichen Teil des bayerischen Regierungsbezirks Mittelfranken. Auf einem Areal von über 4.000 km² leben rund 425.000 Einwohnerinnen und Einwohner.

Der Westen Mittelfrankens ist ländlich strukturiert und touristisch geprägt. Ein Drittel der Flächen ist mit Wald bedeckt, über die Hälfte wird landwirtschaftlich genutzt. Die Bundesautobahnen A 6 und A 7 mit dem Kreuz Feuchtwangen/Crailsheim bilden neben den Bundesstraßen B 13 und B 25 und der Bahnstrecke Nürnberg – Stuttgart das verkehrstechnische Rückgrat der Region. Zudem verfügt die Region mit einer großen Anzahl an Windenergie- und Freiflächensolarstromanlagen sowie Biogasanlagen über ein hohes Potenzial an erneuerbaren Energien.

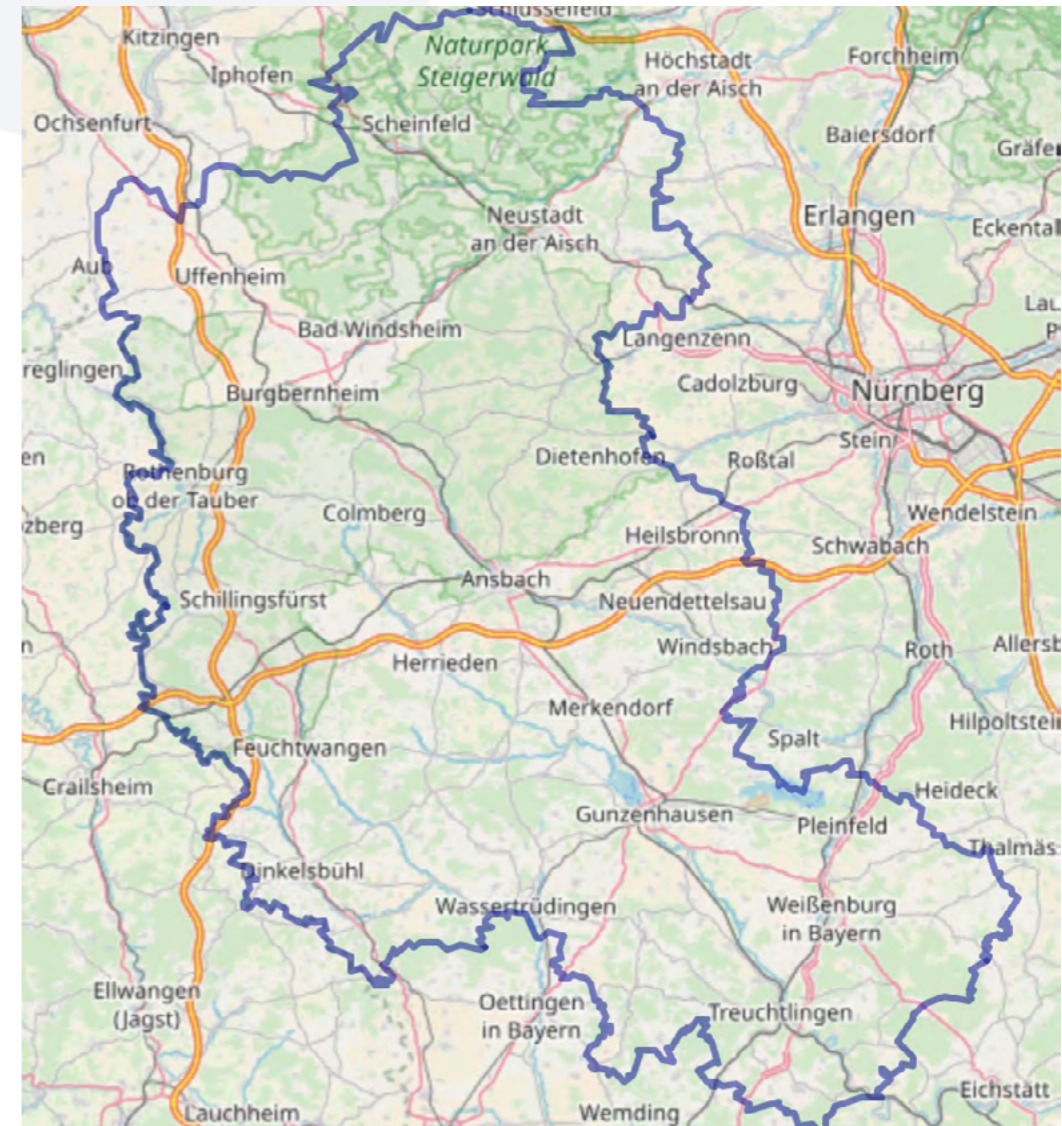


Abbildung 1: Die Region Westmittelfranken © BMDV/Spilett n/t, Quelle: OpenStreetMap, 2023

Der Zweckverband InterFranken

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

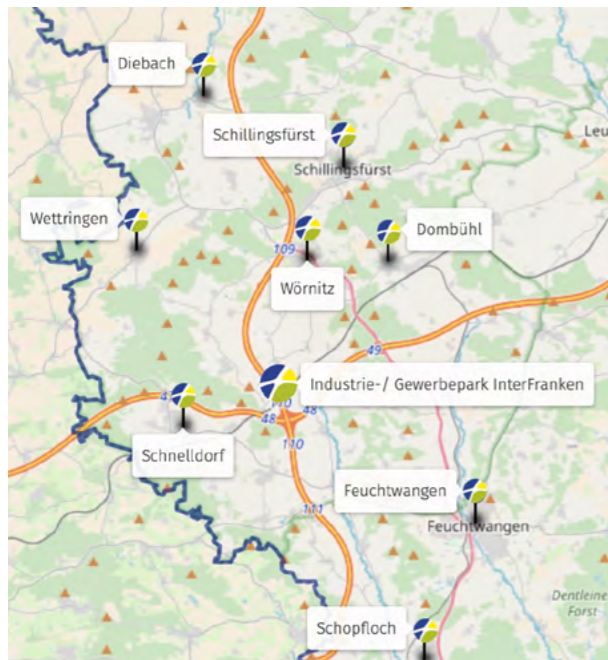


Abbildung 2: Die Lage des Industrie-/Gewerbeparks InterFranken innerhalb der Zweckverbandsgemeinden
© BMDV/Spilett n/t, Quelle: OpenStreetMap, 2023

Der Industrie- und Gewerbepark

Der Standort für den Industrie- und Gewerbepark InterFranken erstreckt sich über rund 81 ha am Autobahnkreuz Feuchtwangen/Crailsheim der BAB 6 und der BAB 7 und der Intercity- und Regionalbahnstrecke Nürnberg – Stuttgart. Hier entsteht ein interkommunales und klimaneutrales Industriegebiet für Unternehmen mit hoher Affinität zu regional-regenerativer Energieversorgung, u. a. mit grünem Wasserstoff. Ziel ist die Schaffung von zukunftsfähigen Arbeitsplätzen und eine nachhaltige Flächennutzung und -gestaltung.

Zusätzlich soll im Industrie- und Gewerbepark InterFranken unter Verwendung von regional erneuerbarem Strom und der Elektrolysetechnologie ein Wasserstoff-Kompetenzzentrum und ein Wasserstoff-Hub entstehen, der energieintensive Industrieunternehmen in der Region mit erneuerbarer Energie in Form von grünem Wasserstoff versorgt und bei der Transformation von einer fossil/nuklearen zu einer regenerativen Energieversorgung unterstützt.

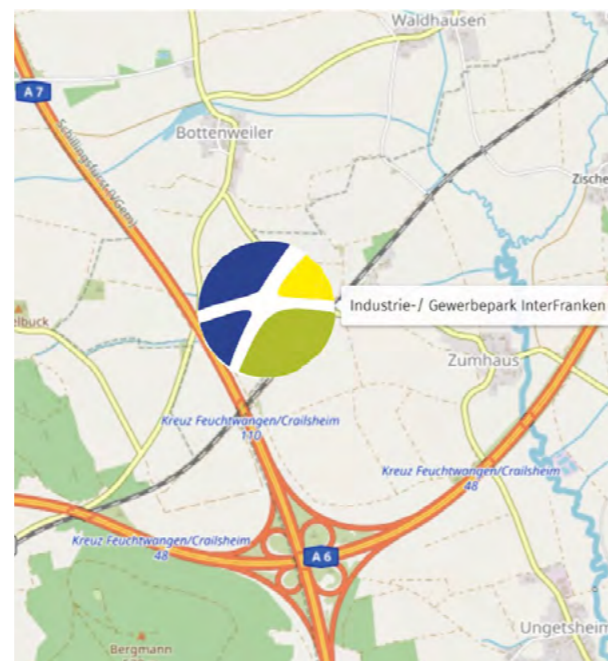


Abbildung 3: Der Standort des Industrie-/Gewerbeparks InterFranken
© BMDV/Spilett n/t, Quelle: OpenStreetMap, 2023



Abbildung 4: Die Akteure des HyStarter-Projektes des ZV InterFranken © Annika Svitil/br

Zur Unterstützung dieser Entwicklung hat sich der Zweckverband InterFranken beim HyLand-Programm des BMDV beworben und ist als eine HyStarter-Region ausgewählt worden. Folgende Institutionen, Organisationen und Unternehmen bilden den Kern der regionalen Akteure und haben sich an der Erarbeitung des vorliegenden Konzeptes beteiligt:

- Zweckverband InterFranken (als Initiator des Projektes und „Kümmerer vor Ort“) mit seinen Mitgliedsgemeinden
- ADAC Nordbayern
- arcon GmbH & Co. KG
- Bayerischer Bauernverband Ansbach
- Biomasse Institut der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Weidenbach
- Energieregion Nürnberg
- Fernwasserversorgung Franken FWF
- Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelemente – IISB, Erlangen
- Geiger GmbH
- Glaswerke Arnold GmbH, Feuchtwangen
- HERZ Transporte-Erdbau GmbH, Feuchtwangen

- Hochschule Ansbach und ihr Campus Feuchtwangen
- Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
- H O T Härte- und Oberflächentechnik GmbH, Nürnberg
- Institut für Energietechnik IfE GmbH, Amberg-Weiden
- LAG Region an der Romantischen Straße
- Landratsamt Ansbach
- MACS HOLDING GmbH-blizz-z
- N-ERGIE AG, Nürnberg
- N-ERGIE Netz GmbH, Nürnberg
- REHAU Automotiv SE, Feuchtwangen
- Ruf Baustoffe
- Siemens AG
- Stadtwerke Feuchtwangen
- Stoll Reisen GmbH, Schnelldorf
- Vereinigte Papierwarenfabriken GmbH, Feuchtwangen
- Wasserstoff-Metropolregion Nürnberg
- Wiegel Feuerverzinken GmbH, Feuchtwangen

Maßgeblich unterstützt wurde das Projekt ebenfalls von einer Vielzahl von Betreibern regionaler Biogas-, PV- und Windenergieanlagen sowie Solargemeinschaften und Bürgerenergiegesellschaften.

Szenarienmodellierung

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

Der Szenarienrechner greift bei der Optimierung auf drei Datenquellen zurück:

- einen techno-ökonomischen Datensatz mit Leistungs- und anderen Kenngrößen der eingesetzten Technologien sowie Angaben zu Kosten und zu Wertschöpfungspotenzialen, der vom System für das Jahr 2030 vorgegeben ist;
- einen Datensatz zur regionalen Energiewirtschaft (Angebots- und Nachfrageseite), der mit Unterstützung der EE ENERGY ENGINEERS durch die regionalen Akteure für das Jahr 2030 abgeschätzt wurde;
- einen Datensatz zu den gewünschten oder erwarteten politisch-gesellschaftlichen Rahmenbedingungen im Jahr 2030, der durch die regionalen Akteure im Rahmen der HyStarter-Strategiegespräche definiert wurde.

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

Basisszenario (Trend 2030)

Quellen für verwendete Parameter und Zeitreihen

- **Bestandsanlagen und Ausbaupotenziale für erneuerbare Energien im Jahr 2030:** Die Angaben zu den Bestandsanlagen entstammen dem im Marktstammdatenregister geführten Anlagen des Jahres 2022 und wurden entsprechend einer Projektlandkarte aus der Region ergänzt. Die Angaben zu den Ausbaupotenzialen der Windenergie wurden anhand der verfügbaren Flächen durch die EE ENERGY ENGINEERS abgeschätzt, das Ausbaupotential von PV basiert auf Angaben aus der Region (Projektlandkarte).
- **Erzeugungzeitreihen erneuerbarer Energien im Jahr 2030:** Vereinfachend wurden hier die aktuellen Wind- und Solarprofile der Region nach renewables.ninja für das Jahr 2030 für Neuanlagen unverändert angewandt. EEG-Anlagen (Wind) wurden altersbedingt auf 85,1 % Effizienz skaliert, Post-EEG-Anlagen (Wind) auf 69,6 %. Für PV-Anlagen gilt analog eine skalierte Effizienz von 95,1 % und 89,3 %.
- **Gesamtnachfrage und sektorale Nachfrage Wärme:** Die Daten wurden durch die EE ENERGY ENGINEERS für die Regionen entsprechend folgender Quelle ermittelt: <https://www.hotmaps.eu/map>
- **Gesamtnachfrage und sektorale Nachfrage Verkehr:** Die Energienachfrage des Verkehrssektors wurde aus den Zahlen des Kraftfahrtbundesamts (KBA) für den

Kreis Ansbach durch die EE ENERGY ENGINEERS pro Kopf auf die Gemeinden des Zweckverbands InterFranken abgeleitet. Zusätzlich wurde das Autobahnkreuz A6/A7 berücksichtigt und ist mittels Verkehrszählung der BaST eingeflossen. Der Bedarf für Züge wurde durch die EE ENERGY ENGINEERS anhand eines geschätzten Fahrplans für eine Strecke ermittelt.

- **Nachfragezeitreihen Wärme und Verkehr:** Da diese Daten nicht aufgeschlüsselt für die Region vorlagen, wurden vereinfachend die Zeitreihen des Projekts JERICO-E-usage (jericho-energy.de) angewendet. Die Zeitreihe der Nachfrage des SPNV basiert auf Berechnungen der EE ENERGY ENGINEERS unter Verwendung eines generischen Fahrplans.
- **Verfügbare Reststoffmengen:** Vereinfachend wurde hier auf Statistiken zu den Abfallaufkommen Deutschlands zurückgegriffen, die anschließend mit einem Pro-Kopf-Schlüssel auf die Region heruntergebrochen wurden. Verwendete Statistiken sind: NABU 2019, Circular Economy Initiative 2021 (Kunststoffabfälle) / UBA 2018 (Altreifen) / UBA 2018, Destatis 2019 (Klärschlämme). Die verfügbaren Biogasmengen wurden durch die regionalen Akteure definiert.
- **Gesamtnachfrage und Nachfragezeitreihen Industrie:** Der Energiebedarf und die Zeitreihen wurde entsprechend der Angaben der Akteure angesetzt. In den Fällen, in denen keine individuellen Zeitreihen vorlagen, wurde ein Zweischichtbetrieb von Montag bis Freitag angenommen.





- **Gesamtnachfrage Industrie- und Gewerbepark InterFranken:** Diese Angaben wurden in Anlehnung an die Annahmen der Studie „Gewerbegebiet InterFranken – Mögliches Energieversorgungssystem“ (vom 18.04.2023, Institut für Energietechnik IfE GmbH an

der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden) ermittelt und umfassen die Wärmebedarfe sowie die Bedarfe der Schwerlastverkehre der am Standort angesiedelten Unternehmen. Es wird eine 100 % Umstellung auf Wasserstoff angenommen.

Annahmen zur regionalen H₂-Nachfrage (inkl. Nachfragezeitreihen)

	Energie-nachfrage	Deckungsanteil H ₂	H ₂ -Nachfrage	Mehrzahlungs-bereitschaft
Verkehrssektor	2.006 GWh/Jahr	Lkw, Pkw und Kleintransporter (je 5%) Busse im ÖPNV (30 %) Züge im SPNV (2%)	2.210 t/Jahr	Keine Mehrzahlungsbereitschaft (Dieselpreis: 1,80 €/l ohne CO ₂ -Preis)
Wärmesektor	239 GWh/Jahr	Wohngebäude (2%) Bürogebäude (2%)	143 t/Jahr	Keine Mehrzahlungsbereitschaft (Erdgaspreis: 80 €/MWh ohne CO ₂ -Preis)
Industrienachfrage H₂		100 %	1.887 t/Jahr	Keine Mehrzahlungsbereitschaft

Annahmen zur Energie- und H₂-Bereitstellung

Verfügbare EE-Kapazitäten	Weitere regionale Ressourcen	H ₂ -Produktionspfade
 Bestand (2030): 21 MW Ausbaupotenzial: 65 MW	 Klärschlämme: 877 t/a Kunststoffabfälle (PE/PP): 1.600 t/a Altreifen: 198 t/a Biogas: 56,5 Mio. m ³ /a	<input checked="" type="checkbox"/> Wasserelektrolyse <input checked="" type="checkbox"/> Reststoffthermolyse <input checked="" type="checkbox"/> Methanplasmalyse <input checked="" type="checkbox"/> Dampfgasreformierung
 Bestand (2030): 85 MW Ausbaupotenzial: 17 MW	 Wasser: unbegrenzt verfügbar	

Weitere Annahmen

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

Alternativszenarien (Trend 2030)

Vom Basisszenario abweichende Annahmen

Szenario „limitierte Wasserressourcen“	Szenario „Autarkie“	Szenario „Energieversorgung Industrie-/ Gewerbepark InterFranken“
In diesem Szenario wird im Unterschied zum Basisszenario angenommen, dass nur 50 Prozent bzw. 15.000 m ³ /a der Wassermengen für die Wasserstoffproduktion zur Verfügung stehen.	In diesem Szenario soll die definierte Energienachfrage ausschließlich aus regionalen Quellen gedeckt werden. Hierzu wird angenommen, dass bis zu fünf Mal höhere Potentiale für Windenergie- und PV-Anlagen als im Basisszenario für die Wasserstoffproduktion genutzt werden können.	Abweichend vom Basisszenario werden in diesem Alternativszenario ausschließlich die Nachfragemengen Wasserstoff für eine 100-%ige Energieversorgung der angesiedelten Unternehmen (Prozesse, Gebäudeenergie, Fahrzeugflotten) berücksichtigt. Es erfolgt keine Bereitstellung von Strom aus KWK-Anlagen für die Wasserstoffproduktion.

Jahresbilanzen des Basisszenarios Investitionskosten gesamt: 130,6 Mio. €

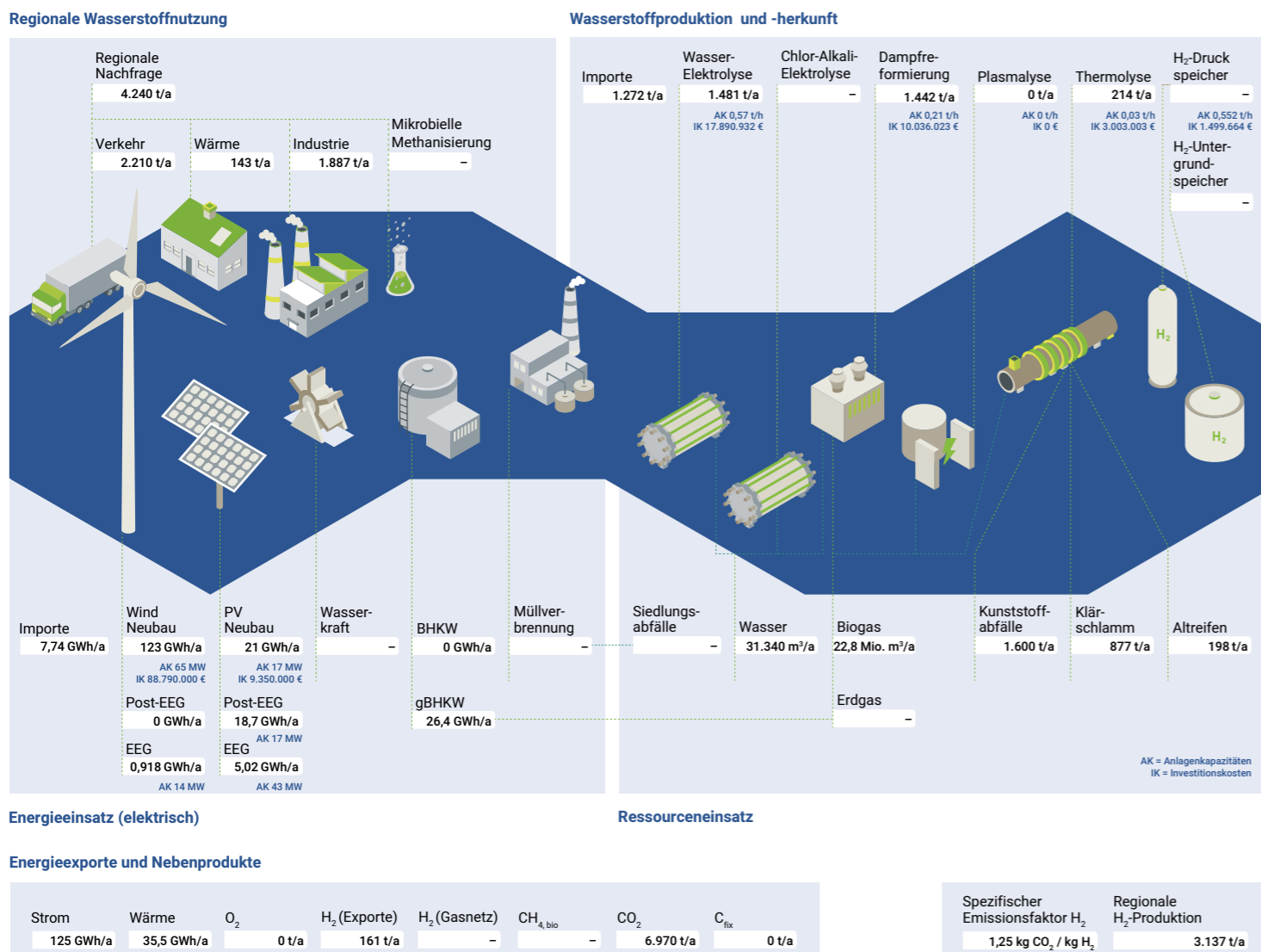


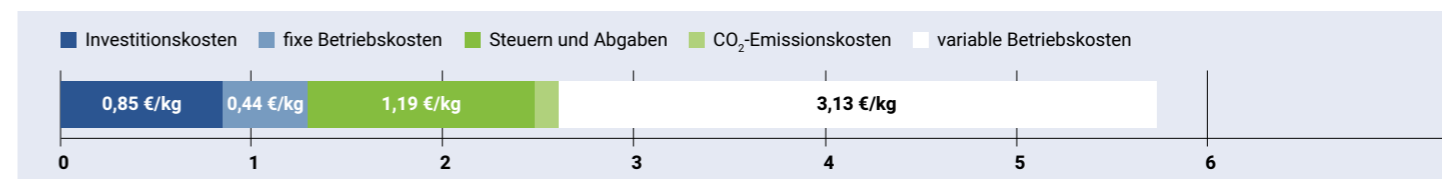
Abbildung 5: © H2Scout.eu/Spilett

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

Basis- und Alternativszenarien im Vergleich Ergebnisse

Szenarien	H ₂ -Nachfrage	Autarkiegrad ¹	H ₂ -Bereitstellungskosten	Zahlungsbereitschaft H ₂ ²	Gewinn vor Steuern
Basisszenario	4.240 t/a	66,6 %	5,17 €/kg	6,32 €/kg	5,09 Mio €/a
Limitierte Wasserressourcen	4.240 t/a	68,3 %	5,32 €/kg	6,37 €/kg	4,55 Mio €/a
Autarkie	4.240 t/a	100 %	4,30 €/kg	6,00 €/kg	8,57 Mio €/a
Industrie-/Gewerbepark InterFranken	3.033 t/a	67,3 %	4,28 €/kg	4,23 €/kg	-0,15 Mio €/a

Zusammensetzung der regionalen H₂-Gestehungskosten¹ Summe: 5,25 €/kg



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

Abbildung 6: © H2Scout.eu/Spilett

Zusammensetzung der Umsätze Summe: 47.077.883 €/a

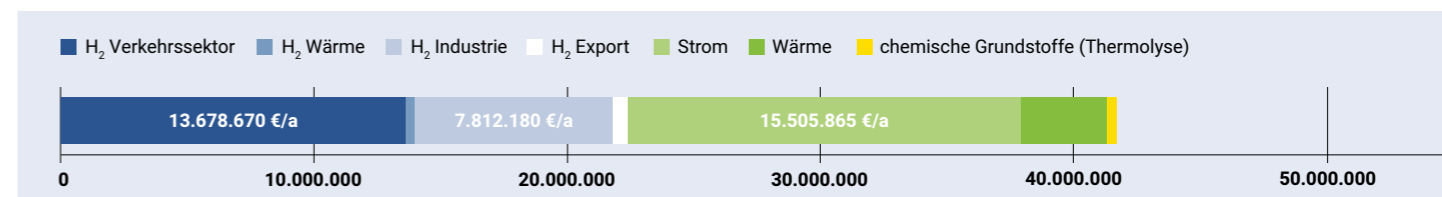


Abbildung 7: © H2Scout.eu/Spilett

Leistungskennzahlen des Systems (KPI)

4.240 t/a H ₂ -Nachfrage ergibt sich aus den definierten H ₂ -Bedarfen der Region	5,17 €/kg H ₂ -Bereitstellungskosten Break-Even-Preis, der im Mittel vom Kunden gezahlt werden muss, um einen Gewinn zu erzielen	5.085.123 €/a Gewinn vor Steuern Maximaler Gewinn vor Steuern im Fall, dass die durchschnittliche Zahlungsbereitschaft als Preis realisiert wird	48.601 t/a Vermiedene CO ₂ -Emissionen Vermiedene Gesamtemissionen zuzüglich der bei der Wasserstoffproduktion entstehenden CO ₂ -Emissionen	10.389.589 €/a Vermiedene externe Kosten Vermiedene gesellschaftliche Kosten des Klimawandels und der Stickoxidemissionen des Verkehrssektors
66,6 % Autarkiegrad Regionaler Anteil der zur Wasserstoffproduktion verwendeten Primärenergie	6,32 €/kg Zahlungsbereitschaft H ₂ Durchschnittliche Zahlungsbereitschaft über alle Nachfragesektoren	6,5 % Kapitalrendite bei einer angenommenen Systemlaufzeit von 20 Jahren.	1,79 €/t CO ₂ -Vermeidungskosten Die CO ₂ -Vermeidungskosten enthalten als Differenz zwischen Bereitstellungskosten und Zahlungsbereitschaft den definierten CO ₂ -Preis.	8.660.123 €/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 stellt sich die Wasserstoffwirtschaft in der Region Westmittelfranken für das Jahr 2030 in 3 von 4 Szenarien wirtschaftlich dar. Das Autarkieszenario führt aufgrund des stärkeren Ausbaus von eigenen Wind- und PV-Anlagen (196 MW bzw. 85 MW) und den damit verbundenen höheren Nebeneinnahmen durch den Stromvertrieb zur besten Wirtschaftlichkeit. Das Szenario „limitierte Wasserressourcen“ resultiert in den höchsten CO₂-Einsparungen aufgrund der Vermeidung von Netzstrombezug und des verstärkten Einsatzes der Biomethan-Plasmalyse als aktive Kohlenstoffsenke. Im Szenario „Energieversorgung Industrie-/Gewerbepark InterFranken“ wird die Wirtschaftlichkeit unter der Annahme einer 100%-Versorgung mit Wasserstoff, ohne Förderung und mit fehlender Mehrzahlungsbereitschaft der Nutzer gegenüber Diesel und Erdgas nur knapp verfehlt. Zur Realisierung dieses Szenarios ist ein Ausbau von 65 MW Windanlagen und 17 MW PV-Anlagen in der Region erforderlich.

	Kapitalrendite	Vermiedene CO ₂ -Emissionen	CO ₂ -Vermeidungskosten ³	Vermiedene externe Kosten	Direkte regionale Wertschöpfung
Basisszenario	6,5 %	48.601 t/a	1,79 €/t	10,39 Mio €/a	8,66 Mio €/a
Limitierte Wasserressourcen	6,3 %	69.605 t/a	10,54 €/t	14,70 Mio €/a	8,01 Mio €/a
Autarkie	3,8 %	53.892 t/a	-66,27 €/t	11,47 Mio €/a	17,53 Mio €/a
Industrie-/Gewerbepark InterFranken	-0,2 %	24.405 t/a	120,69 €/t	5,18 Mio €/a	3,29 Mio €/a

Grüner Wasserstoff als Schlüsselement für eine kohlenstofffreie Mobilität von morgen, für eine klimaneutrale Wärmeversorgung und als nachhaltiger Energierohstoff in der Industrie. Grüner Wasserstoff als Energieträger und Speicher von regenerativem Strom. Das sind die Stichworte, die der Zweckverband InterFranken für die energetische Entwicklung seines Industrie- und Gewerbeparks vorgegeben hat. Das Zielsystem für eine Wasserstoffwirtschaft, welches die Akteure im Rahmen des HyStarter-Projektes daraus entwickelt haben, legt den Fokus bei der Produktion von grünem Wasserstoff auf die Wasserelektrolyse mittels erneuerbaren Stroms aus regionalen Windenergie- und Freiflächenphotovoltaikanlagen. Hierzu sollen prioritär Strommengen aus speziellen Stromlieferverträgen⁴ und sogenannter „Überschussstrom“, also regenerativ erzeugter Strom, der nicht in das Netz des regionalen Netzbetreibers eingespeist werden kann, genutzt werden. Wahrscheinlich werden diese Strommengen nicht ausreichen, um den Wasserstoffbedarf im Jahr 2030 zu decken. Daher geht der Akteurskreis davon aus, dass zusätzliche Strommengen zur Produktion von grünem Wasserstoff aus den regionalen erneuerbaren Anlagen genutzt werden. Die bei der Wasserelektrolyse anfallenden Nebenprodukte Sauerstoff und Wärme werden ebenfalls genutzt und spielen bei der Wirtschaftlichkeit des Systems eine entscheidende Rolle.

Zusätzlich wird grüner Wasserstoff über das bewährte Verfahren der Dampfreformierung aus Biogas generiert. Als Alternative bietet sich die Methanpyrolyse als eine erweiterte Option zur Wasserstoffherstellung an. Daneben sollen sich zukunftssträchtige Technologien, wie die Pyrolyse, die Hydrolyse oder die Plasmalyse an der Deckung der Wasserstoffbedarfe beteiligen. Durch die Nutzung von recyclebaren Abfällen aus den umliegenden Gemeinden wird eine Kreislaufwirtschaft aufgebaut, die die aufwendige Abfallentsorgung entlastet und den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft unterstützt.

Als eines der bedeutendsten Anwendungsfelder kristallisiert sich die im Gewerbepark InterFranken verortete Wasserstofftankstelle für Brennstoffzellen betriebene Züge mit angeschlossener Werkstatt und Serviceeinrichtung heraus. Nach dem Motto „Von der Straße auf die Schiene“ ist das Konzept zur Einbindung des Güterverkehrs mit dem Bau und Betrieb eines Güterumschlagplatzes nach dem Prinzip des Kombinierten Verkehrs⁵ im Gewerbepark umgesetzt. Die hier integrierte Elektrolyseanlage inklusive Wasserstofftankstelle mit entsprechendem Speicher und Serviceeinheit für BZ-Züge bildet das Kompetenzzentrum für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik im Bahnverkehr. Zusammen mit dem Wasserstoff-Hub entsteht das energetische Herz von InterFranken.

Als größte „Wasserstoffsенke“ bilden sich die großen, energieintensiven Unternehmen in der Region heraus. Hier wird grüner Wasserstoff als Substitut zu Erdgas zur Deckung des Wärmebedarfs sowie zur Deckung des Bedarfs an Prozessgas eingesetzt. Allein in den drei, am Akteurskreis des HyStarter-Projektes beteiligten Unternehmen übersteigt der Wasserstoffbedarf den der Mobilität um das Dreifache. Damit wird ein stetig hoher Bedarf an grünem Wasserstoff generiert, der sich positiv auf die Wirtschaftlichkeit der Projekte auswirkt.

Ein weiterer stetiger Wasserstoffverbrauch wird vom Betrieb der Bahnlinie Dombühl – Nördlingen mit Brennstoffzügen gewährleistet. Diese nicht-elektrifizierte Strecke hat den Reaktivierungsprozess erfolgreich abgeschlossen und das Betreiberunternehmen der rund 55 Kilometer langen Strecke konnte davon überzeugt werden, die Fahrten seiner Triebwagen emissionsfrei zu gestalten. Der Wasserstoff für den Zugbetrieb wird von der Elektrolyseanlage im Gewerbepark InterFranken bezogen, was sich positiv auf die Effizienz der Anlage auswirkt. Im oben beschriebenen Kompetenzzentrum für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik im Bahnverkehr werden die BZ-Züge getankt, gewartet und ggf. repariert.

⁴ PPA: Power Purchase Agreement, Form spezieller Stromlieferverträge zwischen Erzeuger und Abnehmer erneuerbarer Energie zum direkten Bezug von regenerativen Strommengen zu einem vorher vereinbarten Preis.
⁵ Kombiniertes Verkehr beschreibt in der Logistik eine mehrgliedrige Transport- und Lieferkette, die unterschiedliche Verkehrsträger integriert. (siehe „Schienenkonzept InterFranken – Gutachterliche Stellungnahme zu möglichen Umsetzungsvarianten zur Einbindung des Schienengüterverkehrs in das Konzept des Industrieparks InterFranken“ unter <https://www.interfranken.de/standort.html>)



Als technische regionale Verbindung zwischen der Wasserstoffherzeugung und den Wasserstoffanwendungen haben sich zwei Wasserstoffpipelines durchgesetzt. Mit zwei Leitungen verbindet der H₂-Hub InterFranken die Wasserstoffproduktion im Gewerbepark mit den feuchtwanger Gewerbegebieten West und Seiderzell. In beiden

Gewerbestandorten werden weitere Unternehmen mit Wasserstoff für die Wärme- und Prozessenergie angeschlossen und erhöhen so die Auslastung der Pipelines und damit die Wirtschaftlichkeit der Verteilanlage. Mit einer Querverbindung zwischen den beiden Standorten werden Versorgungsschwankungen ausgeglichen.

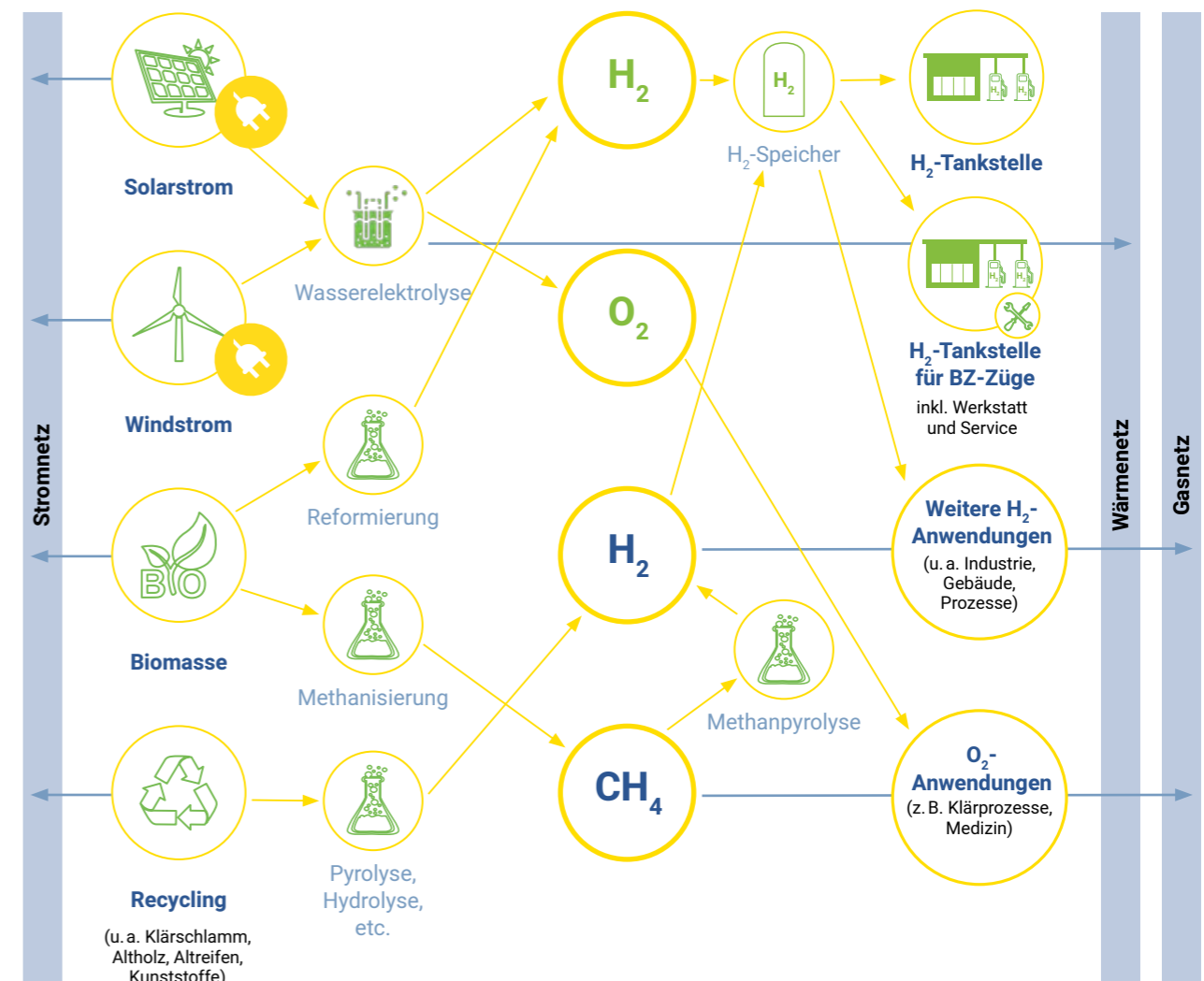


Abbildung 8: Das Zielsystem einer Wasserstoffwirtschaft im Zweckverband InterFranken im Jahr 2030, © BMDV/Spilett n/t

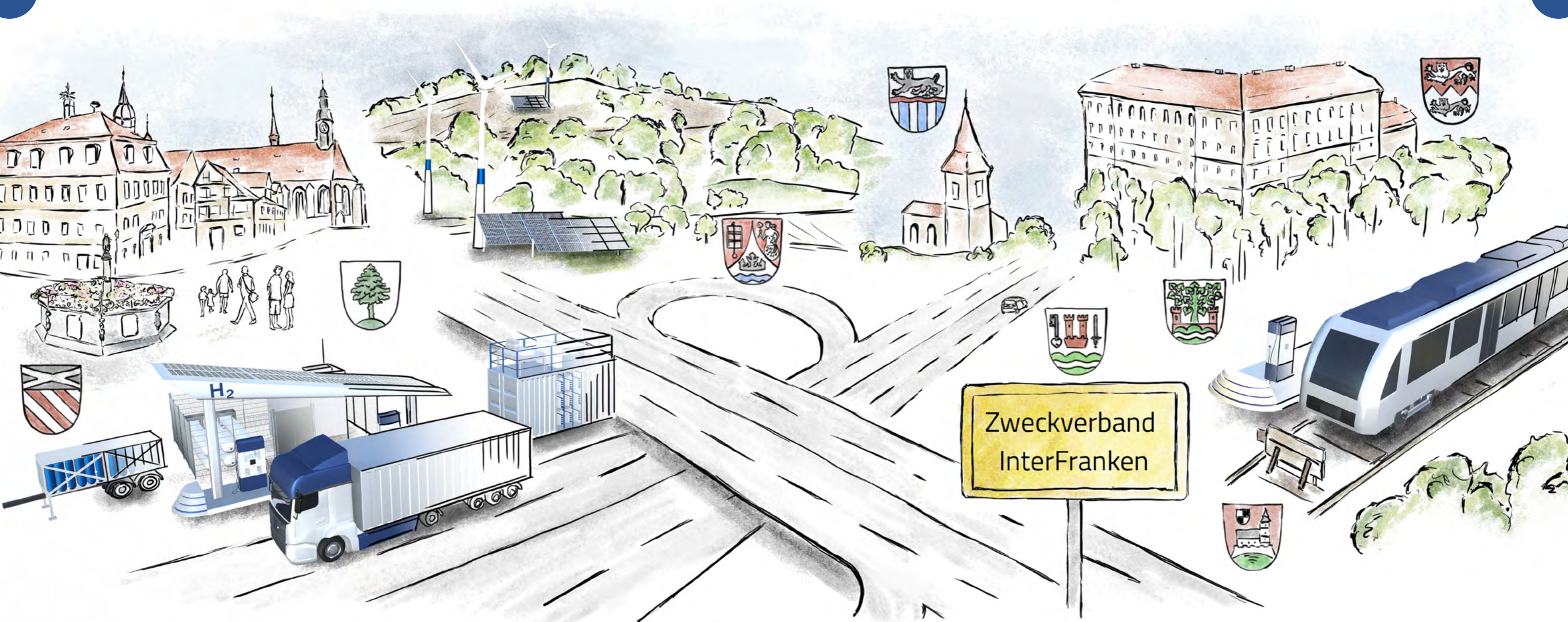


Abbildung 9: Die Vision 2030 – Optionen der Wasserstoffproduktion und der Wasserstoffanwendungen der Region

H₂

TECHNOLOGIEKONZEPT

Die Konfiguration des Technologiekonzeptes beruht auf den vom Akteurskreis im Rahmen des HyStarter-Projektes erarbeiteten Handlungsfeldern und Maßnahmen und betrachtet ausschließlich die Daten, die von einzelnen Unternehmen und Organisationen zur Verfügung gestellt wurden. In Ergänzung zu den Ergebnissen des H2Scout, die zusätzlich Annahmen aus der Region Westmittelfranken verarbeiten, verstehen sich die Resultate des Technologiekonzeptes als projektspezifisch. Anregungen und Vorschläge zu Firmen und Unternehmen, die für eine technische Umsetzung der Handlungsfelder angesprochen werden können, sind in den jeweiligen Technikkapiteln aufgeführt.

Das vorliegende Konzept wurde sowohl von der Seite der Wasserstoffherzeugung als auch von der Seite der Wasserstoffanwendung aus betrachtet und erarbeitet. Die Nutzerseite umfassen u. a. die Brennstoffzellen-Mobilität sowie die prozessuale Wärmeversorgung und die energetische Nutzung in drei Industriebetrieben. Nach der Übersicht über die ermittelten Gesamtbedarfe und dem Erzeugungspotential aus erneuerbaren Energien können beide Konstellationen des Technologiekonzeptes ihren Wasserstoffbedarf zum größten Teil aus dem verfügbaren regionalen Erzeugungspotenzial decken. Es wurde nur ein geringer Importanteil identifiziert.

Die einzelnen Projektideen entlang der Wasserstoffwertschöpfungskette, die Bedarfe sowie die jeweiligen Technologien sind im Technologiekonzept für den ZV InterFranken in der Abbildung 10 dargestellt. Im Folgenden werden die einzelnen Schritte der Wertschöpfungskette chronologisch von der Erzeugung über die Verteilung bis zum Verbrauch beschrieben.

Wasserstoffherzeugung

Für die grüne Wasserstoffproduktion im Projekt des ZV InterFranken wurde die installierte Wind- und PV-Leistung der Mitgliedsgemeinden des Zweckverbandes zuzüglich einer Erhöhung der Ausbauziele für EE-Anlagen um 2% der Fläche betrachtet. Daraus ergibt sich eine kumulierte EE-Kapazität in Höhe von 85 MWP-Photovoltaik- und 21 MWP-Windenergie.

Für die Erstellung des Technologiekonzeptes wurden zwei unterschiedliche Konstellationen der Elektrolyseursysteme konfiguriert. Bei der ersten Anordnung wurden die Windenergie- und PV-Anlagen separat betrachtet. Für die Wasserstoffherzeugung aus Photovoltaikstrom wurde die Elektrolyseanlage auf ein Drittel und bei Windenergie auf die Hälfte der installierten Erzeugungsleistung ausgelegt. Hierdurch lassen sich die Volllaststunden des Elektrolyseurs erhöhen und eine Grundauslastung sicherstellen. Bei der Nutzung der PV-Anlagen kann der Elektrolyseur im Durchschnitt mit sechs Volllaststunden pro Tag betrieben werden, obwohl die Anlagen täglich nur in ca. 3,3 Volllaststunden Strom produzieren. Grund dafür ist die technische Gestaltung der Elektrolyse, die um das Dreifache höher ist als die Kapazität der Solarstromanlagen. Bei dieser Konfiguration liegt die Elektrolyseleistung mittels der Windenergieanlagen bei 10,5 MW und mittels der PV-Anlagen bei 28 MW. So können jährlich mit diesem System ca. 1.672 t grüner Wasserstoff produziert werden.

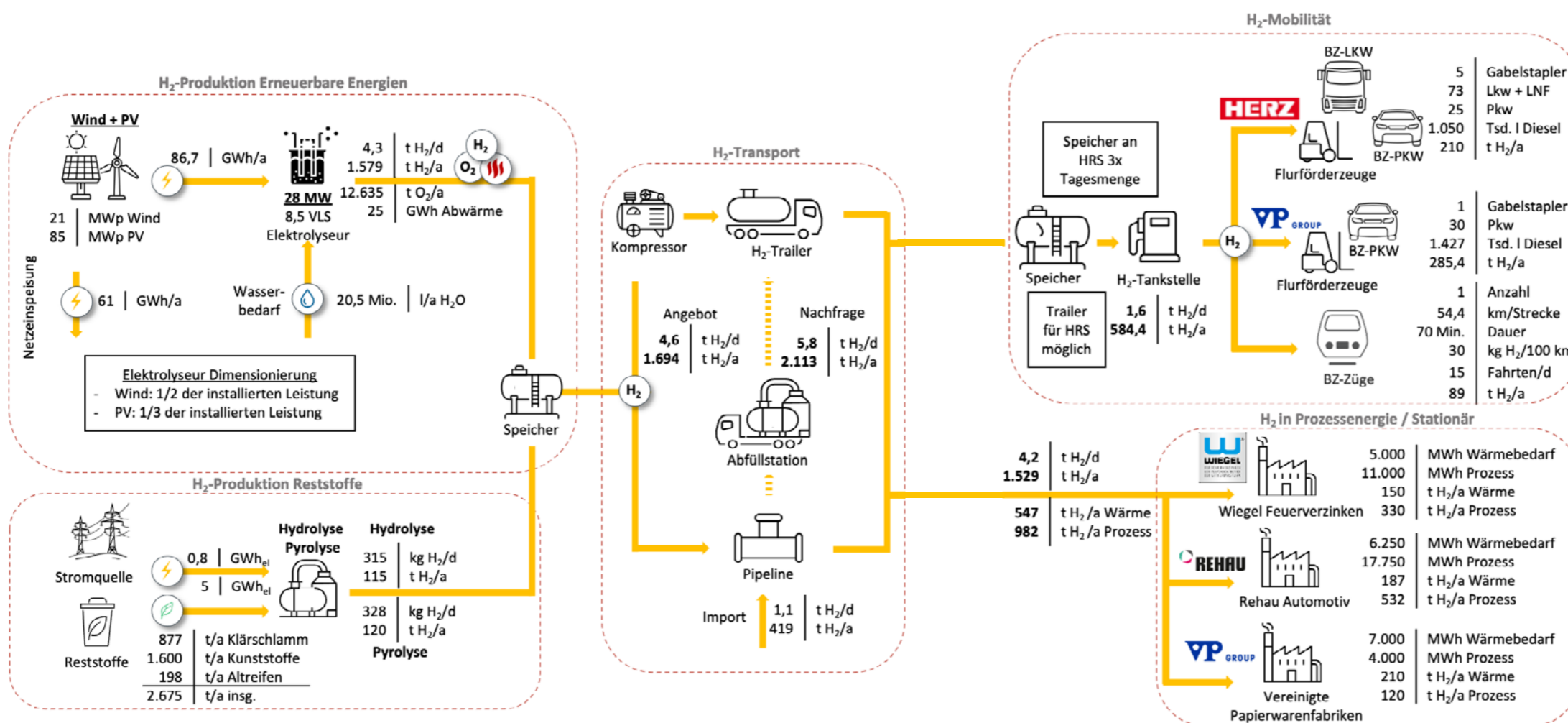


Abbildung 10: Das Technologiekonzept für das HyStarter-Projekt des ZV InterFranken; © BMDV/EE ENERGY ENGINEERS

H₂-Produktion Erneuerbare Energien

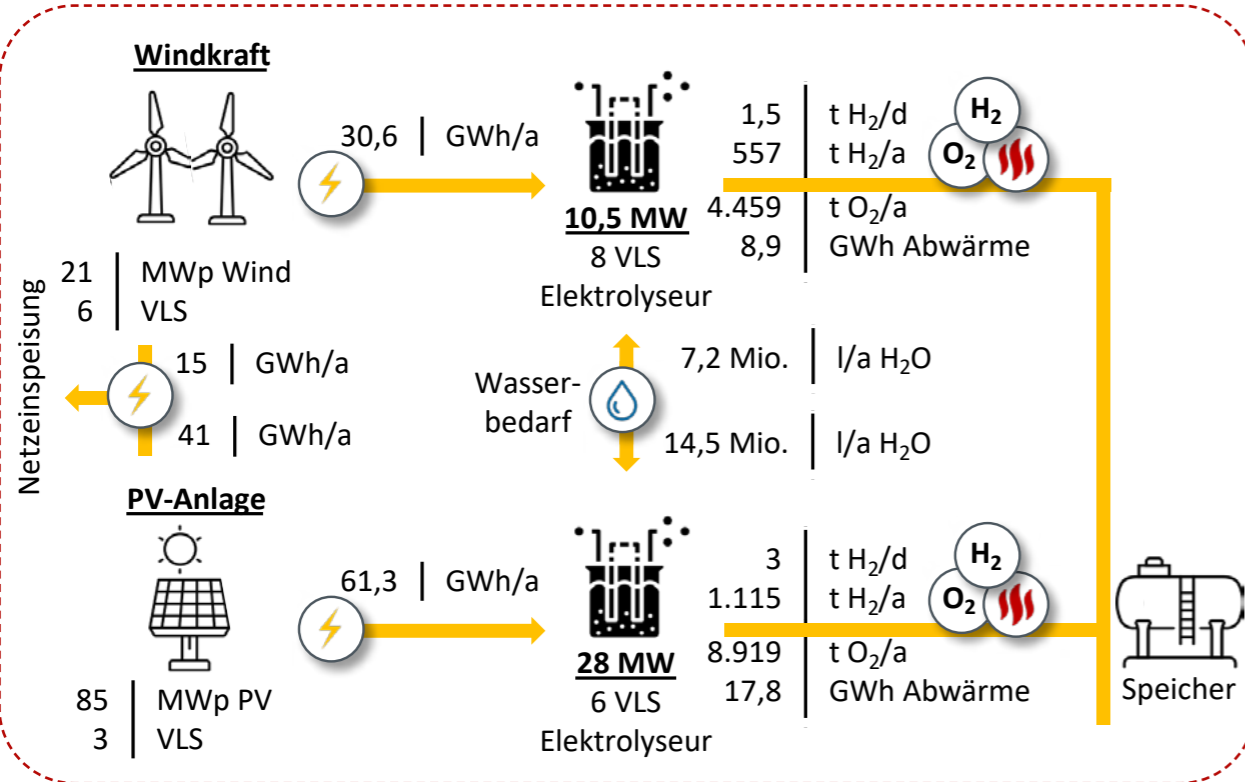


Abbildung 11: Konstellation der Wasserstoffherzeugung bei kombinierter Betrachtung der EE-Anlagen; © BMDV/EE ENERGY ENGINEERS

H₂-Produktion Erneuerbare Energien

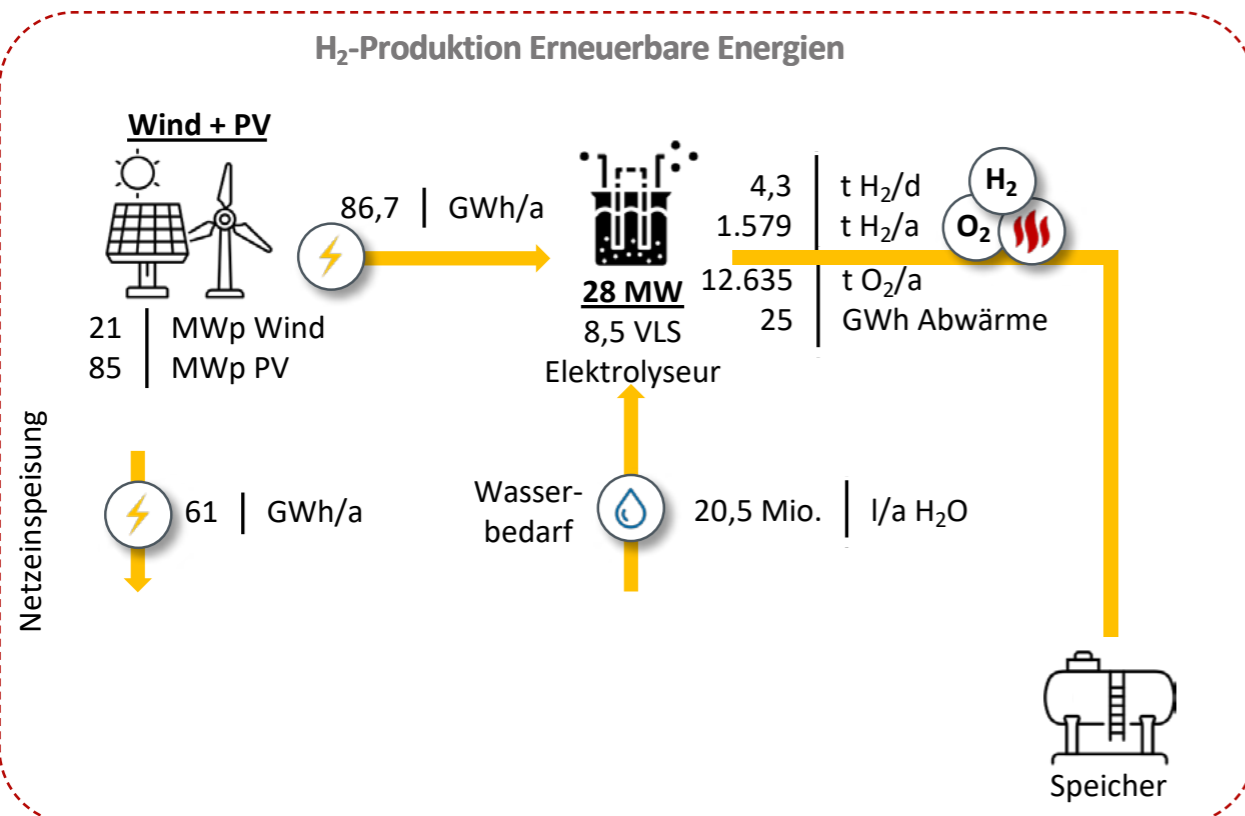


Abbildung 12: Konstellation der Wasserstoffherzeugung bei kombinierter Betrachtung der EE-Anlagen; © BMDV/EE ENERGY ENGINEERS

In der zweiten Systemkonfiguration wurde die Leistung der beiden erneuerbaren Energiequellen kombiniert betrachtet und die Elektrolyseanlage entsprechend der höheren Kapazität ausgelegt. Da die Lastgänge der EE-Anlagen nicht parallel verlaufen, wurde die Elektrolyse auf die dominierende PV-Leistung mit einem Drittel ausgelegt. Diese Systemanordnung ermöglicht eine Steigerung der Volllaststunden auf 8,5 h pro Tag und eine jährliche Wasserstoffproduktion von 1.579 t.

Beide Konfigurationen eignen sich technisch für den Einsatz in den Projekten des ZV InterFranken. Der Vorteil des kombinierten Systems ist die höhere Systemeffizienz aufgrund einer preiswerteren Elektrolyseanlage in Verbindung mit einer höheren Auslastung der Elektrolyseanlage.

Im Elektrolyseprozess werden neben Wasserstoff auch 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 genannten Wasserstoffmenge stehen ca. 13.000 t Sauerstoff mit einer Reinheit von über 95% im Jahr zur Verfügung. Dieser kann zum Beispiel in Belebungsbecken von Kläranlagen oder, nach einer zusätzlichen Aufreinigung, für medizinische Zwecke genutzt werden.

Zur Wasserstoffproduktion mittels Elektrolyse wird deionisiertes, vollentsalztes Wasser benötigt. Entsprechende Entsalzungsanlagen werden bei der Planung eines Elektrolyseurs berücksichtigt. Für die im HyStarter entwickelten Ideen sind zwischen 20 und 22 Mio. Liter Wasser erforderlich.

Elektrolyseanlagen mit einer Leistung zwischen 250 kW und 10 MW werden in der Praxis in einer Containerbauweise zur Verfügung gestellt, sodass die Installation einfach zu realisieren ist. Größere Anlagen werden freistehend errichtet. Technologiebedingt sind AEL⁶-Elektrolyseure tendenziell von den Anschaffungskosten günstiger als PEM⁷-Elektrolyseure. Abhängig von der Technologie und der installierten Leistung liegen für größere Anlagen die spezifischen Kosten zwischen 1.000 und 1.300 € pro kW. Dies inkludiert die Kosten für Beratung, Installation, Netz- und Wasseranschluss sowie die benötigte Peripherie.

Dabei müssen der Wasser- und der Netzanschluss sowie regulatorische Rahmenbedingungen, Netzentgelte und weitere Aspekte berücksichtigt werden. Stromhauptabnehmer ist der Elektrolyseur, gefolgt von dem leistungsintensiven Verdichter. Bei dem Wasseranschluss genügt in der Regel die Einhaltung der Qualitätsanforderungen gemäß der Trinkwasserverordnung⁸. In Abhängigkeit von der Auslastung des Netzanschlusspunktes ist ggf. die Ertüchtigung einer Trafostation zu berücksichtigen.

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

Einen weiteren Pfad zur Wasserstoffproduktion in InterFranken bieten Reststoffe. Über verschiedene Verfahren wie Pyrolyse oder Hydrolyse kann aus Klärschlamm, Gülle, Mist, biogenen Abfällen, Grünschnitt, Gärresten, Lebensmittelresten, Biotonne, Kunststoffen und CFK⁹ Wasserstoff produziert werden. Insgesamt stehen in der Region Westmittelfranken 2.675 t an verschiedenen Reststoffen zur Verfügung. Bei der Pyrolyse bzw. der Thermolyse wird Wasserstoff durch thermo-chemisches Cracken¹⁰ von den genannten Reststoffen in einem Drehrohrofen (bei 850 °C) mit anschließendem Wassergas-Shift-Verfahren¹¹ (bei 250 °C) gewonnen. Mit der genannten Reststoffmenge können bis zu 120 t Wasserstoff im Jahr produziert werden. Da der Prozess sehr energieintensiv ist, werden zusätzlich

6 AEL: Alkalische Elektrolyse
7 PEM: Polymerelektrolytmembran-Elektrolyse
8 Siehe TrinkwV 2020 und EU-Richtlinie 2020/2184-EU
9 CFK: Kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff
10 Cracken: chemische Spaltung der langkettigen Kohlenwasserstoffe bei hoher Temperatur und hohem Druck
11 Auch CO-Shift-Reaktion: Verfahren zur Erzeugung von Wasserstoff (CO + H₂O -> CO₂ + H₂)

5 GWh Strom benötigt. Bei räumlicher Nähe zur Elektrolyseanlage kann deren Abwärme genutzt werden, um den Energiebedarf zu senken.

Das Verfahren der Hydrolyse-Anlagen wird in die drei Schritte Hydrolyse, Vergasungsprozess und CO-Shift-Reaktion unterteilt. Im ersten Schritt werden über die Hydrolyse Bio-Kohle (aus den genannten Reststoffen) und Dampf erzeugt. Voraussetzung der Eingangsstoffe ist ein 30%iger Feststoffanteil. Mittels der produzierten Bio-Kohle wird in einem KDC-Reaktor¹² Dampf erzeugt. Im zweiten Schritt werden beide Produkte in einem Flugstromvergaser¹³ zu Synthesegas umgewandelt. Bei diesem Vorgang beträgt die Arbeitstemperatur rund 180 °C, sodass die Gasphase nicht erreicht wird und aufgrund der homogenen Bio-Kohle die Teerbildung und somit ein Verkleben der Anlage ausbleibt. Eine aufwändige Reinigung der Anlage wie z. B. bei dem ähnlichen Pyrolyseverfahren wird somit vermieden. Ein wesentlicher Unterschied zur Pyrolyse ist der exotherme statt endotherme Prozessschritt, bei dem Wasserstoff mittels Druck und Hitze aus dem Wasser gelöst wird. Im dritten Schritt erfolgt die Wasserstoffproduktion aus dem Synthesegas über eine CO-Shift-Reaktion. Ein solches System wird aktuell von dem Hersteller blueFlux angeboten. Mit den genannten Reststoffen könnten über 115 t Wasserstoff produziert werden, bei einem deutlich geringerem Strombedarf von 0,8 GWh.

Für beide Verfahren ist keine zusätzliche Wasserversorgung notwendig, da der Wasseranteil aus den Reststoffen genutzt wird; allerdings wird eine Genehmigung im BImSchV¹⁴-Verfahren notwendig. Der produzierte Wasserstoff wird mit einem Ausgangsdruck von 40 bar ausgeführt und verfügt über eine 3.0-Qualität.

¹² KDC-Reaktor: Anlage zur Herstellung von Kohle, Biokohle oder Aktivkohle für eine anschließende Gasifizierung in einem Flugstromvergaser oder für eine anderweitige Verwendung.

¹³ Flugstromvergaser: Rohrreaktor zur Gasifizierung von festen oder flüssigen Brennstoffen (z. B. Biokohle) bei hohen Temperaturen und unter hohem Druck.

¹⁴ Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes

¹⁵ EHB: European Hydrogen Backbone, Initiative zum Ausbau eines europäischen Wasserstoffnetzes

¹⁶ Siehe: Krieg, Dennis (2012): „Konzept und Kosten eines Pipelinesystems zur Versorgung des deutschen Straßenverkehrs mit Wasserstoff“, Schriften des Forschungszentrums Jülich, Band 144, ISBN 978-3-89336-800-6

Wasserstofftransport

Ein wesentlicher Wasserstoffeinsatz ist im H₂-Hub Inter-Franken geplant. Im Gewerbepark können Flächen für die Elektrolyseanlage und die Wasserstoffspeicher zur Verfügung gestellt werden. Für den in den beiden Varianten prognostizierten Wasserstoffbedarf in Höhe von 5,8 t pro Tag wird eine Verteilung mittels Pipeline empfohlen. Bei einem Transport via Wasserstofftrailer müssen für dieselbe Transportmenge mindestens fünf Lkw am Tag eingesetzt werden. Eine bestehende Pipeline birgt den Vorteil, in Zukunft an das geplante EHB-Netz¹⁵ angeschlossen zu werden, um den analysierten Import von 0,9 t je Tag zu decken oder einen Wasserstoffexport zu ermöglichen.

Für den Anschluss an das Pipelinennetz wird eine Gas-Einspeisestation benötigt. Je nach Hersteller und Elektrolyseausgangsdruck kann auf einen Kompressor verzichtet werden. Bei der Umsetzungsdauer einer neu zu errichtenden Pipeline entfällt der dominierende Anteil auf die verschiedenen Genehmigungsverfahren. Hier sind mehrere Jahre einzukalkulieren, je nach Verlegungsstrecke und örtlicher Genehmigungsbehörde kann die Dauer deutlich geringer ausfallen. Für die Umwidmung bestehender Erdgas-Pipelines auf Wasserstoff ist mit ca. drei Jahren zu rechnen. Die Kosten pro Kilometer Pipeline liegen je nach örtlichen Gegebenheiten (Bebauungsgrad, Tiefbau, Genehmigungsaufwand etc.) zwischen 150 T€ und 1.000 T€. Laut einer Auswertung des Forschungszentrums Jülich¹⁶ betragen die durchschnittlichen Errichtungskosten einer Pipeline 352 T€ pro Kilometer, ohne Verdichter-, Einspeise- oder Entnahmestation. Nutzungs- und Abschreibungsdauer werden im Durchschnitt mit 40 Jahren angenommen.

Wasserstofftankstelle

Zur Versorgung des Verkehrs in räumlicher Nähe des H₂-Hubs InterFranken ist auch eine Wasserstofftankstelle im Gewerbepark geplant. Für die Standortwahl weiterer Tankstellen sollten folgende Attribute nach der folgenden Präferenz berücksichtigt werden:

- Vernetzung und Bündelung der Nachfrage an einem Standort zur Sicherung derselben
- Grundstück bzgl. Flächenbedarf, Baugenehmigungen und Sicherheitsabstände zu Gebäuden
- Zugang bzgl. Zufahrtsmöglichkeit der jeweiligen Fahrzeugklassen und ggf. öffentlicher Zugang
- Wasserstoffverfügbarkeit (Produktion vor Ort, Nähe zu Produktionsstandorten, Pipelineanbindung, Redundanz der Anlieferung) zur Sicherung des Angebots

Eine Standortbewertung sollte die oben genannten Kriterien unter Berücksichtigung der Interessen der jeweiligen Betreiber sowie die Anforderungen der Nutzer beinhalten. Für einen möglichst wirtschaftlichen Betrieb einer Wasserstofftankstelle werden vom Betreiber garantierte Abnahmemengen benötigt. Aktuell liegt die erforderliche Tagesmenge für eine Lkw-HRS bei 1,5 t Wasserstoff. Um ein größeres Nachfragepotenzial zu schaffen, empfiehlt sich die Installation von Tanksäulen (Dispensern), die den gasförmigen Wasserstoff in den Druckstufen 350 bar und 700 bar vertanken. Hiermit können alle zurzeit gängigen Brennstoffzellen-Fahrzeuge, Pkw und Lkw betankt werden. Auch die aktuellen Förderprogramme erwarten für einen positiven Bescheid eine gesicherte Wasserstoffabnahme. Daher ist es sinnvoll, im Vorfeld entsprechende Nachfragepotenziale durch Absichtserklärungen / Letters of Intent (LOIs) mit allen potenziellen Abnehmern zu schließen. Je nach Förderprogramm werden nur öffentliche HRS gefördert (u. a. NIP¹⁷), aber auch für Betriebshoftankstellen sind Fördergelder beziehbar (u. a. KsNI¹⁸).

¹⁷ NIP: Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, siehe: <https://www.ptj.de/nip>

¹⁸ 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 Hybrid-elektrofahrzeuge und Brennstoffzellenfahrzeuge, siehe: https://www.balm.bund.de/DE/Foerderprogramme/KlimaschutzundMobilitaet/KsNI/Ksni_node.html

Zur Gewährleistung eines stabilen Betriebs müssen weitere Aspekte berücksichtigt werden. Je nach Größe einer Tankstelle und der Verfügbarkeit weiterer Tankstellen in der näheren Umgebung wird ein zusätzlicher Verdichter als Backup empfohlen. Dafür müssen in der Regel zwischen 150 kW und 300 kW elektrische Leistung vorgehalten werden.

Grundsätzlich können Wasserstofftankstellen nachträglich erweitert werden. Sie sind jedoch nicht in allen Anlagen teilen modular ausbaufähig. Hochdruckspeichertanks (400/900 bar), Kompressoren sowie Kühlaggregate müssen ggf. ersetzt werden. Der Wasserstoffvorratsspeicher (200/300 bar) sowie die Zapfsäule (350/700 bar) können in der Regel erweitert werden. Bei der Speicherdimensionierung sollte man auch hier den dreifachen Tagesbedarf vorsehen, sofern die Tankstelle nicht per Pipeline angebunden wird. Weitere Informationen zu den Komponenten einer HRS können dem Anhang entnommen werden.

Bei dem Bau einer HRS müssen unterschiedliche Genehmigungsverfahren u. a. nach der aktuellen Bundes-Immissionsschutzverordnung, dem Störfallrecht und einer Baugenehmigung durchlaufen werden, die abhängig sind von Schwellwerten bei der H₂-Speicherung vor Ort: Ab 3 t greift die 4. BImSchV, ab 5 t die 12. BImSchV. Die BImSchV kommt unabhängig von der Speichermenge auch zur Anwendung, sobald Wasserstoff vor Ort produziert wird. Unter 3 t und ohne Produktion reicht ein Antrag nach Betriebssicherheitsverordnung. Zur Vermeidung von nachträglichen Genehmigungen empfiehlt es sich, direkt die final geplante Ausbaustufe genehmigen zu lassen. Neben diesen bundeseinheitlich geregelten Genehmigungen kommen z. T. landesspezifische und örtliche Richtlinien hinzu, die mit den lokalen Behörden abgestimmt werden müssen.

Wasserstoffmobilität

Aufgrund der besonderen Lage des H₂-Hub InterFranken, am BAB-Kreuz Feuchtwangen/Craillsheim (BAB 7 / BAB 6) und der Bahnstrecke Nürnberg-Stuttgart, bietet der Standort sehr gute Bedingungen, den straßengebundenen Schwerlastverkehr mit grünem Wasserstoff zu versorgen sowie nicht-elektrifizierte Bahnstrecken emissionsfrei zu betreiben. Lkw mit Brennstoffzellenantrieb sind derzeit nur von wenigen Herstellern verfügbar, sodass interessierte Logistikunternehmen mit langen Lieferzeiten rechnen müssen. Eine Erweiterung der Modellauswahl wurde bereits von einigen Anbietern angekündigt bzw. vorgestellt. Einige Hersteller erwägen auch den Einsatz von Wasserstoffverbrennungsmotoren oder flüssigem anstelle von gasförmigem Wasserstoff. Bei den im HyStarter-Projekt des ZV InterFranken angedachten Standorten wurden verschiedene Akteure mit Schwerlastfahrzeugen berücksichtigt; so wird eine hohe gesicherte Wasserstoffabnahme garantiert. Im Pkw-Bereich sind bereits diverse Modelle von verschiedenen Anbietern verfügbar. Als Anwendungsfelder bieten sich insbesondere Flottenbetriebe, wie zum Beispiel Taxiunternehmen, an. In Deutschland sind aktuell ca. 100 öffentliche Wasserstofftankstellen für BZ-Pkw in Betrieb.

Im Intralogistikbereich, also im Betrieb von Flurförderzeugen innerhalb von Werkverkehren, bieten Gabelstapler mit Brennstoffzellenantrieben eine gute Option zur Reduktion von Kohlenstoff- und Lärmemissionen. Während des Betriebs werden keine Schadstoffe freigesetzt, wodurch sie sich insb. für Lagerhallen und geschlossene Gebäude eignen. Darüber hinaus sinkt auch die Lärmbelastigung der Fahrzeuge deutlich. Im Schichtbetrieb eignen sie sich insb. aufgrund der kurzen Betankungszeiten. Im Vergleich zu batterieelektrischen Gabelstaplern kann die Ladezeit und somit der Stillstand des Fahrzeugs vermieden und auf eine platzintensive Batteriewechselstation verzichtet werden. Sofern die Fahrzeuge nicht im Schichtbetrieb eingesetzt werden, empfiehlt sich der Einsatz von batterieelektrischen Gabelstaplern aufgrund des höheren Wirkungsgrads.

In Deutschland werden bereits Züge mit Brennstoffzellenantrieben im Personennahverkehr eingesetzt. Allerdings sollten sie aufgrund des geringeren Wirkungsgrads nur auf Strecken betrieben werden, die nicht mit einer Oberleitung ausgestattet sind. Derzeit sind ca. 30% des Bahnnetzes in Deutschland nicht elektrifiziert, also gut geeignet für BZ-Züge. Bei diesen sind aktuell je nach Topografie eine Reichweite von bis zu 1.000 km mit einer Tankfüllung (ca. 180 kg bei 350 bar) möglich. Eine Idee im HyStarter-Projekt InterFranken beschäftigt sich auch mit der Reaktivierung der nicht-elektrifizierten Bahnstrecke zwischen Dombühl und Nördlingen. Nach dem vorliegenden Technologiekonzept kann mit einem Personenzug, 15 Fahrten am Tag und einem Wasserstoffbedarf von fast 90 t im Jahr eine gesicherte Abnahme garantiert und ein emissionsfreier Zugbetrieb angeboten werden.

Brennstoffzellezüge sind von verschiedenen Herstellern verfügbar. Die Modelle „Coradia iLint“ der Alstom sowie der „Mireo Plus H“ von Siemens Mobility werden aktuell in Kooperation mit der Deutschen Bahn AG auf verschiedenen Nahverkehrsstrecken eingesetzt. Für einen Testbetrieb kann der „Coradia iLint“ beim Hersteller ausgeliehen werden.

Prozessenergie und Wärmeversorgung für die Industrie

Die Wärmebereitstellung kann sowohl verbrennungsmotorisch in einem Wasserstoff-BHKW, in einer Brennstoffzelle oder über die Abwärmenutzung der Elektrolyseanlage erfolgen. Bei der Produktion eines Kilogramms H₂ entstehen 16 kWh Abwärme mit einem Temperaturniveau von 50 °C bis 60 °C. Hierbei sollte sich die Wärmenutzung möglichst in der Nähe der Elektrolyseanlage befinden. Über die Abwärmenutzung hinaus kann Wasserstoff in einem verbrennungsmotorischen oder BZ-BHKW genutzt werden. Ein Vorteil der verbrennungsmotorischen Nutzung ist, dass eine Wasserstoffqualität von 3.0 ausreichend und ein Mischgasbetrieb mit Erd- oder Biogas möglich ist, sodass die Versorgungsart sukzessive von Erd- oder

Biogas auf Wasserstoff umgestellt werden kann. Brennstoffzellen hingegen sind effizienter sowie in der Regel auf ein bestimmtes Brenngas, wie etwa Wasserstoff ausgelegt und erfordern eine Qualität von 5.0. H₂-BHKW eignen sich insbesondere für große Wärmebedarfe wie u. a. Gewerbe- und Industriegebieten. Für die Wärmemenge der Industrieanlagen der im HyStarter-Projekt involvierten Unternehmen Wiegell Feuerverzinken, Rehau Automotiv und Vereinigte Papierwarenfabriken werden insgesamt 547 t Wasserstoff für eine komplette Erdgassubstitution benötigt.

Energieintensive industrielle Prozesse gehören zu den Hauptverbrauchern von Erdgas. Langfristig wird es aufgrund höherer Emissionsauflagen und steigender Kosten¹⁹ erforderlich sein, diese Prozesse durch Umstellung auf nachhaltige Brennstoffe zu dekarbonisieren. Das stellt Unternehmen aus verschiedenen Branchen sowohl vor wirtschaftliche als auch technische Herausforderungen. Einige Unternehmen des Akteurskreises werden Wasserstoff als Brennstoff zur Erzeugung von Prozesswärme einsetzen. Zur Deckung dieses Bedarfs werden rund 982 t Wasserstoff benötigt.

Regionale Herausforderungen und Empfehlung

Für die elektrolytische Wasserstoffherzeugung im Gewerbepark InterFranken wird die zweite Systemkonfiguration empfohlen. Aufgrund der kleiner dimensionierten Elektrolyseanlage können die Volllaststundenzahl deutlich erhöht und die Investitionskosten gesenkt werden. Pro Jahr werden in dieser Variante zwar 93 t weniger Wasserstoff generiert, was ca. 5,7% der produzierten Wasserstoffmenge der ersten Variante entspricht. Dafür können rund 11 Mio. Euro bei den Investitionskosten für die Anlage vermieden werden.

Die Kombination von Wind- und PV-Anlagen für die Elektrolyse wird in der Praxis aufgrund der oft großen Distanzen zwischen den Anlagen eher selten umgesetzt. Im ersten Schritt sollte daher der Standort der Elektrolyseanlage definiert werden. Die Konfiguration des Elektrolyseurs orientiert sich an den installierten Leistungen der EE-Anlagen und deren Stromerzeugungsart. Für die Errichtung

¹⁹ Zum Beispiel bei der CO₂-Steuer

einer Elektrolyseanlage sind mindestens zwei Jahre von der Planung bis zur Inbetriebnahme zu kalkulieren, aktuell ist die Tendenz steigend.

Für die wirtschaftliche Darstellbarkeit der Projekte ist es zielführend, zusätzliche Wasserstoffbedarfe in der Nähe des Gewerbeparks InterFranken zu identifizieren. Hierzu können weitere Industrieunternehmen in der Region angesprochen werden. Diese sollten, wenn vorhanden, die in ihrem Produktionsprozess eingesetzten Brenner auf die Umstellung auf Wasserstoff als Erdgasersatz prüfen lassen. Für eine vollständige Umstellung auf Wasserstoff müssen die bestehenden Brenner ausgetauscht, die entsprechenden Zuleitungen ertüchtigt sowie dynamische Messsysteme integriert werden. Alle dafür benötigten Komponenten sind auf dem Markt verfügbar. Zusätzlich sollten Verträge über die garantierte Lieferung von grünem Wasserstoff geschlossen werden, um eine Versorgungssicherheit zu gewährleisten und Produktionsausfälle zu vermeiden.

Als eine weitere stetige Senke können die regionalen Betreiber des öffentlichen Personennahverkehrs (wie z. B. die Firma Scharnagel) angesprochen werden. Hierbei wird empfohlen, eine größere, statt mehrere kleine Wasserstofftankstellen zu errichten. Eine HRS auf dem Betriebsgelände ermöglicht eine individuelle Betankung der Fahrzeugflotte. Beim Betrieb einer Betriebshoftankstelle muss auf eine ausreichende Speicheranlage geachtet werden. Für die Planung sollten rund zwei Jahre eingeplant und können parallel zu den Planungen der Elektrolyseanlage betrieben werden.

Ebenfalls sollte die Abwärmenutzung der Elektrolyseanlage und der Anlagen zur Wasserstoffherzeugung aus biogenen Reststoffen geprüft werden. Je nach Temperaturniveau und Gebäudeart kann die Vorlauftemperatur (zwischen 50°C und 60°C) direkt oder ein BZ- bzw. ein Wasserstoff-BHKW genutzt werden. Bei zu großen Temperaturdifferenzen oder hohen Distanzen zwischen Produktionsanlage und Wärmesenke sind Versorgungskonzepte über Wärmepumpen mit der direkten Nutzung des erneuerbaren Stroms besser geeignet.

PROJEKTIDEEN UND UMSETZUNGSSTRATEGIEN

Die folgenden Projektideen wurden im Laufe des Hy-Start-Projektes in mehreren Arbeitsgruppen des Akteurskreises erarbeitet und diskutiert. Bei den Gesprächen ist deutlich geworden, dass die hier aufgeführten Ideen keine konkreten 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 berücksichtigt werden.

H₂-Hub InterFranken

Am Standort des Industrie-/Gewerbeparks InterFranken werden Anlagen zur zentralen Wasserstoffproduktion errichtet und betrieben. Hier soll ein regionaler H₂-Hub entstehen.

Neben der Elektrolyse, die mit erneuerbarem Strom aus EE-Anlagen der nahen Umgebung des Gewerbeparks betrieben werden, sollen auch alternative Wasserstoffproduktionspfade genutzt werden. In Frage kommen dabei insbesondere die Thermolyse und die Pyrolyse, in Zukunft eventuell auch die Plasmalyse. Diese Technologien sollen mit Partnern aus der Forschung (Hochschule, Forschungs-

institute und Unternehmen) weiterentwickelt werden. Der produzierte Wasserstoff wird vor Ort gespeichert und den regionalen Anwendungsgruppen innerhalb und außerhalb des Gewerbeparks zur Verfügung gestellt. Eine im Park verortete HRS versorgt die mit BZ-betriebenen Fahrzeuge des regionalen und des überregionalen Verkehrs mit grünem Wasserstoff.

Ziel des Projektes ist es, den Gewerbepark InterFranken als einen über die Grenzen des Landkreises hinauswirkenden Produktions- und Distributionsstandort für regionalen grünen Wasserstoff zu installieren.

Regionale Herausforderungen

- In der Region gibt es zahlreiche kritische Stimmen zum Projekt „Industrie- / Gewerbepark InterFranken“.
- Je nach Anzahl der Anlagen sowie der Anlagengröße kann der Flächenbedarf sehr hoch sein und nicht mehr im Verhältnis zur Gesamtfläche des Gewerbeparks stehen.
- Aufgrund des Einsatzes der unterschiedlichen Produktionstechnologien sind die Mittel einer Förderung sehr schwer einzuschätzen.
- Aufgrund des noch fehlenden Geschäftsmodells ist auch die Wirtschaftlichkeit sehr unsicher.

Lösungsansätze

- Es muss ein Kommunikationskonzept entwickelt werden, das alle Beteiligten frühzeitig mitnimmt und von externen Experten unterstützt wird.
- Anhand einer Machbarkeitsstudie können konkrete Zahlen und Daten für den wirtschaftlichen Betrieb und den Wasserverbrauch ermittelt werden.
- Es müssen Betreiber für die Anlagen identifiziert und mit ihnen ein Betriebsmodell entwickelt werden.
- Mit den Ergebnissen aus der Machbarkeitsstudie und dem Betriebsmodell können Fördermittel akquiriert werden.

Externer Unterstützungsbedarf

Neben einer Machbarkeitsstudie für die Optionen der technischen Umsetzung und die wirtschaftliche Darstellung wird eine Kommunikationsstrategie für die kommunalen Mandats- und Entscheidungsträger sowie für die von den Auswirkungen des Gewerbeparks betroffene Bevölkerung in der näheren Umgebung benötigt. Noch vor den ersten Planungen wird aus dieser Strategie ein Konzept entwickelt, das über Information, Aufklärung und Beteiligung die Akzeptanz für den Gewerbepark fördert und unterstützt. Dazu gehören öffentliche Informationsveranstaltungen, „Bürgersprechstunden“ in den einzelnen Gemeinden, Plakataktionen und Informationsbroschüren, die nicht nur Auskunft über die Projektidee geben, sondern auch den kritischen Dialog fördern und optionale Beteiligungsmöglichkeiten darstellen.

Daneben benötigen die Akteure Informationen zu Verfügbarkeiten der Elektrolyse-, Thermolyse- und Pyrolyseanlagen bezüglich der Anlagenleistung und Abgabemengen sowie zu Speicher- und Transportoptionen. Zu ermitteln sind insbesondere die elektrischen Anschlussoptionen für die Elektrolyseanlagen, die Zulieferungsmöglichkeiten für die Grundstoffe der Thermo- und Pyrolyseanlagen und mögliche Pipelineanbindungen.

Umsetzungsstrategie

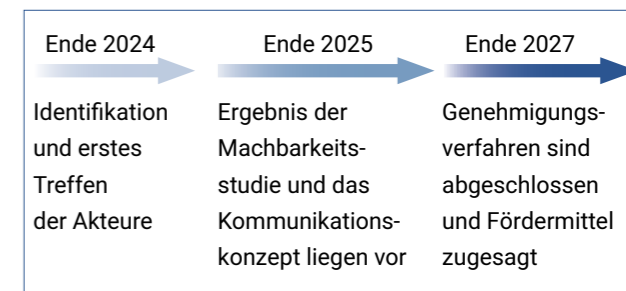
Die Optionen der technischen Umsetzung dieser Ideen werden im Technologiekonzept beschrieben.

Für den Betrieb der Anlagen kann eine Betreibergesellschaft gegründet werden, die die Planungs- und Genehmigungsverfahren sowie die Recherche zu passenden Förderprogrammen an einen externen Dienstleister vergibt. Die Betreiberfirma kann dann die Fördermittel beantragen und, bei erfolgreichen Antragsbescheiden, die Mittel entsprechend einsetzen. Das Projekt finanziert sich zu Beginn über den Fördermitteleinsatz und dem Verkauf von Wasserstoff, Sauerstoff und der Abwärme. Später dann nur noch über den Vertrieb der grünen Produkte. Ein Wirtschaftsplan, ebenfalls von der Betreibergesellschaft zu erstellen, stellt die notwendigen Ausgaben den möglichen Einnahmen gegenüber und möglichen weiteren Unterstützungsbedarf dar.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Bis Ende 2024 initiiert der Zweckverband InterFranken ein Treffen mit allen potenziellen Akteuren, die für die Umsetzung dieser Projektidee in Frage kommen. Dazu zählen neben den Gemeinden des ZV u. a. die Stadtwerke Feuchtwangen, die N-ERGIE, die Fernwasserversorgung Franken und mögliche Betreiber der Anlagen.
- Im Rahmen der ersten Treffen werden Kriterien für die Machbarkeitsstudie erstellt und mit möglichen Auftragsnehmern diskutiert. Hier können u. a. die Hochschule Ansbach und das Institut für Energietechnik IFE GmbH angefragt werden.
- Parallel dazu wird in Zusammenarbeit mit einer Kommunikationsagentur die Strategie und das entsprechende Konzept zur Information und zum Austausch mit der betroffenen Bevölkerung entwickelt und erste Aktionen geplant und terminiert.
- Bis Ende 2027 sind die Planungen abgeschlossen, die Genehmigungen erteilt und die Fördermittelanträge gebilligt.

Zeitplanung



Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **Kompetenzzentrum für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik im Bahnverkehr:** Aufgrund der räumlichen Nähe dieser Ideen sollte der Bedarf an Wasserstoff und die Speicheroptionen im Gewerbepark eng mit dem Kompetenzzentrum abgestimmt werden, um insbesondere räumliche Synergien zu nutzen.
- **Autohof Wörnitz:** Um eine zukünftige optionale Versorgung einer HRS am Autohof Wörnitz zu gewährleisten, sollten auch hier Abstimmungsgespräche bezüglich möglicher Wasserstoffmengen, Speicher- und Transportoptionen stattfinden.
- **Reaktivierung und Betrieb der Bahnstrecke Dombühl – Nördlingen:** Zur effizienteren Bestimmung der Wasserstoffbedarfe sollte eine enge Abstimmung mit der Betreibergesellschaft dieser Bahnlinie organisiert werden.

Kompetenzzentrum für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik im Bahnverkehr

Auf dem Gelände des Industrie-/Gewerbeparks InterFranken wird ein Kompetenzzentrum für Brennstoffzellentechnik für die schienengebundene Mobilität errichtet. Neben einer Wasserstofftankstelle für BZ-Züge inkl. eines Wasserstoffspeichers wird ein Wartungs- und Servicebereich für die Überholung und Reparatur von BZ-Zügen aufgebaut. Das Kompetenzzentrum wird in den geplanten Güterumschlagplatz integriert, dessen Konzept zur Einbindung des Schienengüterverkehrs (Schienenstrategie) bereits entwickelt ist. Dazu ist eine Anbindung an die BAB 7 und an die Bahnlinie Nürnberg – Stuttgart geplant.

Als eine erste Maßnahme innerhalb dieser Idee kann die Erarbeitung eines Konzeptes zur Reaktivierung der Bahnstrecke Nördlingen – Dombühl mittels eines emissionsfreien Betriebs in Form von BZ-Zügen in Angriff

genommen werden. Zur Versorgung der Züge wird auf die Kapazitäten des H₂-Hub InterFranken zurückgegriffen.

Ziel dieses Projektes ist der Aufbau eines Dienstleistungszentrums für alle Arten des schienengebundenen Personennahverkehrs (SPNV). Neben der Schaffung von nachhaltigen Arbeitsplätzen für entsprechende Fachkräfte sollen im Kompetenzzentrum auch Ausbildungsplätze für diese Berufe entstehen. In Zusammenarbeit mit der HS Ansbach werden darüber hinaus duale Studien-/Ausbildungsangebote entwickelt.

Ein weiteres Ziel ist die Erarbeitung eines technischen und wirtschaftlichen Konzeptes für einen regelmäßigen und gesicherten Betrieb der Strecke Dombühl - Nördlingen mit BZ-Zügen für den Personennahverkehr.

Regionale Herausforderungen

- Wegen fehlender Blaupausen zu diesem Projekt bestehen hier große wirtschaftliche Unsicherheiten.
- Diese Unsicherheit stellt potenzielle Betreiber vor große Probleme bei der Investitionsplanung.
- Die für den Betrieb notwendige und aktuell noch fehlenden Fachkräfte, insbesondere im technischen Bereich, müssen noch akquiriert werden.

Lösungsansätze

- Mit einer Machbarkeitsanalyse und konkreten Daten und Zahlen kann eine Wirtschaftlichkeit zum Betrieb des Kompetenzzentrums dargestellt werden.
- Auf der Grundlage der Ergebnisse können ein Geschäftsmodell entwickelt und potenzielle Betreiber und Investoren identifiziert werden.
- Über öffentliche Veranstaltungen und Ausschreibungen werden Fachkräfte angeworben.

Externer Unterstützungsbedarf

Bei dieser Projektidee besteht großer Unterstützungsbedarf bei der Rekrutierung bzw. Aus- und Weiterbildung des für den Betrieb des Kompetenzzentrums benötigten Personals. Hier kann auf den Sachverstand der Hochschule Ansbach zurückgegriffen werden. Bei der Erstellung von Ausbildungsplänen, Unterrichtsmaterial, Prüfungsunterlagen und Weiterbildungsmöglichkeiten sollten auch weitere Bildungseinrichtungen in der Region Berücksichtigung finden (zum Beispiel die IHK sowie die Hochschulen Ansbach und Weihenstephan-Triesdorf). Hierbei ist die Zusammenarbeit mit der Kreishandwerkerschaft Westmittelfranken von großer Bedeutung.

Für den Bau und den Betrieb der Betankungsanlage für BZ-Züge kann die Kompetenz und die Erfahrung aus bereits bestehenden Projekten (z. B. bei der Infraserb Höchst) genutzt werden. Bei diesem Projektteil sollte auf die Fördermittelakquise besonderen Wert gelegt und Unterstützungsangebote eingeholt werden.

Umsetzungsstrategie

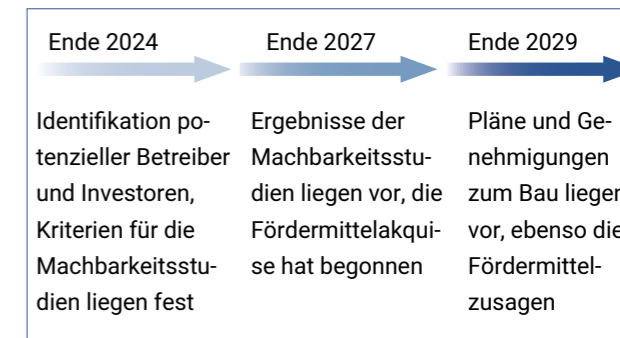
Der Zweckverband InterFranken organisiert ein erstes Treffen mit den an diesem Projekt interessierten Akteuren mit dem Ziel, ein Konsortium zu installieren, das die weiteren Aktivitäten koordiniert. Zur Teilnahme sollten neben dem Zweckverband, der Hochschule Ansbach und der Bayerischen BauAkademie weitere regionale Bildungseinrichtungen angesprochen werden. Die Orientierungsmesse Ausbildung & Beruf des Zweckverbandes kann hier eine Multiplikatorfunktion einnehmen.

Für die weitere Planung der Betankungsanlage wird ebenfalls ein Konsortium gegründet, das die nächsten Aktionen in Angriff nimmt.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

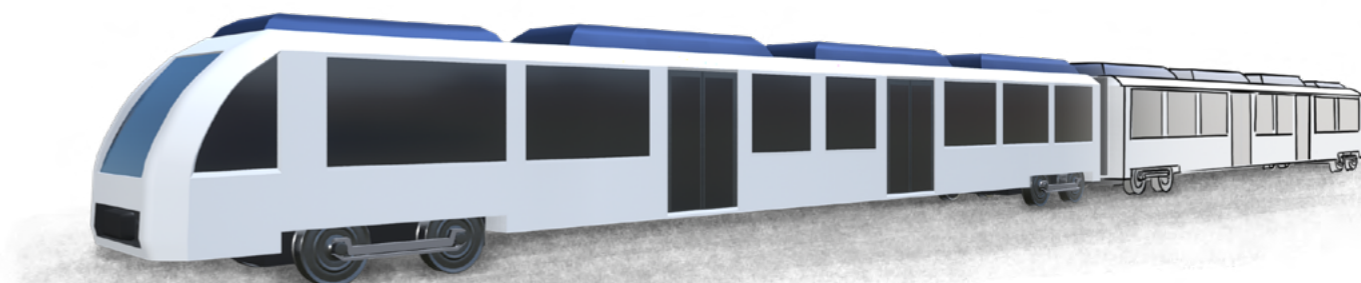
- Bis Ende 2024 sind potenzielle Betreiber und Investoren für das Kompetenzzentrum identifiziert, erste Treffen haben stattgefunden, die wichtigsten Kriterien für die Machbarkeitsanalysen sind diskutiert und festgelegt.
- Die Machbarkeitsanalysen sind beauftragt.
- Der Kreis der Akteure hat erste Ideen zu einem Betreibermodell für das Kompetenzzentrum und für die HRS erarbeitet.
- Die Planungen und die Fördermittelakquise für die Wasserstoffspeicheranlagen und die Betankungsanlage für BZ-Züge haben begonnen.
- Im Laufe des Jahres 2027 liegen die Ergebnisse der Machbarkeitsstudien vor, werden bewertet und in die Planungen einbezogen.
- Bis Ende 2029 liegen die genehmigten Planungen sowie die Fördermittelzusagen vor. Es existiert ein Betreibermodell und Personen/Unternehmen/Organisationen, die dieses nutzen möchten.

Zeitplanung



Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **SchieneStrategie InterFranken:** Die beiden Konzepte sollten miteinander gedacht und geplant werden. Durch enge Abstimmungen können Synergien genutzt werden.
- **H₂-Hub InterFranken:** Durch langfristige Absprachen bezüglich der Wasserstoffbedarfe für die Zug-HRS mit dem H₂-Hub InterFranken kann die Wirtschaftlichkeit beider Projekte erhöht werden.



Wasserstoff-Netzwerk der regionalen Industrieunternehmen

Ziel dieser Projektidee ist die Initiierung eines regionalen Netzwerkes, bestehend aus den Industrieunternehmen der Region Westmittelfranken mit hohem Energie- und vor allem hohem Erdgasverbrauch. Motivation der Unternehmen ist die Reduktion ihrer CO₂-Emissionen durch Substitution des Energieträgers Erdgas durch den Energieträger Wasserstoff. Es besteht ein hoher Gesprächsbedarf bezüglich detaillierterer Informationen und Expertisen zur Nutzung von Wasserstoff in den bestehenden Prozessen und Optionen, den unternehmensinternen Energieverbrauch zu senken und dadurch Kosten zu sparen.

Das Netzwerk trifft sich in regelmäßigen Abständen, um den Informations- und Erfahrungsaustausch zu fördern. Das Netzwerk wird zu seinen Treffen Expertinnen und Experte einladen, die über aktuelle Förderprogramme, rechtliche und regulatorische Neuerungen und zukünftige Entwicklungen im Bereich der industriellen Wasserstoffnutzung informieren und ggf. technische Unterstützung anbieten können. Ein weiteres Ziel des Netzwerkes ist es, Einkaufsgemeinschaften für Wasserstoff zu bilden, um den Wasserstoffpreis für die beteiligten Unternehmen zu optimieren.

Regionale Herausforderungen

- Der organisatorische Aufwand für die Vorbereitung, die Durchführung und die Nachbereitung der Treffen sowie für die Informationssammlung und -weitergabe addieren sich zum regulären Arbeitsaufkommen.
- Eine mögliche Konkurrenzsituation unter den beteiligten Unternehmen könnte den Informationsfluss behindern.
- Eventuell können kartellrechtliche Herausforderungen einer engeren Zusammenarbeit im Wege stehen.

Lösungsansätze

- Identifizierung eines Unternehmens oder einer Unternehmensvertretung, die die Rolle des Organisators für dieses Netzwerk übernimmt.
- Dieser könnte die möglichen kartellrechtlichen Probleme lösen.

Externer Unterstützungsbedarf

Der Zweckverband InterFranken und die ihn tragenden bzw. umliegenden Kommunen unterstützen das Netzwerk, indem sie Räumlichkeiten zur Verfügung stellen und eventuell Kontakt zu Expertinnen und Experten für kommunale und genehmigungsrechtliche Fragestellungen herstellen können.

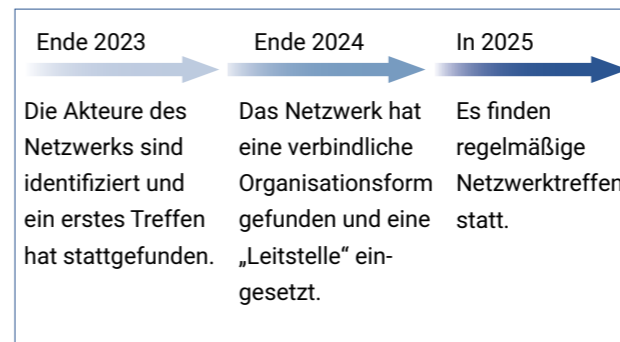
Umsetzungsstrategie

Der Zweckverband InterFranken lädt zu einem ersten Treffen der interessierten Unternehmen ein und stellt dafür geeignete Räumlichkeiten zur Verfügung. Das Treffen hat zum Ziel, eine „Leitstelle“ zu installieren, die die weiteren Treffen und Aktivitäten des Netzwerkes organisiert und durchführt.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Die im Akteurskreis des HyStarter-Projektes des ZV InterFranken beteiligten Industrieunternehmen treffen sich informell zum nächstmöglichen Termin bis Ende 2023, um das weitere Vorgehen zur Initiierung eines Netzwerkes zu besprechen und eine „Leitstelle“ zu organisieren.
- Im Jahr 2024 trifft sich das Netzwerk auf Einladung und Organisation der „Leitstelle“ zum ersten Mal offiziell und wird sich konstituieren.
- Die „Leitstelle“ organisiert bis Ende des Jahres 2025 die nächsten Treffen, stellt dem Netzwerk Informationen zur Verfügung und eruiert Themen für eine weitere Bearbeitung.

Zeitplanung



Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

ZV InterFranken: Regelmäßige Gesprächstermine mit den Bürgermeistern der Mitgliedsgemeinden des Zweckverbandes InterFranken gewährleisten den Austausch von Informationen und zu Aktivitäten.



Umstellung der Fahrzeugflotte der Fa. HERZ auf Fahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb

Die HERZ Entsorgung und Logistik GmbH und die HERZ Transporte-Erdbau GmbH betreiben an ihrem Firmensitz im Industriegebiet Feuchtwangen-West eine Flotte von schweren Erdbau-, Transport- und Entsorgungsfahrzeugen. Ziel dieser Projektidee ist die Reduktion der CO₂-Emissionen bzw. der klimaneutrale Betrieb der Fahrzeugflotte. Dazu werden die Fahrzeuge, die aktuell mit Dieselmotoren angetrieben werden, sukzessive auf Brennstoffzellenantriebe mit Wasserstoff umgestellt. In diesem

Zusammenhang werden die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen der firmeneigenen Werkstatt für die Reparatur, den Service und den Kundendienst an BZ-Fahrzeugen ausgebildet und geschult.

Zur Versorgung der Fahrzeuge wird eine HRS auf dem Firmengelände geplant, installiert und betrieben, die vom H₂-Hub InterFranken mit grünem Wasserstoff versorgt werden soll.

Regionale Herausforderungen

- Die hohen Investitionskosten in Verbindung mit einer sehr unklaren Wirtschaftlichkeit und einer wahrscheinlich fehlenden Mehrzahlungsbereitschaft der Kunden lassen dieses Projekt problematisch erscheinen.
- Zusätzlich erschwert die fehlende Verfügbarkeit von entsprechenden BZ-Fahrzeugen die Umsetzung der Idee.

Lösungsansätze

- Eine Machbarkeitsanalyse kann die für eine Entscheidung notwendigen Zahlen und Daten der Wirtschaftlichkeit darstellen.
- Es sollten möglichst viele Fördermöglichkeiten (für Fahrzeuge, Tankstelle und Infrastruktur) genutzt werden.
- Zur Erhöhung der Akzeptanz und damit eventuell der Mehrzahlungsbereitschaft der Kundengruppen sollte ein Kommunikationskonzept mit den (Kunden-) Vorteilen der Fahrzeuge mit BZ-Antrieb mit Wasserstoff erstellt werden.
- Um das Projekt zu starten, sollte mit den Fahrzeugarten begonnen werden, die zeitnah durch Fahrzeuge mit BZ-Antrieb ersetzt werden können (z. B. Müllsammelfahrzeuge).

Externer Unterstützungsbedarf

Neben der wirtschaftlichen Darstellung benötigt diese Projektidee Informationen zur Verfügbarkeit von Nutzfahrzeugen (Radlader, Kipper oder Bagger) mit BZ-Antrieb. In diesem Fahrzeugsegment ist die Auswahl sehr begrenzt. Hier ist es zielführend, mit Unternehmen Verbindung aufzunehmen, die entsprechende Fahrzeuge bauen oder umrüsten können.

Um mit dem Projekt erfolgsversprechend zu starten, sollte mit der Umstellung der Müllsammelfahrzeuge begonnen werden. Diese Fahrzeugtypen sind in BZ-Ausführungen am Markt erhältlich und können zeitnah beschafft werden. Ähnliches gilt auch für die benötigte Tankstelle. Unterstützungsbedarf besteht in diesem Zusammenhang bei der Fördermittelakquise.

Für die Erarbeitung einer Wirtschaftlichkeitsanalyse können mit der Hochschule Ansbach Gespräche über Kriterien und Annahme geführt werden.

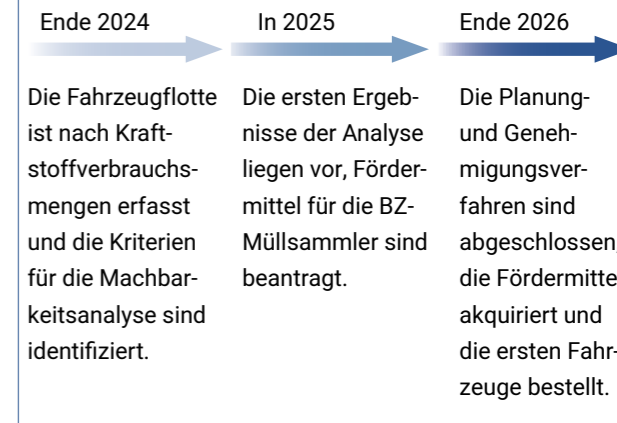
Umsetzungsstrategie

Nach den Planungen für die Müllsammelfahrzeuge und für die erste Ausbaustufe der HRS sowie der Beantragung der entsprechenden Fördermittel wird Kontakt zu Unternehmen aufgenommen, die sich auf die Umrüstung von Nutzfahrzeugen auf BZ-Antrieben spezialisiert haben. Mit den Ergebnissen aus den Gesprächen wird ein Fahrplan für die Umstellung der anderen Fahrzeugtypen erarbeitet. Parallel werden dazu passende Förderprogramme eruiert.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Für alle Aktivitäten in diesem Projekt sollte das Unternehmen eine Mitarbeiterin oder einen Mitarbeiter einsetzen, die oder der die Aktivitäten innerhalb des Unternehmens und mit dem externen Beauftragten koordiniert.
- Bis Ende 2024 sind die Wasserstoffbedarfe für die Müllsammelfahrzeuge ermittelt und die Größe der HRS bestimmt. Ebenso sind die Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsanalyse mit einem potenziellen Studiennehmer geklärt und die Studie vergeben.
- Im Laufe des Jahres 2025 liegen die Ergebnisse der Studie vor und fließen in die Entscheidungen zur weiteren Vorgehensweise ein.
- Bis Ende 2026 sind die Planungen abgeschlossen, die Fördermittel akquiriert und die ersten BZ-Fahrzeuge im Betrieb.
- Flankierend kann der Landkreis Ansbach als ausschreibende Stelle bei den zukünftigen Vergabeverhandlungen auf Hinweise zu klimaneutralem Betrieb der Müllsammelfahrzeuge in seinen Ausschreibungsunterlagen achten.

Zeitplanung



Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

H₂-Hub InterFranken: Eine enge Abstimmung mit dem H₂-Hub InterFranken bezüglich der Wasserstoffbedarfe kann für beide Projektideen positive Effekte haben.



Versorgung des Gewerbegebietes Feuchtwangen-West mit Wasserstoff via Pipeline

Einige Industrieunternehmen im Akteurskreis des Hy-Starter-Projekts betreiben einen Produktionsstandort im Gewerbegebiet Feuchtwangen-West und sind bestrebt, ihre prozessbedingten CO₂-Emissionen zu reduzieren. Dazu beabsichtigen sie, ihren Bedarf an Prozessenergie, den Wärme- sowie Kraftstoffbedarf auf Brennstoffzellentechnologie mit grünem Wasserstoff umzustellen. Hierzu ist eine sichere, möglichst unterbrechungsfreie sowie

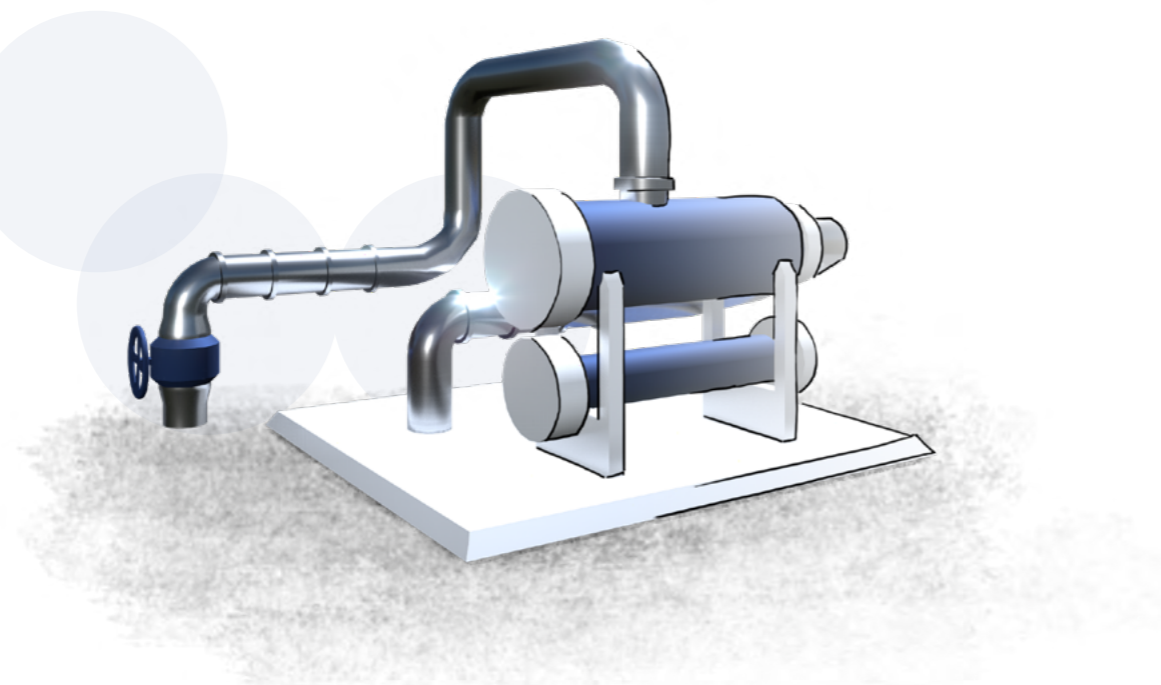
umwelt- und naturverträgliche Versorgung mit grünem Wasserstoff Voraussetzung. Die Projektidee hat das Ziel, die Versorgung der Unternehmen im Gewerbegebiet Feuchtwangen-West mit Wasserstoff mittels einer Wasserstoffpipeline zu organisieren. Neben den Bedarfen der Unternehmen und den Produktionskapazitäten sind hierbei die Kosten für den Pipelinetransport von besonderer Bedeutung.

Regionale Herausforderungen

- Der sehr kostenintensive Bau der Pipeline in Verbindung mit einem voraussichtlich sehr langen Amortisationszeitraum bildet die größte Herausforderung bei dieser Idee.
- Die geographische Verortung des Projektes, am Rand der Frankenhöhe, und die notwendige Querung von Bahnstrecke und Autobahn lassen auf einen hohen genehmigungsrechtlichen und baulichen Aufwand schließen.
- Es muss ein passendes Geschäftsmodell für den Betrieb der Pipeline erarbeitet und dafür entsprechende Investoren identifiziert werden.

Lösungsansätze

- Über eine Wirtschaftlichkeitsanalyse können Kosten und Erlöse beim Betrieb der Pipeline gut dargestellt werden.
- Möglichst frühzeitig sollte zur wirtschaftlichen Betrachtung des Projektes passende Förderprogramme eruiert und Mittel beantragt werden.
- Bei der Suche nach Investoren und Betreibern sollte auch auf die höhere Akzeptanz bei der betroffenen Bevölkerung bei einer unterirdischen Wasserstoffversorgung hingewiesen werden (im Vergleich zu regelmäßigen Trailertransporten durch die ohnehin sehr verkehrsreiche Region).



Externer Unterstützungsbedarf

Die Industrieunternehmen, die diese Idee vorantreiben möchten, benötigen zum Projektbeginn Auskünfte und Informationen zu den Kosten für den Bau und den Betrieb einer ungefähr acht Kilometer langen Wasserstoffpipeline. Hierzu wäre die Vergabe einer Wirtschaftlichkeitsanalyse zum Beispiel an die Hochschule Ansbach oder eine ähnliche Institution in der Region zielführend. Die Projektentwicklung und -koordination (Erarbeitung und Bereitstellung von Informationen zu Kosten, bautechnischen, planungs- und genehmigungstechnischen Informationen) könnte ein externes Beratungsunternehmen übernehmen.

Umsetzungsstrategie

Die Technologie des Pipelinetransportes und eine grobe Kostenübersicht dazu wird im Technologiekonzept beschrieben.

Zum Betrieb der Pipeline kann eine Betreiberfirma gegründet werden, die neben dem Wasserstofftransport auch die Planungs- und Genehmigungsverfahren sowie die Recherche zu Förderprogrammen und deren Beantragung übernimmt. Das Projekt finanziert sich am Anfang aus dem Einsatz der akquirierten Fördermittel, später durch den Betrieb der Pipeline.

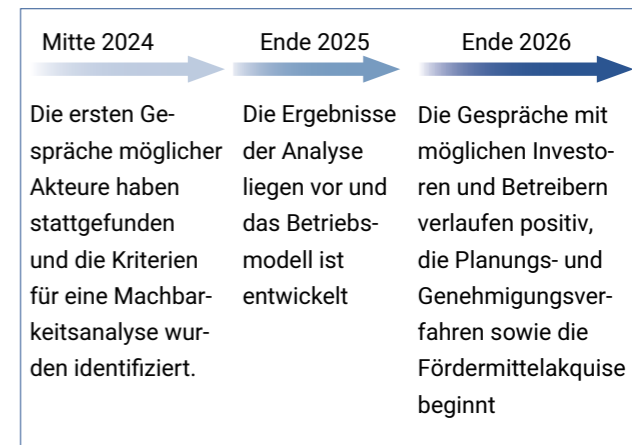
Für die weitere Skalierung des Projektes, die Erhöhung der Transportmengen und damit die Senkung der Transportkosten ist es sinnvoll, weitere potenzielle Unternehmen im Gewerbegebiet Feuchtwangen-West bezüglich einer Nutzung von grünem Wasserstoff anzusprechen. Hier kämen die Busunternehmen, die im Landkreis Ansbach den ÖPNV organisieren, in Frage. Unterstützende Maßnahmen, zum Beispiel durch Hinweise bei der Vergabe der Verkehrsdienstleistungen auf den klimaneutralen Betrieb der Busse, können dazu zielführend sein.

Durch eine Querverbindung zwischen den Gewerbegebieten Feuchtwangen-West und Seiderzell können weitere Industrieunternehmen in der Region an die Wasserstoffpipeline angeschlossen werden, damit die Versorgungssicherheit gesteigert und das Projekt finanziell interessant gestaltet werden kann.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Bis Mitte 2024 haben die Unternehmen, die an die Pipeline angeschlossen werden möchten, ihr Interesse bekundet und ein erstes Treffen mit dem Betreiber des H₂-Hub InterFranken organisiert. Ein Unternehmen sollte dafür die Federführung übernehmen.
- Das Unternehmenskonsortium erstellt ein Leistungsverzeichnis für die Machbarkeitsstudie und erarbeitet ein Betriebsmodell (eventuell unter Beteiligung einer externen Beratung).
- Bis Ende 2025 liegen die Ergebnisse vor und das Konsortium hat eine Entscheidung getroffen.
- Bei einer Entscheidung für den Bau und Betrieb einer Pipeline gründet das Konsortium eine Betreiberfirma.
- Diese übernimmt die Arbeiten, identifiziert bis Ende 2026 mögliche Investoren und beginnt mit den Planungen, den Genehmigungsverfahren und der Fördermittelakquise.

Zeitplanung



Gepante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

H₂-Hub InterFranken: Zur Abstimmung der technischen Ausführungen und des Wasserstoffbedarfs ist eine enge Abstimmung notwendig.

Elektrolyse und Pyrolyse an der Kläranlage Feuchtwangen-Aichenzell

Am Standort der Kläranlage Feuchtwangen in Aichenzell wird eine Elektrolyseanlage errichtet und betrieben. Der hier produzierte Wasserstoff kann zur Wärmeversorgung in den angrenzenden Wohngebieten und im nahegelegenen Gewerbegebiet, insbesondere für die dort ansässige und mit Zapfsäulen für Wasserstoff erweiterte Tankstelle, verwendet werden. Zusätzlich wird eine Pyrolyseanlage gebaut und bewirtschaftet. Neben dem in der Kläranlage anfallenden Klärschlamm können damit auch weitere biogene Reststoffe aus der Region zur Wasserstoffproduktion eingesetzt werden.

Ziel dieses Projektes ist die Nutzung der bei der Elektrolyse zusätzlich generierten Abwärme und Sauerstoff. Beide können in der Kläranlage zur Steigerung der Effizienz der Klärprozesse verwendet werden und erhöhen damit die Wirtschaftlichkeit der Elektrolyseanlage. In Verbindung mit der Pyrolyse auf demselben Gelände und der Verwendung der Klärschlämme und weiterer, biogener Reststoffe aus dem Umkreis kann eine regionale Kreislaufwirtschaft initiiert werden.

Regionale Herausforderungen

- Die hohen Investitionskosten bei gleichzeitiger unklarer Finanzierung und unsicherer Wirtschaftlichkeit bilden die größten Hindernisse bei der Umsetzung dieser Projektidee.
- Ebenso muss ein neues Geschäftsmodell entwickelt werden. Hier kann auf keine existierende Blaupause zurückgegriffen werden.

Lösungsansätze

- Die Ergebnisse der Machbarkeitsanalyse sollten belastbare Ergebnisse, insbesondere für die wirtschaftliche Darstellbarkeit und Realisierungsoptionen aufzeigen.
- Mit diesen Ergebnissen können passende Förderprogramme eruiert werden.
- Als Betreiber der Kläranlage sollte die Stadt Feuchtwangen in Zusammenarbeit mit dem Zweckverband InterFranken und potenziellen Investoren bzw. Betreibern der Elektrolyse-/Pyrolyseanlagen ein Geschäftsmodell entwickeln.

Externer Unterstützungsbedarf

Zur Umsetzung der Projektidee benötigen mögliche Akteure Unterstützung zur technischen Auslegung der Elektrolyse- bzw. Pyrolyseanlage sowie für die effiziente Verteilung und Nutzung des Wasserstoffs, des Sauerstoffs und der Abwärme. Hierzu sollte eine Machbarkeitsanalyse konkrete Aussagen treffen können. Insbesondere der

Produktionspfad Pyrolyse sollte unter dem Gesichtspunkt „Nutzung der Klärschlämme und weiterer biogener Abfälle aus der Region“ auf seine Effizienz, technische Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit untersucht werden.

Anhand von bereits in Betrieb befindlicher Anlagen können hier gemachte Erfahrungen ausgetauscht und Aktivitäten und Maßnahmen auf die regionalen Bedürfnisse am Standort Aichenzell abgestimmt werden.

Umsetzungsstrategie

Die Technologie der Elektrolyse und der Pyrolyse wird im Technologiekonzept beschrieben.

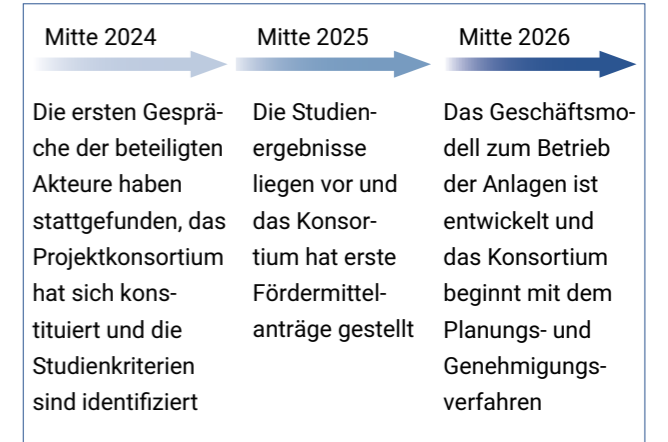
Zum Betrieb der Anlagen kann eine Betreibergesellschaft gegründet werden, die in enger Zusammenarbeit mit der Stadt Feuchtwangen, als Betreiberin der Kläranlage, und den möglichen Wasserstoffnutzern die Planungen für diese Idee bearbeitet. Wichtig zu klären wären die technische Machbarkeit der Nutzung des Sauerstoffs und der Abwärme aus der Elektrolyse in der Kläranlage und die sichere Versorgung der Pyrolyseanlage mit biogenen Reststoffen aus dem Umland. Gleichzeitig muss der Wasserstoffbedarf ermittelt werden. Mit den Ergebnissen der Machbarkeitsstudie können Förderprogramme identifiziert, die Fördermittel beantragt und mit den Genehmigungsverfahren begonnen werden.

Zu Beginn trägt sich das Projekt über die akquirierten Fördergelder, später über den Verkauf aller Produkte einer Elektrolyse und die relativ preiswerte Biomasse aus der Region.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Bis Mitte 2024 findet ein erstes Treffen der beteiligten Akteure statt. Die Stadt Feuchtwangen, als Betreiberin der Kläranlage, hat bis zu diesem Termin die weiteren Teilnehmer identifiziert. Als mögliche Akteure sollten neben dem Leiter der Kläranlage, die Stadtwerke Feuchtwangen, der Tankstellenbetreiber und die im Gewerbegebiet angesiedelten Unternehmen angesprochen werden.
- Ein auf diesem Treffen bestimmtes Projektkonsortium oder eine Projektleitung beschreibt Kriterien für die Machbarkeitsanalyse und stimmt diese mit möglichen Auftragsnehmern ab.
- Bis Mitte 2025 liegen die ersten Ergebnisse der Studie sowie Absichtserklärungen in Form von Letter of Intent der beteiligten Akteure vor.
- Das Projektkonsortium/die Projektleitung hat auf der Grundlage der Studienergebnisse bis Mitte 2026 ein Geschäftsmodell entwickelt, einen möglichen Betreiber an Anlagen gefunden und erste Förderoptionen eruiert.

Zeitplanung



Kooperationen

Der Zweckverband InterFranken und seine acht tragenden Gemeinden möchten einen regelmäßigen und stetigen Austausch untereinander, mit den regionalen Akteuren sowie dem Landkreis Ansbach erreichen, um der Initiative zur Initiierung einer Wasserstoffwirtschaft, die aus dem HyStarter-Projekt entstanden ist, mehr Dynamik zu verleihen. Ziel ist es, den begonnen Prozess zu unterstützen, das gegenseitige Verständnis der unterschiedlichen Bedürfnisse zu fördern und Lösungen für eventuelle Herausforderungen zeitnah zu finden. Auch kann der Austausch von Informationen, von aktuellen Entwicklungen und neuen Ideen Inhalte des Austauschs sein.

Eine vertiefte Zusammenarbeit wird auch mit den anderen bayerischen Regionen des HyLand-Programms oder anderen Förderprogrammen des Bundes oder des Landes angestrebt. Im Vordergrund dieser Gespräche soll in erster Linie der Transfer von gesammelten Erfahrungen aus den laufenden Projekten, Informationen zu den aktuellen Projektständen, zu technischen Details und ökonomischen Modellen stehen. Die Einrichtung eines Wasserstoff-stammtisches InterFranken kann Grundlage für den Beginn dieser Gesprächsrunden sein.

Erwartungen an die Politik

Im Laufe des HyStarter-Projektes haben sich die Akteure in mehreren Workshops einen Überblick über die aktuellen rechtlichen und regulatorischen Rahmen 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 Anwen-

dungen geeignet sind. Insbesondere kleine Gemeinden sind mit den bürokratischen und verwaltungstechnischen Aufwänden häufig überfordert, so dass sich die kommunalen Entscheidungsträger nicht zu einer Beantragung von Fördermitteln durchringen können. 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 regionale Gegebenheiten und Besonderheiten orientieren.
- Die Komplexität der Beantragung von Fördermitteln muss deutlich verringert und anwendungs-freundlicher gestaltet werden.
- Die Fördermaßnahmen müssen verstetigt werden und eine Verlässlichkeit für deutlich längere Zeiträume aufweisen.
- Die notwendigen Genehmigungsprozesse nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz müssen vereinfacht und unbürokratischer gestaltet werden.
- Für eine größere Beteiligung der Industrie an Projekten für die Wasserstoffnutzung müssen regulatorische Unsicherheiten z. B. zur Anerkennung der 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 dem Landkreis und weiteren Kommunen aus der Region sowie bei der entsprechenden Ausgestaltung der Fördermaßnahmen kann gewährleistet werden, dass die in diesem Konzept erarbeiteten Maßnahmen und Ideen zur Initiierung einer Wasserstoffwirtschaft in Westmittelfranken wie beschrieben umgesetzt werden können.



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

Aktuelle Förderprogramme



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

Gesetze und Regulatorik



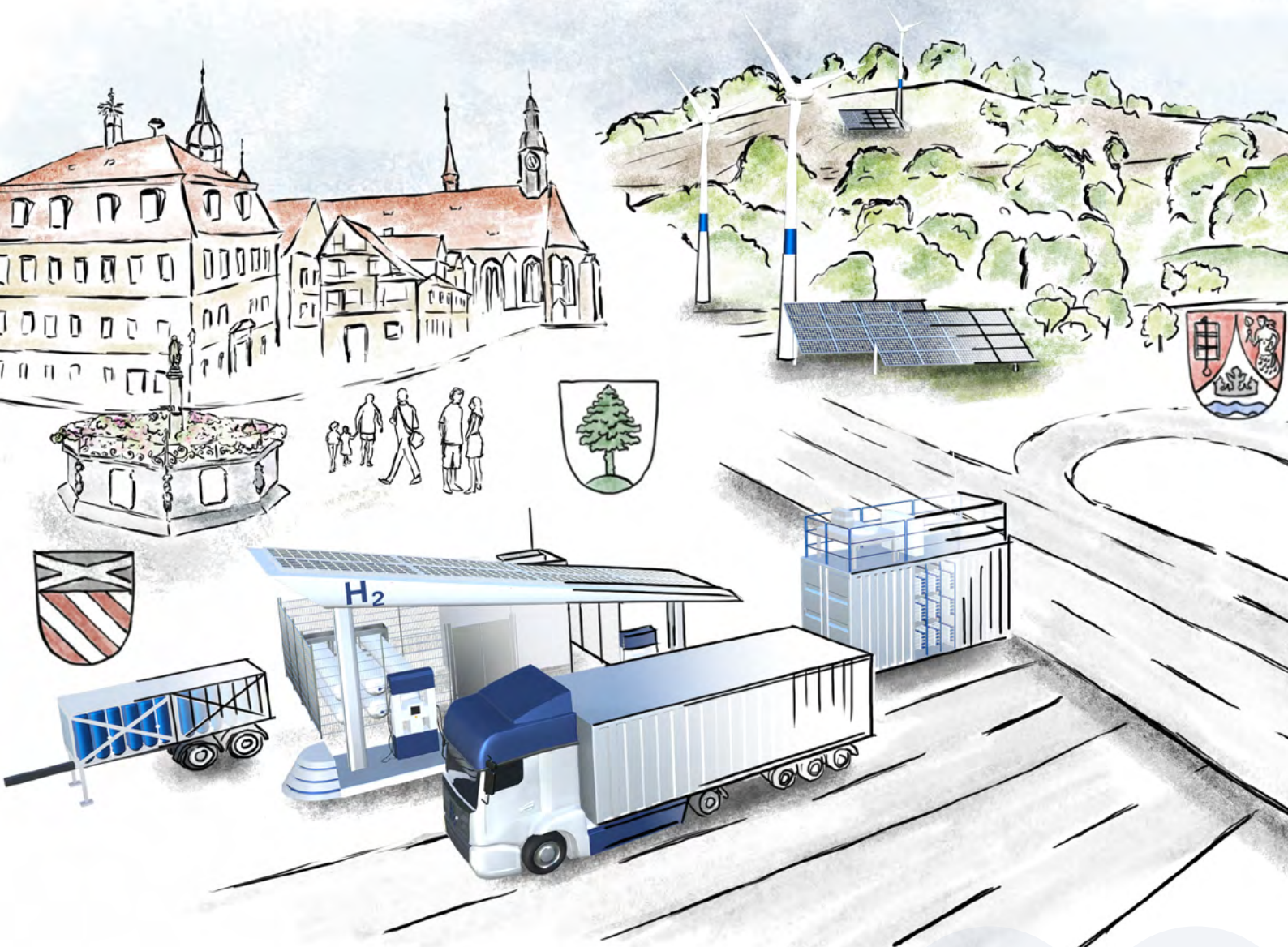
- Gesetzeslandkarte zu nationalen Gesetzen und Verordnungen

Wasserstoffanwendungen



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

a	Jahr
AEL	Alkalische Elektrolyse
BAB	Bundesautobahn
BASt	Bundesanstalt für Straßenwesen
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
CO₂	Kohlenstoffdioxid
d	Tag
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Gesetz zum Ausbau erneuerbarer Energien (EEG 2023)
EU	Europäische Union
GWh	Gigawattstunde
H₂	Wasserstoff
Ha	Hektar
HRS	Hydrogen Refuelling Station, Wasserstofftankstelle
KBA	Kraftfahrtbundesamt
kW	Kilowatt
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
kWp	Kilowatt peak
l	Liter
Lkw	Lastkraftwagen
Mio.	Million(en)
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde
NABU	Naturschutzbund Deutschland
NOW GmbH	Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PE	Polyethylen
PEM	eng. für polymer electrolyt fuel cell = Polymerelektrolytbrennstoffzelle
Pkw	Personenkraftwagen
PV	Photovoltaik
SaubFahrzeugBschG	Gesetz über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
t	Tonne
UBA	Umweltbundesamt
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik e.V.
WEA	Windenergieanlage



H₂