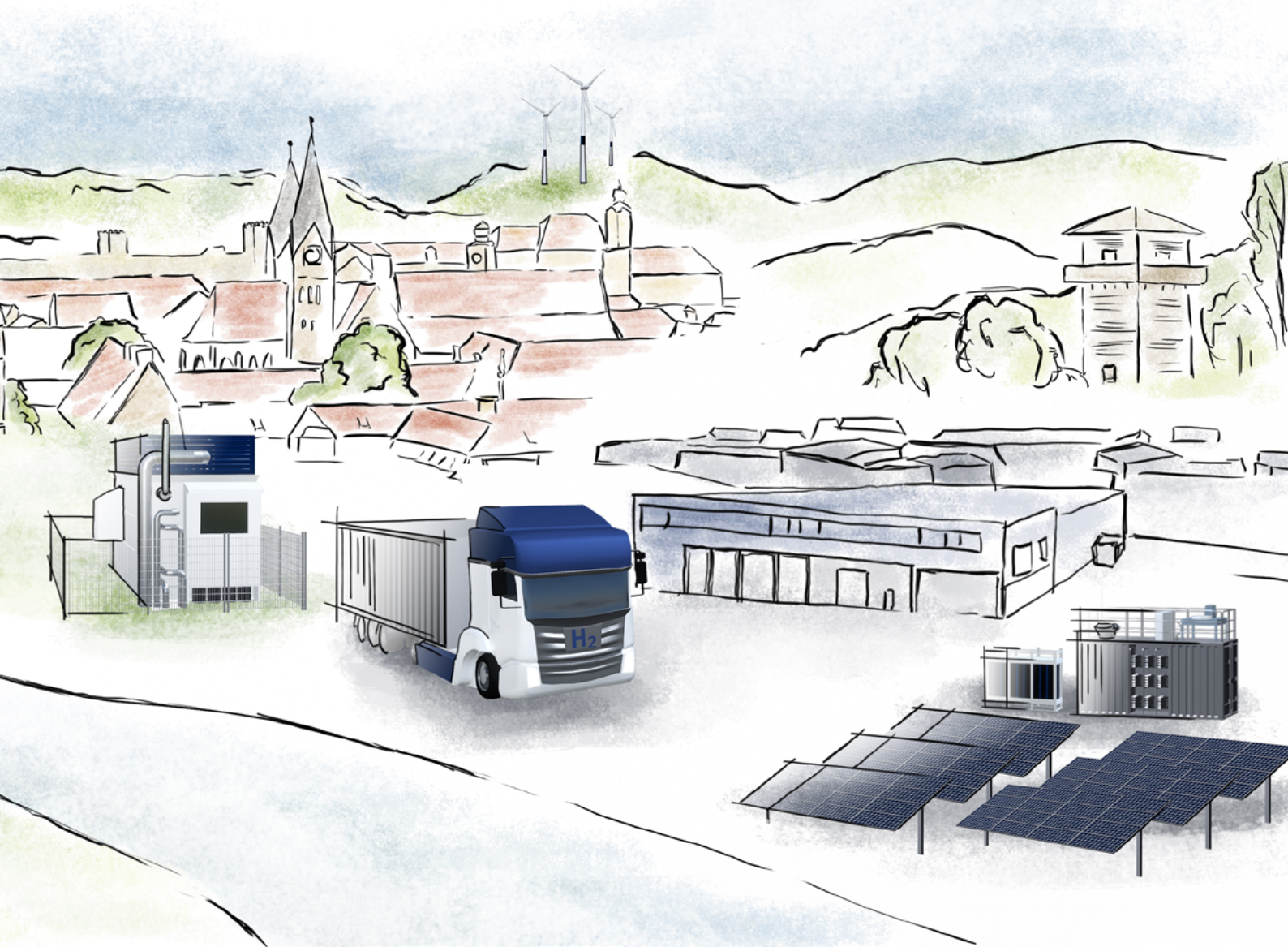


H₂

ERGEBNISBERICHT 2023 HYSTARTER-REGION LANDKREIS EICHSTÄTT



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

Koordiniert durch:



Projekträger:



Vorwort	3
Zusammenfassung	4
Die HyStarter-Region Landkreis Eichstätt	5
H₂-Potenziale der Region Landkreis Eichstätt	6
Vision 2030	10
Handlungsfelder und Umsetzungsstrategien	14
Übersicht	14
Ausbau erneuerbarer Energien und Wasserstoffherzeugung	16
Grüner Bauhof	18
Einsatz von Wasserstoff in Mobilitätsanwendungen	21
Wasserstofftankstelle.....	24
Biogasanlage Dollnstein	27
Dekarbonisierung der Ziegelproduktion	28
Dekarbonisierung der traditionellen Weizenbierherstellung.....	30
Substitution fossiler Energieträger in der Wärmeversorgung	31
Netzwerkarbeit und Sensibilisierung	32
Kooperationen & Wünsche	34
Anhang	38
Abkürzungsverzeichnis	39

IMPRESSUM

Herausgeber



Landkreis
Eichstätt

Landratsamt Eichstätt
Residenzplatz 1
85072 Eichstätt

Projektleitung

Landratsamt Eichstätt
Wirtschaftsförderung
Rebecca Färber-Engelhardt
(rebecca.farber-engelhardt@lra-ei.bayern.de)
Christian Speth (christian.speth@lra-ei.bayern.de)

Verantwortlich für den Inhalt

Patrick Steiger und Eike Friedrichs (Nuts One GmbH)
Unter Mitarbeit von: Dr. Frank Koch, Frederik Budschun
und Justus Beste (EE ENERGY ENGINEERS GmbH)
Nadine Hölzinger (Spilett n/t GmbH)

Gestaltung, Layout, Satz und Illustrationen

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

Druck

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

Erscheinungsjahr

2023

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



Gefördert durch:



Koordiniert durch:



Projekträger:



© Natalie Schulda / Landkreis Eichstätt



Sehr geehrte Damen
und Herren,

unser Landkreis Eichstätt
verfügt bezüglich Ausbau
und Nutzung von erneuerbaren

Energien über ein großes Potenzial. Grüner Wasserstoff spielt bei der Etablierung regionaler Wertschöpfungsketten im Bereich der regenerativen Energiewirtschaft eine wichtige Rolle und kann einen Beitrag leisten, das vorhandene Potenzial optimal zu nutzen. Darüber hinaus werden durch den Einsatz verschiedener Wasserstofftechnologien die Klimaschutzbestrebungen im Landkreis unterstützt.

Im September 2021 wurde der Landkreis Eichstätt im Wettbewerb „HyLand – Wasserstoffregionen in Deutschland“ aus 65 Bewerbungen als eine von bundesweit 15 HyStarter-Modellregionen ausgewählt, darauf sind wir nach wie vor sehr stolz. Der vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) ausgerufene Wettbewerb hat das Ziel, innovative Ansätze und Konzepte mit Wasserstoffbezug von Akteuren aus ganz Deutschland zu identifizieren und zu fördern. In insgesamt sechs Strategiedialogen wurde während der rund einjährigen Projektphase gemeinsam mit interessierten Akteuren aus dem gesamten Landkreis ein Konzept für die Produktion und Nutzung von Wasserstoff erarbeitet.

Die Förderung als HyStarter-Region und der damit einhergehende Prozess im Landkreis hat eine Vielzahl positiver

Effekte mit sich gebracht: So wurde ein Netzwerk von lokalen Unternehmen und Einrichtungen geschaffen, die der Wasserstofftechnologie offen gegenüberstehen und an der Produktion oder Nutzung von Wasserstoff interessiert sind. Die große Bandbreite der am Strategieprozess beteiligten Unternehmen und Einrichtungen sowie bedarfsorientierte Impulse von außerhalb fruchteten in wertvollen Erkenntnissen und vielversprechenden Projektideen.

In dem Ihnen vorliegenden Bericht wurden der Strategieprozess und die wichtigsten Erkenntnisse zusammengefasst und gemeinsam im Akteursnetzwerk eine Vision 2030 für den Landkreis entwickelt. Den Weg, den wir im vergangenen Jahr mit regionalen Akteuren und weiteren engagierten Partnern begonnen haben, möchten wir nun fortsetzen. Gemeinsam kann es uns gelingen, vorhandene Potenziale optimal zu nutzen und bedarfsgerechte Wasserstofftechnologien in unserem Landkreis zum Einsatz zu bringen. Mein Dank gilt allen beteiligten Unternehmen, Einrichtungen und Initiativen für ihr engagiertes Mitwirken. Bitte helfen Sie auch weiterhin mit, die aus dem HyStarter-Netzwerk entstandenen Ideen zu einer Erfolgsgeschichte für unseren Landkreis werden zu lassen – denn es geht um nichts Geringeres als um nachhaltige Handlungskonzepte und um die gelungene Umsetzung der Energiewende in unserem Landkreis.

Ihr

Alexander Anetsberger

Landrat des Landkreises Eichstätt



Neue Wasserstofftechnologien und die Nutzung grünen Wasserstoffs (H_2) haben großes Potenzial, die Dekarbonisierung verschiedener Sektoren voranzutreiben. Folgerichtig wurden im Landkreis Eichstätt im Rahmen des HyStarter-Prozesses Kompetenzen bezüglich regionaler Wasserstoffwirtschaft weiter ausgebaut. Das Ziel des Dialoges bestand darin, das Fundament für den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft durch die Erarbeitung erster Ideen und Ansätze und die Vernetzung der Akteure zu legen. Federführend von der Wirtschaftsförderung des Landkreises Eichstätt wurde ein branchen- und sektorenübergreifendes Akteursnetzwerk aufgebaut, das sich im Rahmen von sechs Strategiedialogen (05/2022 – 03/2023) im Landratsamt in Eichstätt und zu Gast bei verschiedenen beteiligten Unternehmen traf, um sich mit dem umfangreichen Thema Wasserstoff auseinander zu setzen.

Einer der Themenschwerpunkte im Projektverlauf lag auf der Erzeugung grünen Wasserstoffs im Landkreis Eichstätt mit Photovoltaik- (PV) und Wind-Strom. Vorangetrieben durch einen lokalen Akteur wurden aber auch alternative Verfahren wie die Wasserstofferzeugung mit Biogas in die Diskussionen eingebracht. Stets wiederkehrende Themen waren dabei die Suche nach wirtschaftlich darstellbaren Einsatzmöglichkeiten, die technischen sowie rechtlichen Rahmenbedingungen sowie die Zusammenführung potenzieller Erzeuger und Abnehmer. Denkbare Anwendungsfälle für den lokal erzeugten Wasserstoff sind die Nutzung als Langzeitspeicher für Überschussstrom, aber auch der Einsatz in Mobilitätsanwendungen und die Nutzung zur Dekarbonisierung industrieller Prozesse. Hier setzen sich bereits jetzt verschiedene Unternehmen im Landkreis dafür ein, neue wasserstoffbetriebene Lösungen für den Strom- und Mobilitätssektor zu entwickeln. Die erarbeiteten Ideen und Projekte wurden mit einem Technologiekonzept hinterlegt, um die Sinnhaftigkeit und grundsätzliche technische Machbarkeit zu prüfen.

Der Szenarienrechner H2Scout wurde nach den ersten Dialogen eingeführt, um die bisherigen Überlegungen und Ideensammlungen mit einer Abschätzung der Erzeugungspotenziale und Verbrauchsdaten zu ergänzen. Ein Basisszenario und zwei davon hinsichtlich der Ambitionen des Ausbaus von Wasserstoffinfrastrukturen abweichende Alternativszenarien halfen dabei, die Diskussion anzuregen und Argumente auch für einen Dialog mit kommunalpolitischen Vertreterinnen und Vertretern im Landkreis zu liefern. Für eine nachhaltige Etablierung der Wasserstoffwirtschaft im Landkreis ist es wichtig, dass bei externen Investoren die Wertschöpfung vor Ort bleibt und das Wachstum in diesem Bereich zudem stark von bereits ansässigen Unternehmen geprägt wird.

Es hat sich im Rahmen des Projektes gezeigt, dass im Landkreis Eichstätt viele engagierte und innovationsfreudige Unternehmen ansässig sind, deren Kompetenzen für die Initiierung einer regionalen Wasserstoffwirtschaft notwendig sind. Unterstützung erfahren die regionalen Akteurinnen und Akteure durch die Landkreis-Politik, sowie die Fachbereiche Wirtschaftsförderung sowie Nachhaltigkeit und Klimaschutz am Landratsamt, die den HyStarter-Prozess von Anfang an begleitet und mit eigenen Projektideen angeregt haben. Das HyStarter-Projekt ist der Startschuss für den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft im Landkreis. Das entstandene Netzwerk soll über die Projektlaufzeit hinaus verstetigt und erweitert werden. Die Kooperation auch über die Landkreisgrenzen hinaus mit anderen Regionen soll intensiviert und weitere Akteurinnen und Akteure zur Mitarbeit motiviert werden. Parallel arbeiten bereits jetzt lokale Unternehmen an den praktischen Lösungen von morgen, um Fahrzeuge zu dekarbonisieren, saisonale Langzeitspeicher mit Wasserstoff zu erproben und die Wasserstoffproduktion im Landkreis zu starten.





Abbildung 1: © Marina Herrler / Landkreis Eichstätt

Der Landkreis Eichstätt hat sich mit einer erfolgreichen Bewerbung als eine der 15 Wasserstoff-Regionen in Deutschland aus insgesamt 65 Bewerbungen durchgesetzt. HyStarter-Regionen sind Teil des „HyLand“-Programms, welches von der Nationalen Organisation für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) GmbH und dem Projektträger Jülich (PTJ) begleitet wird und vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr beauftragt ist. HyStarter verfolgt das Ziel, bei der Sensibilisierung für das Thema Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien und der initialen Organisation der Akteurslandschaft zu unterstützen. Das Landratsamt sowie der bereits im Vorfeld initiierte und im Laufe des Projektes angewachsene Akteurskreis wurde dabei von der Nuts One GmbH inhaltlich und organisatorisch unterstützt. Die fachliche Begleitung erfolgte dabei durch das gesamte HyStarter-Projektkonsortium bestehend aus EE ENERGY ENGINEERS (Projektleitung HyStarter) und Spilett n/t.

Das Landratsamt verfolgte mit der Bewerbung folgende Ziele: Die Bildung eines Wasserstoffnetzwerks im Landkreis, die Erstellung eines regional integrierten Konzeptes zur Einführung von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien, den Einsatz brennstoffzellenbetriebener Fahrzeuge, vorwiegend im Güter- und Personenverkehr, sowie die Erzeugung von grünem Wasserstoff durch Elektrolyse auf Basis von grünen Energiequellen. Außerdem soll Wasserstoff in industriellen Prozessen und als Langzeitspeicher genutzt werden. Landkreisweit soll eine Tankinfrastruktur gefördert und geschaffen werden.

Als eine der wirtschaftsstärksten Regionen in Bayern stellt der Landkreis Eichstätt, umgeben von den Zentren Nürnberg, München, Augsburg, Regensburg und Ingolstadt den geographischen Mittelpunkt Bayerns dar. Viele mittelständische und größere Industriebetriebe kennzeichnen den Wirtschaftsstandort und insbesondere den industriell-gewerblich geprägten Süden des Landkreises, während

sich der Norden stärker durch Landwirtschaft, Tourismus und die Steinindustrie auszeichnet. Durch die räumliche Nähe zum Automobilstandort Ingolstadt ist die Region auch stark von der Automobilwirtschaft und ihrer Zulieferindustrie geprägt. Durch die geographische Lage ist der Landkreis ideal an die verschiedenen Verkehrsachsen angebunden.

Die HyStarter-Region Landkreis Eichstätt ist durch ihre zentrale Lage in Bayern auch bestens vernetzt mit den zahlreichen HyLand-Regionen/Initiativen in Süddeutschland/Bayern. Unmittelbar an den Landkreis grenzt die HyExpert-Region Ingolstadt. Auch die Aktivitäten von HyBayern (HyPerformer-Region) finden unweit der Landkreisgrenzen statt. Darüber hinaus sind zahlreiche weitere HyStarter- und HyExpert-Regionen im Freistaat beheimatet. Doch beschränken sich die Projekte mit Bezug zu Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien nicht nur auf das HyLand-Programm, so nehmen beispielsweise der Landkreis Wunsiedel und die Stadt Haßfurt Vorreiterrollen ein.

Am HyStarter-Prozess beteiligten sich in sechs Strategiedialogen sowie zahlreichen Online-Veranstaltungen und bilateralen Gesprächen die folgenden Akteure: Landratsamt Eichstätt, Stadtwerke Eichstätt Versorgungs-GmbH, Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt, Unternehmen wie BAUCH Engineering GmbH & Co. KG, CGS Analysen-, Mess- und Regeltechnik GmbH, pepper motion GmbH, Hirsch Engineering Solutions GmbH, Rudolph Logistik Gruppe SE & Co. KG, Auto Siegl Pkw-Spezialtransporte GmbH, Solarbayer GmbH, Karl Daum GmbH, Biersack Technologie GmbH & Co. KG, Ernst Ziegelwerk GmbH & Co. KG, Josef Kerner Energiewirtschafts-GmbH, Bayernwerk Netz GmbH, Elektro Seber GmbH, ratiotherm GmbH & Co. KG, Taxi Schneider UG, Familie Kammermeier – Riedelshof, Brauerei Gutmann e. K., regineering GmbH, Jägle GmbH, NEW Bürgerwind Walting GmbH & Co. KG, Werner Weitner GmbH und weitere.

H₂-POTENZIALE DER REGION LANDKREIS EICHSTÄTT

Szenarienmodellierung

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

Der Szenarienrechner greift bei der Optimierung auf drei Datenquellen zurück:

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

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

Basisszenario (Trend 2030)

Quellen für verwendete Parameter und Zeitreihen

- **Bestandsanlagen und Ausbaupotenziale für erneuerbare Energien (EE) im Jahr 2030:** Die vorhandenen Erzeugungsleistungen in 2030 wurden anhand der Bestandsanlagen aus dem Marktstammdatenregister (MaStR) Stand 2022 abgeschätzt. Dabei wurde eine Lebensdauer von 25 Jahren angenommen. Die Potenziale für Windenergie und PV stammen aus dem Energienutzungsplan (ENP) Eichstätt.
- **Erzeugungszeitreihen 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 und Annahmen zur gesamten und sektoralen Wärmenachfrage stammen aus dem Energienutzungsplan Eichstätt.
- **Gesamtnachfrage Verkehr:** Die Daten und Annahmen zur Verkehrsnachfrage stammen aus dem Energienutzungsplan Eichstätt.
- **Sektorale Nachfrage Verkehr:** Hierzu wurde der Energiebedarf der jeweils gemeldeten Fahrzeugarten in der Region durch den Gesamtenergiebedarf aller Fahrzeuge geteilt. Die Fahrzeugzahlen sind den Statistiken des Kraftfahrtbundesamts entnommen, die spezifischen Energiebedarfe nach dena (Integrierte Energiewende) abgeschätzt und die Fahrleistung entspricht den „Daten & Fakten“ des Bundesamts für Straßenwesen.
- **Nachfragezeitreihen Wärme und Verkehr:** Da diese Daten nicht aufgeschlüsselt für die Region vorlagen, wurden vereinfachend die Zeitreihen des Projekts JERICO-E-usage (jericho-energy.de) angewendet.
- **Verfügbare Reststoffmengen:** Vereinfachend wurde hier auf Statistiken zu den Abfallaufkommen Deutschlands zurückgegriffen, die anschließend mit einem Pro-Kopf-Schlüssel auf die Region heruntergebrochen wurde. Verwendete Statistiken sind: NABU 2019, Circular Economy Initiative 2021 (Kunststoffabfälle) / UBA 2018 (Altreifen) / UBA 2018, Destatis 2019 (Klärschlämme).

Annahmen zur regionalen H₂-Nachfrage (inkl. Nachfragezeitreihen)

	Energienachfrage	Deckungsanteil H ₂	H ₂ -Nachfrage	Mehrzahlungs-bereitschaft
Verkehrssektor	1.198,5 GWh/Jahr	Pkw (3 %) Lkw / Kleintransporter (je 20 %) Abfallsammelfahrzeuge (10 %) Busse im ÖPNV (50 %)	2.741 t/Jahr	Keine Mehrzahlungsbereitschaft (Dieselpreis: 1,80 €/l ohne CO ₂ -Preis)
Wärmesektor	2.070,9 GWh/Jahr	Wohngebäude (1 %) Bürogebäude (5 %)	1.839 t/Jahr	Keine Mehrzahlungsbereitschaft (Erdgaspreis: 80 €/MWh ohne CO ₂ -Preis)
Industrielle Nutzung von H₂ (H₂-Backbone)		50 % der verfügbaren Biogasmengen sollen mit H ₂ methanisiert werden	2,67 t/Jahr	Keine Mehrzahlungsbereitschaft (grauer Wasserstoff: 2,00 €/kg)

Annahmen zur Energie- und H₂-Bereitstellung

Verfügbare EE-Kapazitäten	Weitere regionale Ressourcen	H ₂ -Produktionspfade
 Bestand (2030): 100 MW Ausbaupotenzial: 175 MW	 Klärschlämme: 4.389 t/a	☒ Wasserelektrolyse ☒ Reststoffthermolyse
 Bestand (2030): 253 MW Ausbaupotenzial: 819 MW	 Wasser: unbegrenzt verfügbar	

Weitere Annahmen

H₂-Importe: möglich bis 10 % der Nachfrage und 26 t/h • Erdgasimporte: nicht möglich • Transport- und Handlingkosten H₂: 0,36 €/kg H₂ (Pipeline) | 2,30 €/kg (Trailer, H₂-Tankstelle) • Stromimport- und -exportkapazitäten: 200 MW • CO₂-Preis: 100 €/t CO₂

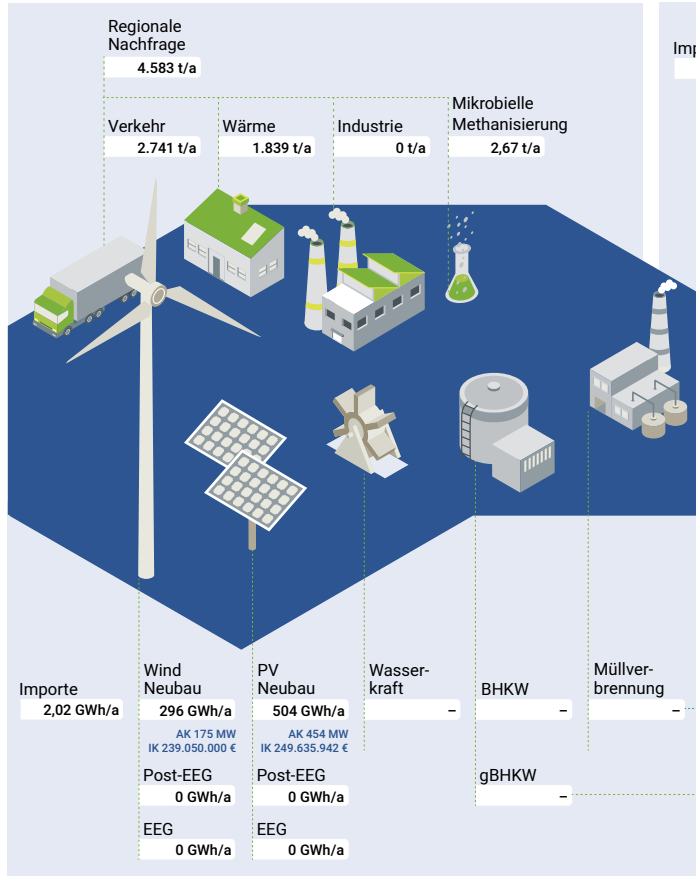
Alternativszenarien (Trend 2030)

Vom Basisszenario abweichende Annahmen

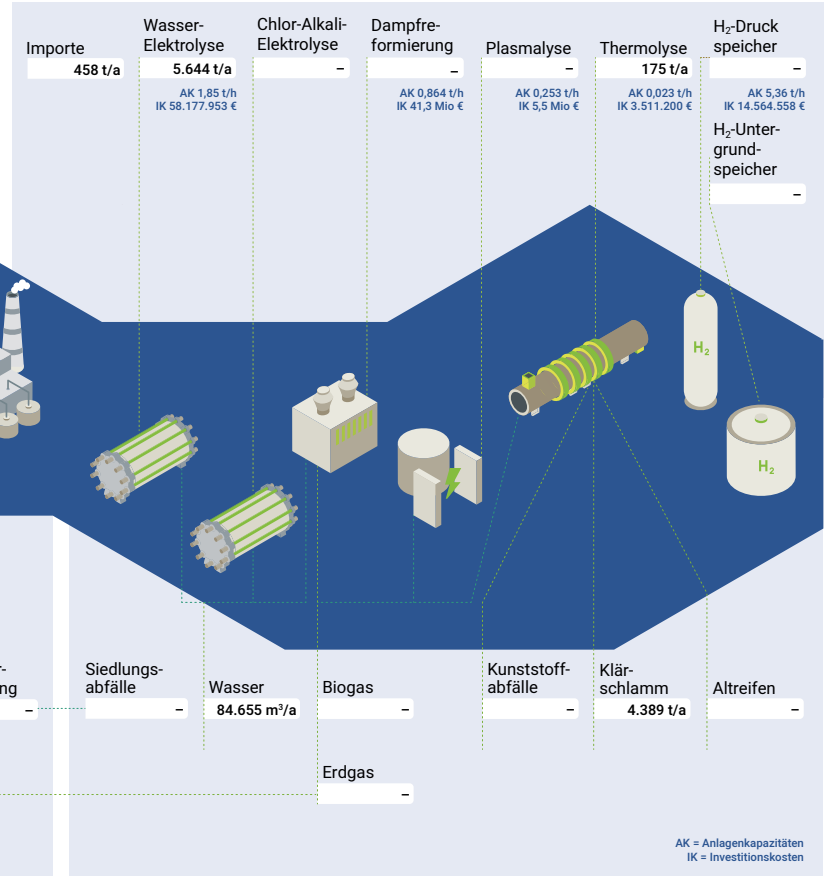
Szenario „Worst Case“	Szenario „Weckruf“
In Abweichung zum Basisszenario stehen keine EE-Bestandskapazitäten zur Verfügung, die Nebenprodukte der Elektrolyse oder Thermolyse finden keinen Absatz und es existiert keine überregionale Nachfrage nach Wasserstoff (Exporte). Der Verkauf von Strom aus den eigenen EE-Anlagen findet weiterhin statt.	In Abweichung zum Basisszenario wird in diesem fiktiven Szenario angenommen, dass im Jahr 2030 50 % der Energienachfragen aus dem Verkehrs- und Wärmebereich (Raumwärme) der Region mit Wasserstoff bedient werden. Die Produktion und Bereitstellung des Wasserstoffs erfolgt ausschließlich aus regionalen Quellen durch Wasserelektrolyse und Kreislaufschließung mittels Klärschlamm-Thermolyse. Zur Sicherstellung ausreichender Mengen an erneuerbaren Energien wird angenommen, dass die Ausbaupotenziale unbegrenzt sind. Zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit sind Stromexporte bis zu einer Kapazitätsgrenze von 800 MW erlaubt.

Jahresbilanzen des Basisszenarios Investitionskosten gesamt: 564.939.651 €

Regionale Wasserstoffnutzung



Wasserstoffproduktion und -herkunft



Energieeinsatz (elektrisch)

Ressourceneinsatz

Energieexporte und Nebenprodukte

Strom	Wärme	O ₂	H ₂ (Exporte)	H ₂ (Gasnetz)	CH ₄ bio	CO ₂	C _{fix}
512 GWh/a	45,5 GWh/a	45.145 t/a	1.633 t/a	-	0,115 GWh/a	29.240 t/a	0 t/a

Spezifischer Emissionsfaktor H ₂	Regionale H ₂ -Produktion
1,92 kg CO ₂ / kg H ₂	5.819 t/a

Abbildung 2: © H2Scout.eu/Spilett

(1) Netzstrombezug wird als Stromimporte gewertet, auch wenn der Strom bilanziell aus regionalen EE-Anlagen stammen könnte. (2) Abweichungen in der Zahlungsbereitschaft entstehen aufgrund unterschiedlicher Märkte bzw. abweichenden Mengen exportierten „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 -Bereitstellungs-kosten	Zahlungs-bereitschaft H ₂ ²	Gewinn vor Steuern
Basisszenario	4.583 t/a	89,3 %	2,15 €/kg	5,46 €/kg	20,55 Mio €/a
Worst Case	4.583 t/a	89,5 %	3,19 €/kg	6,22 €/kg	13,89 Mio €/a
Weckruf	40.778 t/a	100 %	4,56 €/kg	4,16 €/kg	-30,16 Mio €/a

Zusammensetzung der regionalen H₂-Gestehungskosten Summe: 4,56 €/kg

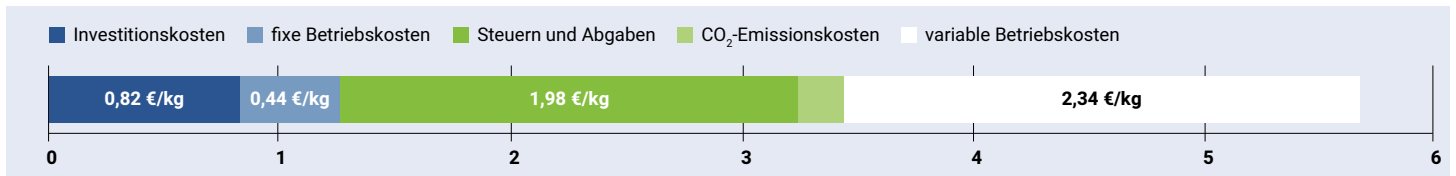


Abbildung 3: © H2Scout.eu/Spilett

Zusammensetzung der Umsätze Summe: 92.066.511 €/a

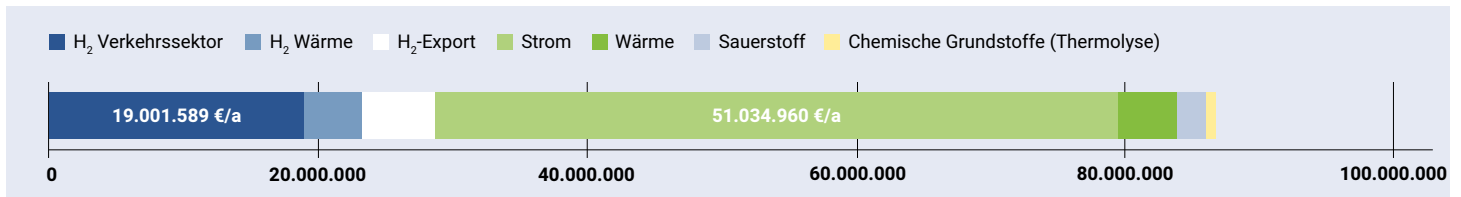


Abbildung 4: © H2Scout.eu/Spilett

Leistungskennzahlen des Basisszenarios (KPI)

4.583 t/a H ₂ -Nachfrage ergibt sich aus den definierten H ₂ -Bedarfen der Region	2,15 €/kg H ₂ -Bereitstellungs- kosten Break-Even-Preis, der im Mittel vom Kunden gezahlt werden muss, um einen Gewinn zu erzielen	20.554.340 €/a Gewinn vor Steuern Maximaler Gewinn vor Steuern im Fall, dass die durchschnitt- liche Zahlungsbereitschaft als Preis realisiert wird	43.847 t/a Vermiedene CO ₂ -Emissionen Vermiedene Gesamtemissio- nen zuzüglich der bei der Wasserstoffproduktion ent- stehenden CO ₂ -Emissionen	9.517.644 €/a Vermiedene externe Kosten Vermiedene gesellschaftliche Kosten des Klimawandels und der Stickoxidemissionen des Verkehrssektors
89,3 % Autarkiegrad Regionaler Anteil der zur Wasserstoffproduktion verwendeten Primärenergie	5,46 €/kg Zahlungsbereitschaft H ₂ Durchschnittliche Zahlungsbe- reitschaft über alle Nachfrage- sektoren	5,9 % Kapitalrendite bei einer angenommenen Systemlaufzeit von 20 Jahren	-305,00 €/t CO ₂ -Vermeidungskosten Die CO ₂ -Vermeidungskosten enthalten als Differenz zwi- schen Bereitstellungskosten und Zahlungsbereitschaft den definierten CO ₂ -Preis.	40.213.694 €/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 kann der Landkreis Eichstätt die für das Jahr 2030 definierte H₂-Nachfrage aus eigenen Quellen decken und erzielt selbst im Worst-Case-Szenario Gewinne im wirtschaftlichen Betrieb. Bei Bereitstellung höherer Mengen an Reststoffen könnte die Wirtschaftlichkeit noch gesteigert werden. Es bestehen darüber hinaus weitere Potenziale in der Region zur Erhöhung des H₂-Deckungsbeitrags oder auch für einen Export von Wasserstoff. Die Skalierung unter ausschließlicher Verwendung regionaler Ressourcen ist jedoch nicht unbegrenzt, wie die Ergebnisse des Weckruf-Szenarios zeigen.

	Kapitalrendite	Vermiedene CO ₂ -Emissionen	CO ₂ -Vermeidungskosten ^a	Vermiedene externe Kosten	Direkte regionale Wertschöpfung
Basisszenario	5,9 %	43.847 t/a	< 0 €/t	9,52 Mio €/a	40,21 Mio €/a
Worst Case	4,4 %	44.305 t/a	< 0 €/t	9,61 Mio €/a	31.29 Mio €/a
Weckruf	-0,8 %	343.030 t/a	82,86 €/t	72,19 Mio €/a	174,69 Mio €/a

Gemeinsam mit den interessierten Unternehmen in der Region möchten wir im Landkreis eine nachhaltige und tragfähige Wasserstoffwirtschaft aufbauen und damit unseren Beitrag zur Energiewende leisten. Der Landkreis Eichstätt ist ein ländlicher Flächenlandkreis mit einer großen Anzahl mittelständischer Unternehmen, die innovative Lösungen an den Schnittstellen von Energie- und Verkehrswende erarbeiten. Dies ermöglicht es, regional komplette Wertschöpfungsketten von der Erzeugung erneuerbarer Energien über die Produktion von Wasserstoff bis hin zur lokalen Verwendung aufzubauen. Für den Landkreis Eichstätt mit sowohl ländlichen als auch industriellen Strukturen bieten sich hier große ökonomische Potenziale, welche zusätzlich zum Klimaschutz beitragen. Neben Pilotanlagen auf Unternehmensseite möchte auch der Landkreis als Vorbild vorangehen. Es soll in diesem Sinne der landkreiseigene Bauhof durch den Einsatz von PV-Anlagen, die Beschaffung von wasserstoffbetriebenen Nutzfahrzeugen und die lokale Erzeugung von grünem H_2 klimafreundlich umgestaltet werden.

Die Erzeugung regenerativer Energie ist essentiell für die Dekarbonisierung aller Sektoren und Grundvoraussetzung für die Etablierung einer Wasserstoffwirtschaft. Unsere Region wird erst in vielen Jahren an das europäische H_2 -Backbone-Netz angeschlossen werden. Deshalb und im Sinne eines dezentralen Ansatzes möchten wir die Chance nutzen, eigene Erzeugungskapazitäten für grünen Wasserstoff aufzubauen. Die Produktion grünen Wasserstoffs mittels Wasserelektrolyse erfordert das Vorhandensein regenerativer Erzeugungsanlagen in Form von Windkraft- und Solaranlagen. Zur Bereitstellung des Stroms streben wir einen weiteren Ausbau von PV- und Windkraftanlagen im Landkreis Eichstätt an. Wichtig ist uns dabei, dass sowohl die Anlagen zur Produktion von Grünstrom als auch zur Herstellung von grünem Wasserstoff in regionalen Händen bleiben, um so die regionale Wertschöpfung zu fördern und die Akzeptanz bei den Menschen vor Ort

zu erhöhen. Dabei wird auch nach Lösungen gesucht, wie Überschussstrom aus PV-Anlagen von Unternehmen und Privatpersonen mittels Wasserstoffs saisonal gespeichert werden kann. Neben der Wasserelektrolyse mit regenerativ erzeugtem Strom sollen aber auch alternative Erzeugungspfade wie die Thermolyse von Klärschlamm mitgedacht werden, wohlwissend, dass deren Kapazitäten begrenzt sind. Wasserkraft und Biomasse sollen zur Erzeugung von H_2 (mittels Elektrolyse bzw. Biogasdampfreformierung) zwar nicht ausgeschlossen werden, allerdings sind die vorhandenen Kapazitäten und die Ausbaumöglichkeiten aus naturräumlichen Gründen zu limitiert, um einen nennenswerten Beitrag zu leisten. Langfristig und bei einem hohen Anstieg der Wasserstoffnachfrage kann auch der Import von grünem Strom und grünem Wasserstoff einen Teil unserer Strategie darstellen.

Der Sektor Mobilität stellt einen entscheidenden Einsatzbereich für Wasserstoff und Brennstoffzellen (BZ) dar. Wir möchten den Hochlauf emissionsarmer Antriebe unterstützen und die Technologien dort anwenden, wo sie effizient einsetzbar sind und ihre Stärken ausspielen können. Logistikunternehmen, Betreiber des Öffentlichen Personennahverkehrs, aber auch die kommunalen Fuhrparks mit ihren diversen Nutzfahrzeugen sind angehalten, ihre Flotten langfristig auf klimaschonende Antriebe umzurüsten. Treiber sind nicht nur unser eigener Anspruch an eine nachhaltigere Mobilität, sondern auch konkrete Vorgaben, die sich unter anderem aus der Clean Vehicle Directive (CVD)¹ ergeben. Busse, Lkw, Transporter und weitere Fahrzeuge sind entweder als Serienfahrzeuge oder Umrüstungen im Stande, mit grünem H_2 unsere Mobilität nachhaltiger zu gestalten. Wir möchten den Einsatz dieser Fahrzeuge dort unterstützen, wo die batterieelektrische Alternative vor Herausforderungen steht, lokale Lösungen sich anbieten oder die Technologie demonstriert werden kann. Eine entsprechende Tankstelleninfrastruktur ist dabei unabdingbar.

¹ Gesetz über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge

Den Ersatz fossiler Brennstoffe im Bereich industrieller Prozesse sehen wir als weitere zentrale Säule im Bereich der Wasserstoffnutzung. Der Landkreis beherbergt zahlreiche produzierende Unternehmen, welche durch einen großen Erdgasverbrauch geprägt sind. Eine sukzessive Substitution fossiler Energieträger ist hierbei nicht nur aus klimapolitischer Sicht vorteilhaft, sondern gewährleistet auch eine gewisse Planungs- und Versorgungssicherheit für die Unternehmen. Mit einer konsequenten Skalierung der Erzeugungskapazitäten kann bspw. über Direktlieferverträge zukünftig auch aus wirtschaftlicher Sicht eine bessere Planbarkeit für lokale Industrieverbraucher hergestellt werden.

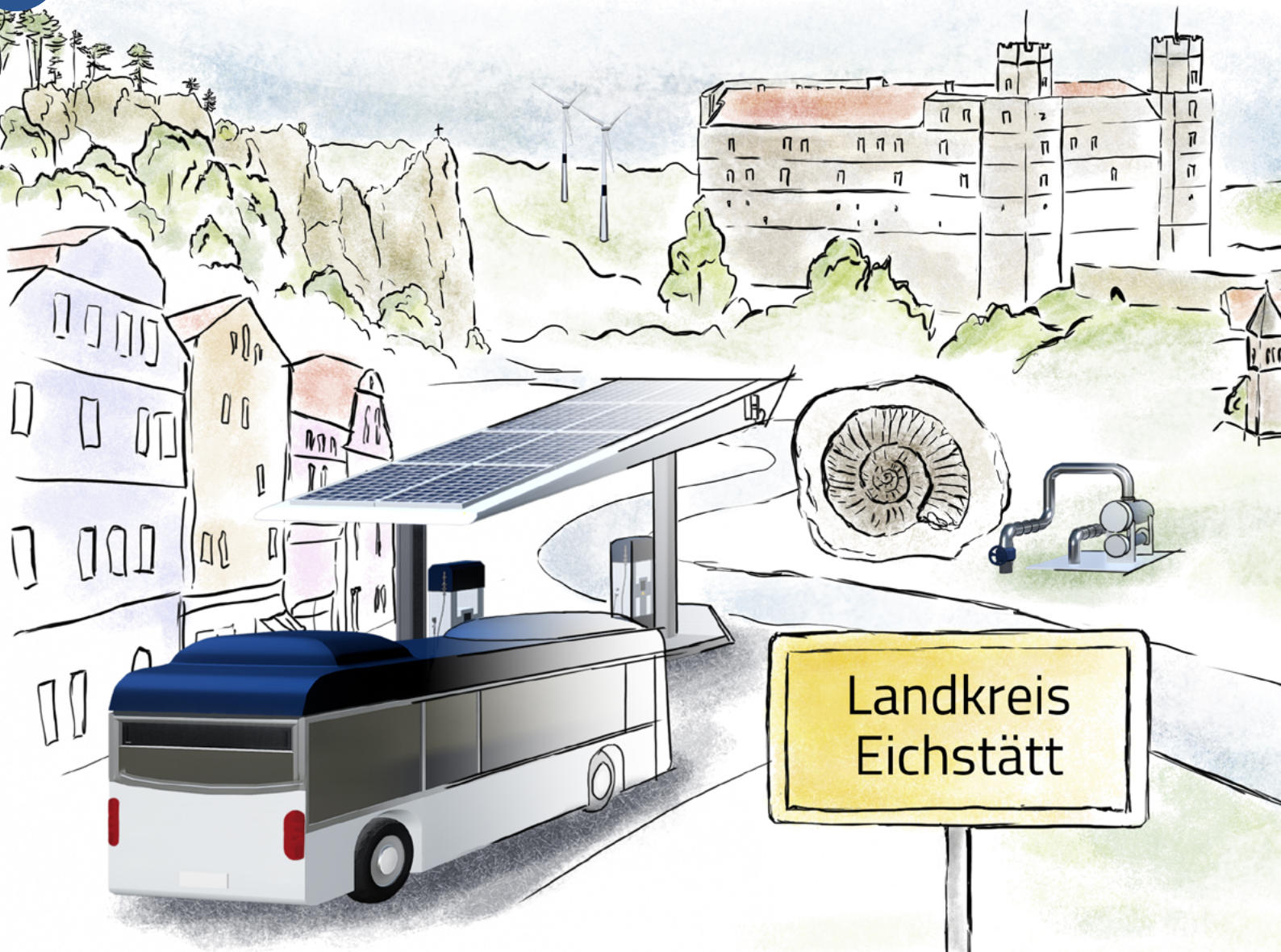
Wasserstoff kann zu einem Baustein in der Dekarbonisierung unserer Wärmeversorgung werden und damit die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern reduzieren. Stationäre Brennstoffzellen, mit Wasserstoff betriebene Blockheizkraftwerke (BHKW) oder die Beimischung von Wasserstoff in die bestehenden Erdgasnetze sind Aspekte einer Dekarbonisierung des Wärmemarktes. Wir sind uns der technischen und finanziellen Hürden bewusst, die der Einsatz von Wasserstoff im Wärmemarkt mit sich bringt und sehen auch, dass es Branchen und Sektoren gibt, in denen H_2 prioritär eingesetzt werden sollte. Dennoch möchten wir den Einsatz von Wasserstoff auch bei der Wärmeversorgung mitdenken und entsprechende Projekt-

ansätze entwickeln. Wasserstoff kann insbesondere bei der Speicherung der saisonal stark schwankenden Erzeugung erneuerbarer Energien helfen. Die anfallende Abwärme von Elektrolyseuren soll, sofern sinnvoll möglich, vor Ort Gebäude, Quartiere oder industrielle Prozesse mit Wärme versorgen. Deshalb sollte bei der Standortplanung von Elektrolyseuren und stationären Brennstoffzellen geprüft werden, ob diese in Nahwärmenetze eingebunden werden können, um möglichst viele Haushalte mit erneuerbarer Wärme zu versorgen und die Wirtschaftlichkeit der Anlagen zu optimieren.

Wir möchten neue Technologien sichtbar machen und die Akzeptanz für Wasserstoffanwendungen fördern. Die Aufgeschlossenheit gegenüber neuen Technologien ist seit jeher ein Merkmal unserer regionalen Wirtschaftsakteure. Bei der Transformation unserer Energiesysteme wird es aber auch darum gehen, der Bevölkerung des Landkreises Partizipation zu ermöglichen und für die Potenziale und Notwendigkeit einer regionalen Wasserstoffwirtschaft einzutreten. Um den Ausbau erneuerbarer Energien weiter zu fördern und den Einzug von H_2 in die verschiedenen Sektoren zu ermöglichen, sollen Pilotprojekte frühzeitig umgesetzt und sichtbar gemacht werden. Informationskampagnen und die Einbeziehung der Bevölkerung vor Ort sollen die Akzeptanz für die Energie- und Verkehrswende stärken.

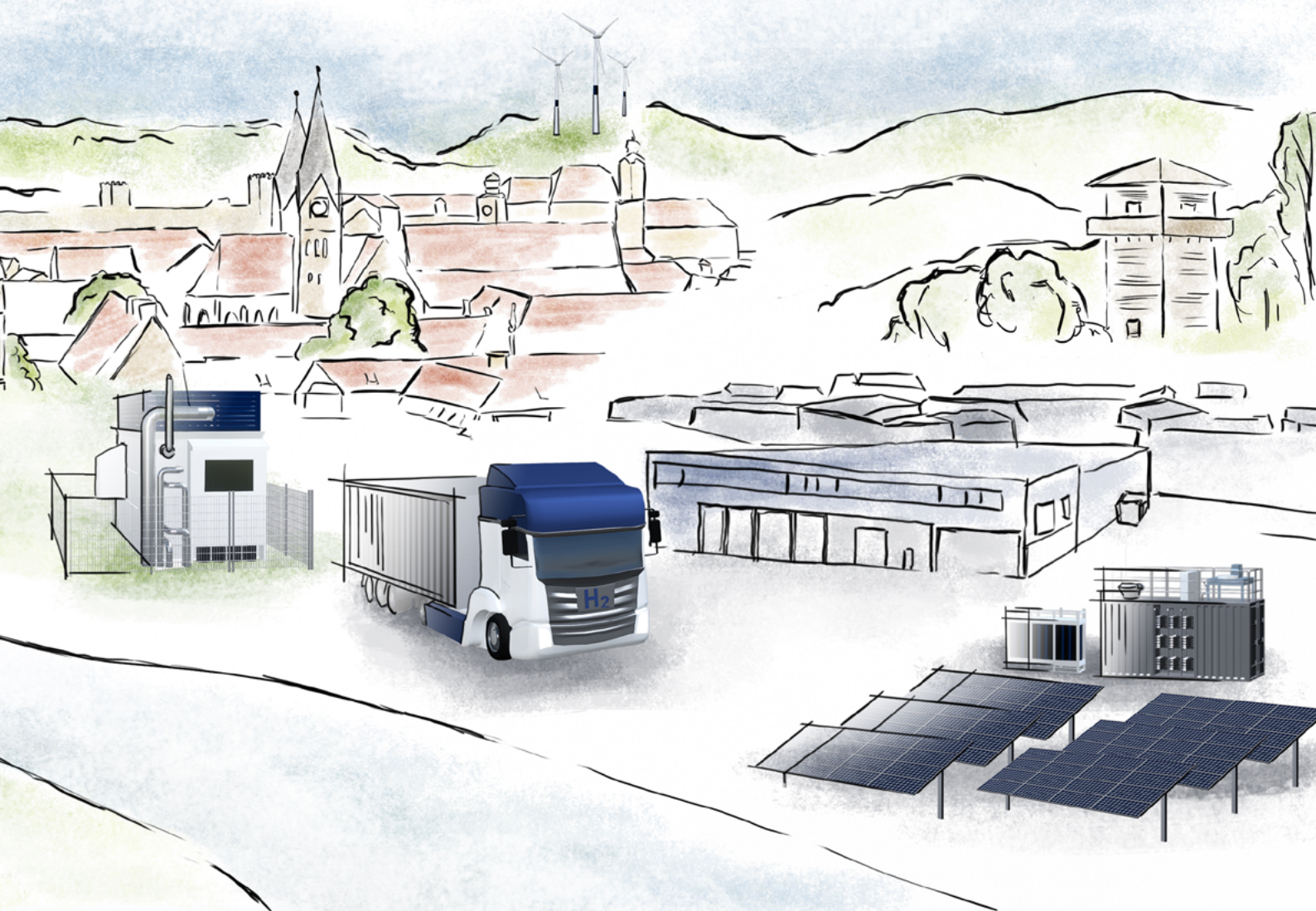


Abbildung 5: © Anne Fröhlich / Landkreis Eichstätt



Durch das HyStarter-Projekt konnten wir einen wirkungsstarken Kreis lokaler Unternehmen und Institutionen etablieren. Dieses Netzwerk soll perspektivisch wachsen und weiteren Akteuren die Möglichkeit bieten, sich über Vorhaben und den Stand der Technik auszutauschen, eigene Ansätze einzubringen, Projekte untereinander zu koordinieren und Synergien zu heben. Eine lokale Wasserstoffwirtschaft werden wir nur aufbauen können, wenn die Akteure aus der Region miteinander in Austausch treten und gemeinsam aktiv werden.

Der Landkreis Eichstätt bildet den geographischen Mittelpunkt Bayerns und zeichnet sich durch eine gute räumliche Vernetzung mit den umliegenden Ballungszentren sowie ein großes Flächenpotenzial für den Ausbau erneuerbarer Energien aus. Bereits heute hat Oberbayern zahlreiche Projekte und Aktivitäten mit Bezug zu Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien vorzuweisen, die durch weitere Tätigkeiten im Landkreis Eichstätt flankiert werden sollen. Daher streben wir Vernetzung und Kooperation außerhalb der Landkreisgrenzen,



bspw. mit der H₂-Initiative in Ingolstadt, an, um den überregionalen Hochlauf einer Wasserstoffwirtschaft zu begleiten. Im Wirtschaftsgefüge des Landkreises Eichstätt nimmt die Automobil- und Zulieferindustrie eine entscheidende Rolle ein, auch deshalb sollen im Bereich Wasserstoff und Brennstoffzellen Wertschöpfungsmöglichkeiten geschaffen werden, um den gewachsenen Wirtschaftsraum zu sichern.

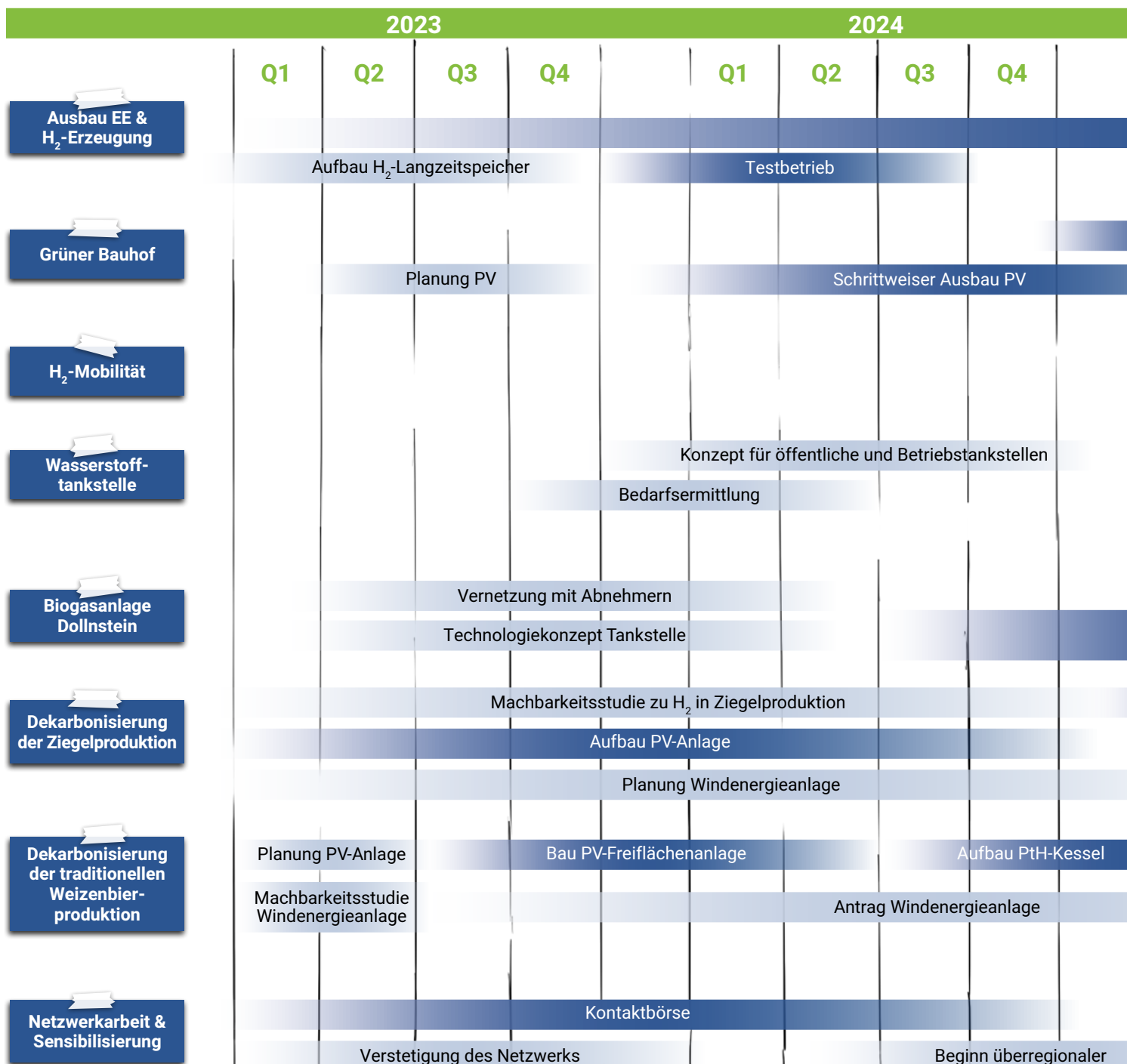
H₂

HANDLUNGSFELDER UND UMSETZUNGSSTRATEGIEN

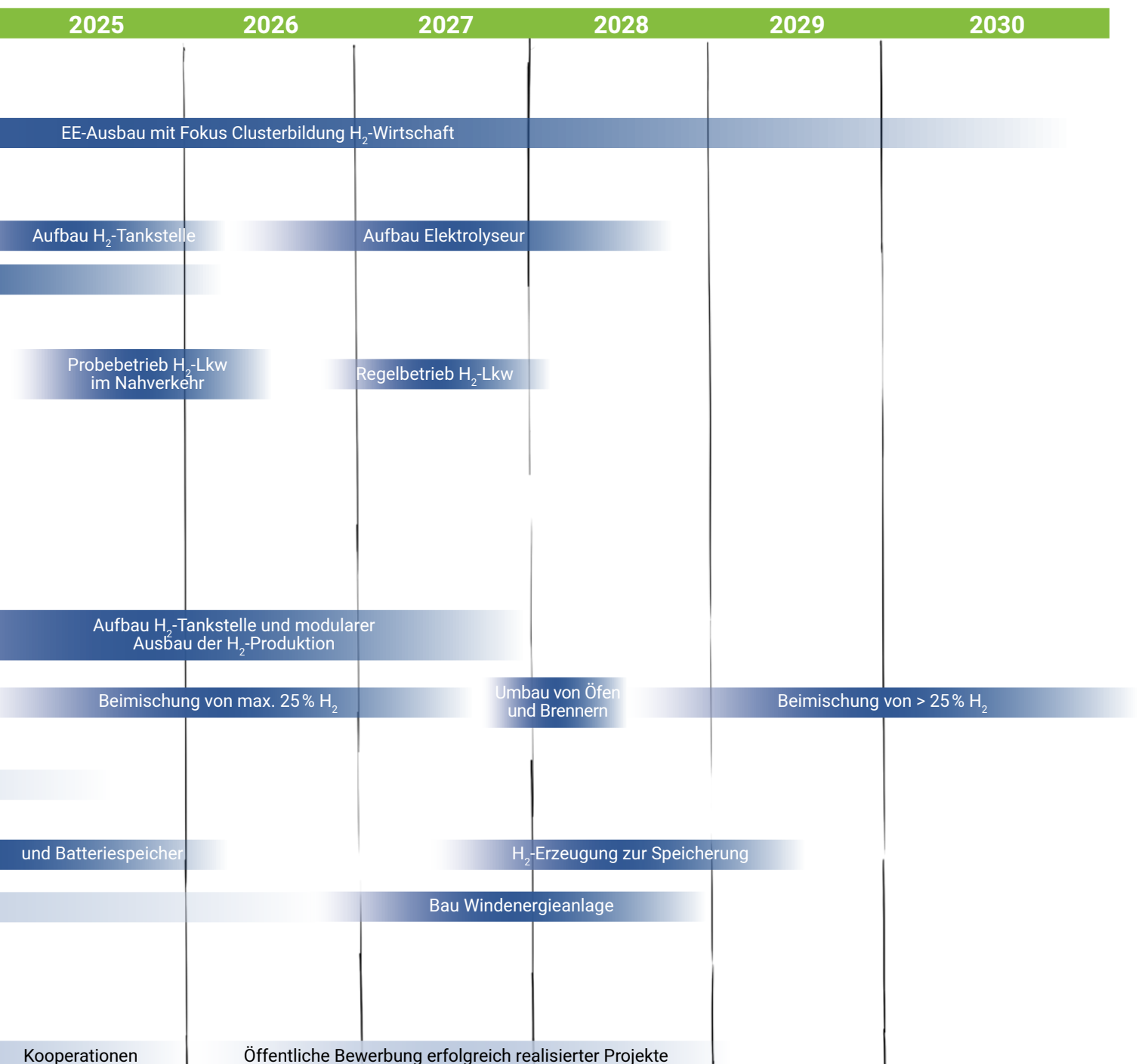
Übersicht

Die hier abgebildete Roadmap wurde im Rahmen des letzten Strategiedialoges erstellt, um die Vielfalt der Themen zu verdeutlichen und ihre möglichen Umsetzungszeiträume abzubilden. Dargestellt werden die Meilensteine sowie Planungs- und Umsetzungsphasen, die bis 2030 für

jedes Themenfeld erforderlich sind. Jeder Themenbereich umfasst individuelle Aktivitäten, Hürden und Zeitpläne, die in den folgenden Unterkapiteln beschrieben werden. Dabei zeigt die Roadmap auch auf, wie breit gefächert die Interessens- und Themengebiete der Akteure aus der



Region sind und welche Synergien und Zusammenhänge zwischen den Projekten bestehen. Hier angegebene Zeiträume sind als grobe Richtwerte zu verstehen und können sich aufgrund sich ändernder Rahmenbedingungen oder individueller Entscheidungen der Akteure ändern.



Ausbau erneuerbarer Energien und Wasserstoffherzeugung

Der Landkreis Eichstätt ist ein Flächenlandkreis mit guten Voraussetzungen für den Ausbau von regenerativen Energien und einem damit verbundenen wirtschaftlichen Potenzial. Bei der Stromversorgung mit erneuerbaren Energien liegt der Landkreis bilanziell bereits bei ca. 86 %² (Stand: 2019), deckt also einen Großteil des Strombedarfs mit erneuerbaren Energien. In einigen Gemeinden übersteigt die Produktion erneuerbarer Energien bereits heute den Eigenverbrauch deutlich. Gerade wegen der vorhandenen Potenziale möchte der Landkreis den Ausbau weiter forcieren.

Die HyStarter-Akteurinnen und Akteure sehen in den Ausbaupotenzialen die Chance, grünen H₂ per Elektrolyse zu erzeugen und somit zum einen die Dekarbonisierung der Sektoren im Landkreis voranzubringen und zum anderen die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zu reduzieren. Alternative Pfade zur Erzeugung regenerativen Wasserstoffs sollen ebenfalls geprüft werden.

Zahlreiche Unternehmen und Privatpersonen haben im Landkreis Eichstätt (kleinere) PV-Anlagen auf Produktionshallen und Wohnhäusern errichtet. Es wird nach Konzepten gesucht, wie überschüssiger Strom mittels Wasserstoffs saisonal gespeichert werden kann.

² Institut für Energietechnik (2022): Energienutzungsplan Landkreis Eichstätt
https://www.landkreis-eichstaett.de/fileadmin/Dateien/Website/Dateien/FB_111_-_Nachhaltigkeit/220919-ENP_Eichstaett.pdf

Regionale Herausforderungen

- Mit dem Ausbau ist die Akzeptanz für EE- und H₂-Projekte zu sichern.
- Offen ist, wer die Anlagen errichtet und betreibt.
- Es müssen noch regionale Nutzungs- und Vermarktungsmöglichkeiten für (grünen) H₂ etabliert werden.
- Alternative Nutzungsmöglichkeiten für EE sind zu identifizieren, um deren Abregelung zu vermeiden.
- Wie kann die Auslastung des Elektrolyseurs gewährleistet werden, wenn (zeitweise) keine regionale EE-Erzeugung erfolgt?

Lösungsansätze

- Die Akzeptanz für den Ausbau von erneuerbaren Energien ergibt sich dann, wenn die Akteure vor Ort beteiligt werden und sich eine regionale Wertschöpfung realisieren lässt. Die Erzeugung von grünem Wasserstoff vor Ort mit dem Bau von (Freiflächen-) PV- und Windkraftanlagen kann die Grundlage für eine regionale Wasserstoffwirtschaft bilden.
- Eigentümerinnen und Eigentümer von Flächen sollen beim Ausbau von EE dafür sensibilisiert werden, dass die Flächen regionalen Akteuren zur Verfügung gestellt werden, um die Wertschöpfung im Landkreis zu halten und regionale Projekte zu stärken.
- Im Landkreis Eichstätt mit seinen 30 Gemeinden ist es entscheidend, die Bürgermeisterinnen und Bürgermeis-

- ter sowie die Kreistagsmitglieder über die Wasserstoff-Ansätze zu unterrichten und in die Planungsprozesse einzubeziehen. Die HyStarter-Informationsveranstaltung mit rund 80 Teilnehmenden am 6. Dezember 2022 war ein guter Auftakt dafür.
- Die Projekte zur Erzeugung sind in enger Abstimmung mit den Projekten zur Abnahme zu initiieren.
- Es sollen Konzepte zur Nutzung von Überschussstrom aus dezentralen Anlagen entwickelt werden.
- Die H₂-Produktion mit Strombezug aus dem Netz trägt zur Auslastung des Elektrolyseurs bei und fängt Lastspitzen ab.

Externer Unterstützungsbedarf

- Für einen schnellen Hochlauf sind vereinfachte Genehmigungsverfahren und Unterstützung der Planungsbehörden notwendig.
- Darüber hinaus sind angepasste Ausgleichsflächenregelungen notwendig, um den Flächenverbrauch zu minimieren.
- Die Bevölkerung vor Ort muss einbezogen werden. Beteiligungsformen analog zum Ausbau bei Windenergieanlagen könnten die Akzeptanz erhöhen.

Technologiekonzept & Umsetzungsstrategie

Bei der Standortplanung für einen Elektrolyseur soll die Nutzung der beiden Nebenprodukte Wärme und Sauerstoff (O_2) berücksichtigt werden, um den Gesamtwirkungsgrad und die Energieeffizienz zu erhöhen. O_2 kann u. a. für die Ozonierung in Belebungsbecken von Kläranlagen oder nach einer zusätzlichen Aufreinigung für medizinische Zwecke verwendet werden.

Wenn der Strom für den Elektrolyseur aus fluktuierenden erneuerbaren Energien stammt, insb. Wind und PV, sollte der Elektrolyseur auf ein Drittel der installierten Stromerzeugungsleistung ausgelegt werden. Hierdurch lassen sich die Volllaststunden (VLS) des Elektrolyseurs deutlich erhöhen, um u. a. eine Grundauslastung zu gewährleisten. Durch die höhere Leistung der PV-Anlage kann der Elektrolyseur auch bei diffuser Strahlung mit einem hohen Wirkungsgrad betrieben werden.

Grundsätzlich eignen sich Polymer-Elektrolyt-Membran- (PEM) sowie alkalische (AEL) Elektrolyseure aufgrund ihrer Skalierbarkeit und Flexibilität für die Wasserstoffproduktion aus fluktuierenden Energieträgern. Elektrolyseure mit einer Leistung zwischen 250 kW und 10 MW werden in der Praxis in Containerbauweise errichtet, sodass die eigentliche Installation einfach zu realisieren ist. Größere Anlagen werden freistehend errichtet. Technologiebedingt sind die Anschaffungskosten von AEL-Elektrolyseuren tendenziell günstiger als die von PEM-Elektrolyseuren. Abhängig von der Technologie und der installierten Leistung liegen die spezifischen Kosten für größere Anlagen bei 1.000 bis 1.300 € pro kW. Dies inkludiert die Kosten für Beratung, Installation, Netz-, Wasseranschluss und Peripherie. Weiterhin müssen regulatorische Rahmenbedingungen wie u. a. Netzentgelte beachtet werden. Hauptabnehmer des Stroms ist der Elektrolyseur, gefolgt von dem leistungsintensiven Verdichter. Gleiches gilt auch für Wasserstofftankstellen (vgl. Kapitel Wasserstofftankstelle). Je nach Größe und Redundanz einer Tankstelle wird ein zusätzlicher Verdichter als Backup empfohlen. Es müssen daher in der Regel zwischen 150 – 300 kW elektrische Leistung vorgehalten werden. In Abhängigkeit von der Auslastung des Netzanschlusspunktes ist ggf. die Ertüchtigung einer Trafostation zu berücksichtigen.

Je nach Anwendungsgebiet kann der Wasserstoff direkt nach der Elektrolyse verwendet oder muss bei Bedarf entsprechend aufgereinigt werden. Die spezifischen Anforderungen sind im Einzelfall zu klären.

Der Ausbau der EE und der Aufbau einer H_2 -Wirtschaft soll dazu beitragen, dass der Landkreis sein Ziel der Klimaneutralität bis 2035 erreicht.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Bewusstsein für die Potenziale einer regionalen H_2 -Wirtschaft bei den verantwortlichen Lokalpolitikerinnen und -politikern schaffen.
- Betreiber von EE-Anlagen in der Region und potenzielle Nutzer von Wasserstoff zusammenbringen.
- Prüfung der Richtlinie Marktaktivierung des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP II) für die Förderung von Elektrolyseuren.
- Machbarkeitsstudie zur Integration von Elektrolyseuren in verschiedenen Bereichen und Nutzung von alternativen Pfaden zur H_2 -Erzeugung, bspw. Klärschlammverwendung.
- Abwägung der Standortwahl von Elektrolyseuren mit Blick auf die mögliche Sektorenkopplung durch die Nutzung von Wasserstoff, Sauerstoff und Abwärme.

Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **Biogasanlage Dollnstein:** Die Biogasanlage in Dollnstein ist ein konkretes Projekt, in dem Wasserstoff im Landkreis Eichstätt erzeugt werden soll.
- **H_2 -Mobilität:** H_2 -Flotten, insbesondere betriebliche Flotten mit planbaren Verbräuchen, können die konstante Abnahme des erzeugten Wasserstoffs sicherstellen.
- **Dekarbonisierung industrieller Prozesse:** Industrielle Prozesse können die konstante Abnahme größerer Mengen Wasserstoff gewährleisten.
- **Netzwerkarbeit und Sensibilisierung:** In einem Wasserstoffnetzwerk können Erzeuger und potenzielle Abnehmer zusammengebracht werden. Akzeptanz ist die notwendige Bedingung zum Ausbau erneuerbarer Energien und zum Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft.

Grüner Bauhof

Der Ausbau der Wasserstoffwirtschaft hängt maßgeblich vom Umsetzungswillen der regionalen Unternehmen ab. Der Landkreis möchte mit positivem Beispiel vorangehen und selbst ein Leuchtturm-Projekt initiieren. Bei der anstehenden Erneuerung der kreiseigenen Bauhöfe Beilngries und Eichstätt soll evaluiert werden, wie die Erzeugung und der Einsatz von Wasserstoff in der Praxis umgesetzt werden kann. Im Kern der Projektidee steht die Erzeugung von Wasserstoff mit PV-Strom und die Nutzung des Energieträgers in kommunalen Nutzfahrzeugen.

Der Bauhof muss aufgrund seines Bauzustandes in den nächsten Jahren grundlegend erneuert werden. Dabei soll die Gelegenheit genutzt werden, notwendige (bauliche) Vorbereitungen für u. a. einen flächendeckenden PV-Ausbau auf den Dächern zu treffen.

Neben der Vorbildfunktion zählt das Vorhaben auf die Erfüllung der Clean Vehicle Directive ein, die die Berücksichtigung klimafreundlicher Antriebe bei öffentlichen Anschaffungen vorschreibt. Darüber hinaus kann ein solches Vorhaben die Niederspannungsnetze entlasten und den Grad der Energieautarkie des Bauhofs im Jahresverlauf erhöhen (Funktion als Langzeitspeicher).

Regionale Herausforderungen

- Verfügbarkeit von leichten und mittleren Nutzfahrzeugen (Crafter, Pritschen- und Sonderfahrzeuge mit spezialisierten Aufbauten und Hydraulikeinrichtungen), aber auch schwerer kommunaler Nutzfahrzeuge.
- Der Landkreis muss die Anforderungen der CVD in den eigenen Flotten erfüllen.
- Finanzierung der (Mehr-)Kosten von Fahrzeugen und Infrastrukturen.
- Teils (infrastrukturelle) Baumaßnahmen erforderlich für die Installation von PV-Modulen auf allen vorhandenen Dächern.
- Bei größeren Nachfragemengen und entsprechend größer zu dimensionierendem Elektrolyseur werden EE-Flächen außerhalb des Bauhofs notwendig.
- Baurechtliche Fragen sind zu klären, u. a. Brandschutz.
- Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter haben bislang keine Erfahrungen im Umgang mit Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien (Handling, Betankung, Wartung, Reparatur).
- Werkstattinfrastruktur und Personal müssen an die neuen Technologien angepasst bzw. geschult werden.

- Der Fuhrpark des Bauhofes wird schrittweise mit Batterie- und Brennstoffzellen-Fahrzeugen ausgestattet, wenn die Fahrzeuge die Marktreife erreichen und verfügbar sind. Die Marktverfügbarkeit von Fahrzeugen wird regelmäßig geprüft sowie Kontakte zu Herstellern und Umrüsterfirmen werden gepflegt.
- Die Inanspruchnahme von Förderprogrammen kann einen Teil der Mehrkosten kompensieren.
- Eine Wasserstofftankstelle (Hydrogen Refueling Station = HRS) und die notwendige Speicherkapazität versorgen die Fahrzeuge das ganze Jahr über mit grünem Wasserstoff.
- Die Anlagen werden, sofern technisch möglich, skalierbar geplant, um auch zukünftige Bedarfe bedienen zu können.
- Um die Auslastung des Elektrolyseurs zu erhöhen, werden entweder ein Netzbezug oder die Verbindung mit einer in der Nähe gelegenen EE-Anlage mitgedacht.
- Schulung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Umgang mit Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien.

Externer Unterstützungsbedarf

Lösungsansätze

- In einem kurzfristigen und einem langfristigen Szenario werden zunächst ein Teil und später die gesamten Dachflächen des Bauhofs mit PV-Anlagen ausgestattet. Neben der Eigenstromversorgung wird in Zeiten hoher Stromerzeugung der PV-Strom genutzt, um in einem Elektrolyseur grünes H_2 zu erzeugen.

- Herausfordernd ist, dass Sonderfahrzeuge mit entsprechenden Anbauten nicht am Markt verfügbar sind. Umrüstungen werden geprüft, sind aber auch mit spezifischen Hürden verbunden.
- Um die geplanten Maßnahmen zu realisieren, ist die Unterstützung eines fachkundigen Ingenieurbüros zur Erstellung eines Konzepts und bei der späteren Umsetzung notwendig.

- Außerdem könnten vereinfachte Genehmigungsverfahren und die Unterstützung der Genehmigungsbehörden durch übergeordnete Institutionen auf Landesebene dafür sorgen, dass die Genehmigungen schneller erwirkt werden können.
- Zur Umsetzung sind spezifische Förderprogramme für Kommunen notwendig, da diese zwar gewillt sind mit gutem Beispiel voranzugehen, aber trotzdem deutliche Mehrkosten schultern müssen.
- Im Zuge der Inbetriebnahme muss die Belegschaft im Umgang mit Wasserstoff und Brennstoffzellenfahrzeugen fort- und weitergebildet werden.
- Zudem ist für einen reibungslosen Betrieb ein technischer Dienstleister unerlässlich, der Wartung und Service des Elektrolyseurs vor Ort gewährleistet.

Technologiekonzept & Umsetzungsstrategie

Das Vorhaben teilt sich zeitlich in drei Phasen ein. Für eine schnelle Umrüstung auf alternative Antriebe soll kurzfristig ein kleiner Elektrolyseur mittels Netzstrom betrieben und eine Wasserstofftankstelle mit einem kleinen Speicher errichtet werden. Mittelfristig soll der Elektrolyseur durch Aufdachphotovoltaik gespeist werden, die Speicherkapazität ausgebaut und ein zusätzlicher Batteriespeicher errichtet werden. Langfristig strebt der Bauhof eine hohe Autarkie, große Speicherkapazität sowie eine Brennstoffzelle zur Rückverstromung an. Um die Machbarkeit dieses Projekts besser bewerten zu können, wurde im Rahmen des Technologiekonzeptes zunächst das Erzeugungspotenzial aus Photovoltaik und der Bedarf der Flotte ermittelt.

Bedarfsseitig wird die Umrüstung des Fuhrparks mit leichten bzw. schweren Nutzfahrzeugen in zwei Stufen forciert. Hierdurch entsteht kurzfristig ein Wasserstoffbedarf von jährlich 2,8 t bzw. langfristig 11,4 t (in Summe: 14,2 t H₂/a).

Auf der Erzeugungsseite weist der Kreisbauhof ein kurzfristiges PV-Potenzial von 63,8 kW_p und ein langfristiges Potenzial von insgesamt 145,3 kW_p auf. Mit dem kurzfristigen Potenzial können in Kombination mit einem 40 kW Elektrolyseur 957 kg H₂/a produziert werden. Unter Bezug von ca. 102,4 MWh/a Netzstrom kann die Kapazität auf 2.819 kg H₂/a angehoben und die leichten Nutzfahrzeuge versorgt werden. Eine vollständige Auslastung des Elektrolyseurs mit Netzstrom ermöglicht eine Jahresproduktion von 5.840 kg H₂.

Unter Ausnutzung des vollen PV-Potenzials von 145,3 kW_p kann die Produktion mit einem 100 kW Elektrolyseur auf 2.835 kg H₂/a gesteigert werden. Hiermit können die leichten Nutzfahrzeuge des Fuhrparks bereits mit Wasserstoff versorgt werden. Durch die Erhöhung der Volllaststunden des Elektrolyseurs mittels 626,1 MWh/a an Netzbezugsstrom ließe sich die erforderliche Menge für den gesamten Fuhrpark vor Ort produzieren. Als Nebenprodukte entstehen außerdem 17 MWh_{th} thermischer Abwärme sowie 113,8 t O₂/a für die zum aktuellen Zeitpunkt kein Abnehmer identifiziert werden konnte. Eine Maximierung der VLS unter Bezug von 720 MWh/a würde ein Exportpotenzial von 1.708 kg H₂/a generieren.

Die Sicherheitsabstände zu schutzbedürftigen unbeteiligten Dritten sind von der jeweiligen Anwendung abhängig und anhand störfallspezifischer Faktoren sowie der Betriebssicherheitsverordnung individuell zu ermitteln. Aufgrund von u. a. Bagatellschwellen müssen je nach Gefährdung bestimmte Sicherheitsabstände nicht berücksichtigt werden. Nach der 12. BImSchV (Bundesimmissionsschutzverordnung) sind 25 m Mindestabstand bei der H₂-Produktion vor Ort per Elektrolyse zu berücksichtigen, sofern keine baulichen Schutzmaßnahmen umgesetzt wurden. Die Abbildung 6 zeigt eine mögliche Verortung der Komponenten der Anlagen auf dem Betriebsgelände, sowie eine Abschätzung der benötigten Errichtungsfläche.

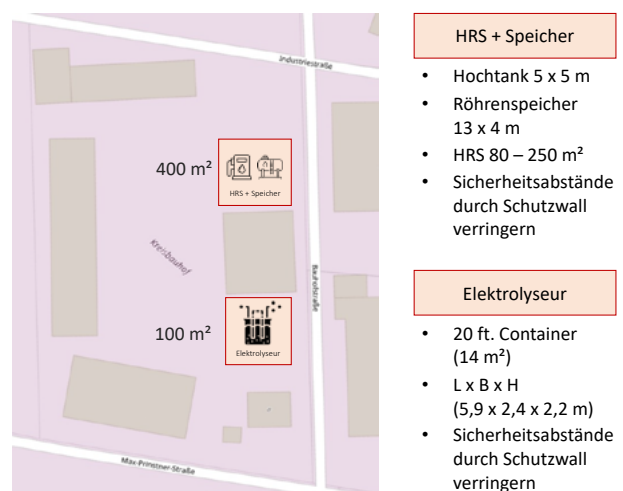


Abbildung 6: Mögliche Verortung der Anlagenkomponenten auf dem Betriebsgelände (Karte: © OpenStreetMap contributors; Grafik von EE ENERGY ENGINEERS GmbH)

Bei der Anlieferung unterscheidet sich der Mindestabstand anhand des Druckniveaus. Zur Anlieferung von gasförmigem H_2 bei 200 bar müssen 60 m und bei 500 bar 90 m Abstand gehalten werden, bei der Anlieferung von Flüssigwasserstoff sogar 160 m (hier nicht berücksichtigt). Die genannten Mindestabstände können durch bauliche Maßnahmen auf wenige Meter reduziert werden, z. B. durch die Einhausung oder die Errichtung eines Schutzwalls. Hierdurch kann der Speichertank, Trailer oder Elektrolyseur in unmittelbarer Nähe zu Gebäuden errichtet werden.

In den Jahren 2023 bis 2026 sollen die notwendigen Planungs-, Sanierungs- und Installationsarbeiten durchgeführt werden, um die PV-Anlagen schrittweise aufzubauen und die H_2 -Tankinfrastruktur Ende 2026 in Betrieb zu nehmen. Die Planungen zur Inbetriebnahme eines Elektrolyseurs zur On-Site-Produktion von Wasserstoff sollen begleitend durchgeführt werden, damit die Anlage ab 2029 produzieren kann.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Durchführung von Marktanalysen zur Einschätzung des derzeitigen technischen Leistungstandes und von spezifischen Machbarkeitsstudien durch das Landratsamt.
- Entwicklung und Pilotierung von Elektrolyseur und Wasserstofftankstelle in kleinem Maßstab für die ersten Phasen in Kooperation mit einem fachkundigen Partner.

Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **H_2 -Mobilität:** Die Verfügbarkeit von BZ-Fahrzeugen mit speziellen Auf- und Anbauten muss gegeben sein.
- **Ausbau von EE und Erzeugung von H_2 :** Die Verfügbarkeit von Grünstrom als Grundlage der Elektrolyse und die Schaffung von Redundanz durch zusätzliche H_2 -Erzeugung. Der Ausbau der EE ist gekoppelt an bauliche Maßnahmen, z. B. Hallenerneuerung.

Technologiekonzept Grüner Bauhof

Zur Prüfung der technischen Machbarkeit der einzelnen Projektideen konfigurierte die EE ENERGY ENGINEERS GmbH für die HyStarter-Region individuelle Technologiekonzepte. Im Landkreis Eichstätt wurde hierzu die Idee des Grünen Bauhofs herangezogen. Abbildung 7 stellt das Technologiekonzept für die langfristige Ausbaustufe des Projektes Grüner Bauhof dar. Die Berechnungen sind noch keine Machbarkeitsstudie und beinhalten auch keine Informationen zu rechtlichen und finanziellen Aspekten. Die ermittelten Daten geben aber einen ersten Eindruck zur möglichen Dimensionierung der Anlagen.

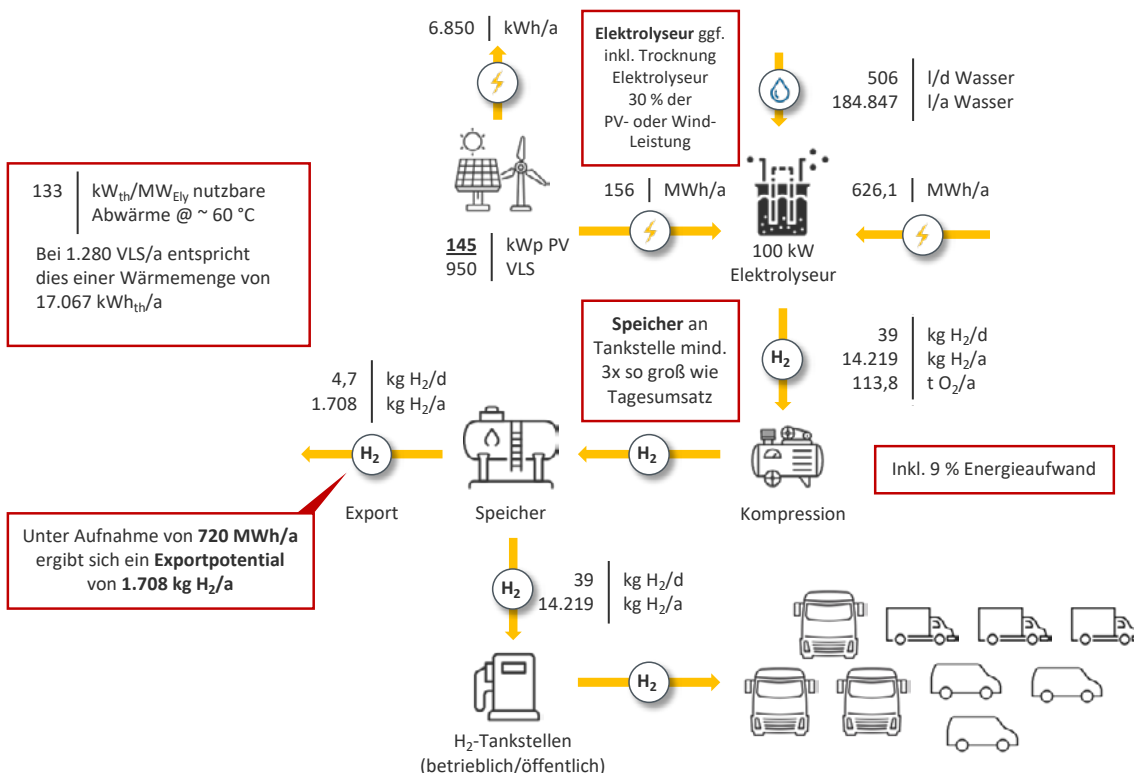


Abbildung 7: Technologiekonzept Grüner Bauhof. Langfristiges Potenzial mit Netzbezug © BMDV/EE ENERGY ENGINEERS GmbH

Einsatz von Wasserstoff in Mobilitätsanwendungen

Die Dekarbonisierung des Mobilitätssektors stellt eine der größten Herausforderungen für die kommenden Jahrzehnte dar. Neben dem motorisierten Individualverkehr fällt dabei dem Nutzfahrzeug-Sektor besonderes Gewicht zu. Es geht darum, klimafreundliche Konzepte für Nutzfahrzeuge aller Art, von Flurförderzeugen, kleineren und mittleren Transportern bis zu großen Sattelzugmaschinen und Bussen zu finden und in die Breite zu bringen. Im Rahmen der CVD sind für zwei Referenzzeiträume feste Quoten für die Beschaffung emissionsarmer bzw. -freier Fahrzeuge bei öffentlichen Auftragsvergaben vorgesehen.

Je nach Streckenlänge, Streckenprofil oder den spezifischen Anforderungen in Logistik, Bau, Landwirtschaft und ÖPNV, stellen batterieelektrische Fahrzeuge derzeit keine zufriedenstellende Lösung für alle Anwendungsfälle dar. Ist der batterieelektrische Antrieb hingegen ausreichend, sollte diese Antriebsart aufgrund des höheren Wirkungsgrades favorisiert werden.

Wasserstoffbetriebene Fahrzeuge, seien es Fahrzeuge mit Brennstoffzelle oder mit einem Wasserstoffverbrennungsmotor, haben gegenüber batterieelektrischen Fahrzeugen bestimmte Vorteile, u. a. hinsichtlich Reichweite, Nutzlast oder Dauer des Tankvorgangs. Während Müllsammelfahrzeuge, Lkw, Busse, Flurförderzeuge und Kehrmaschinen bereits am Markt verfügbar sind, ist die Auswahl an Sonderfahrzeugen mit spezialisierten Auf- sowie Anbauten noch sehr begrenzt und kann die Anforderungen der Nutzenden nur bedingt erfüllen.

Für die Logistik-Unternehmen aus der Region, aber auch für kommunale Einrichtungen mit Nutzfahrzeug-Flotten,

kleine und mittlere Unternehmen mit kleineren Transportern und Verkehrsunternehmen, könnten mit Wasserstoff betriebene Antriebe zukünftig eine Möglichkeit der Dekarbonisierung darstellen. Die Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff (vgl. Kap. Ausbau erneuerbare Energien und Wasserstofferzeugung) und eine gut ausgebaute und zuverlässige Tankinfrastruktur (vgl. Kap. Wasserstoff-tankstelle) stellen dafür eine Grundvoraussetzung dar.

Eine besondere Herausforderung haben Logistik-Dienstleister und Verkehrsunternehmen. Der Handlungsspielraum für die Umstellung der Antriebstechnologie ist dabei stark abhängig von der Mehrzahlungsbereitschaft der Kunden bzw. Aufgabenträger. Kurze Auftragszeiten bzw. die Ausgestaltung von Ausschreibungen stehen dabei langfristigen Investitionsvorhaben in neue Flotten entgegen. Förderprogramme reduzieren die Investitionsmehrkosten, aber eine weitere Herausforderung im Wettbewerb besteht darin, dass die Betriebskosten (anfangs) meist nicht mit fossilen Kraftstoffen konkurrieren können.

Der Einsatz von BZ-Bussen kann einen wertvollen Beitrag zur H_2 -Produktion leisten, weil planbar und kontinuierlich größere Mengen an H_2 abgenommen werden.

Im Pkw-Segment ist der Einsatz von Brennstoffzellen-Fahrzeugen ungewiss. Batterieelektrische Alternativen können insbesondere im Privatverkehr perspektivisch die meisten Bedürfnisse decken. In besonderen Anwendungsfällen mit hohen Laufleistungen pro Tag, bspw. im Taxi-Gewerbe, können Wasserstofffahrzeuge wiederum effiziente und wirtschaftliche Lösungen bieten.



Regionale Herausforderungen

- Im Landkreis gibt es bisher keine Wasserstofftankstelle. Ein wirtschaftlich nachhaltiger Einsatz von Wasserstofffahrzeugen ist mit größeren Aufwänden für die Betankung der Fahrzeuge nicht zu realisieren. Idealerweise gibt es ein flächendeckendes öffentliches Tankstellen-Netz, alternativ werden HRS direkt auf oder in der Nähe der Betriebsgelände der Anwender errichtet.
- Zwar sind die ersten H₂-Lkw-Modelle bereits am Markt erhältlich, grundsätzlich stellt die Verfügbarkeit von Fahrzeugen noch eine große Hemmschwelle dar. Dies gilt insbesondere für Sonder- und Nutzfahrzeuge mit speziellen Anforderungen.
- Die Finanzierung der Fahrzeuge stellt eine große Hürde dar. Die Mehrkosten für H₂-betriebene Fahrzeuge gegenüber konventionellen Fahrzeugen sind derzeit noch sehr hoch. Vorhandene Förderprogramme helfen nur bedingt dabei, die (Mehr-)Kosten zu finanzieren.
- Die Unternehmen sehen sich mit einer Unsicherheit bzgl. der zu erwartenden Kraftstoffkosten konfrontiert.
- Eine Mehrzahlungsbereitschaft für Logistik-Dienstleistungen mit sauberen Antrieben ist (noch) nicht gegeben. Kunden von Logistik-Dienstleistern definieren noch keinen Anspruch an saubere Antriebe in ihren Aufträgen.
- Die CVD stellt hohe Anforderungen an die ÖPNV-Betreiber, sodass perspektivisch in alternative Antriebe investiert werden muss.
- Insbesondere für den Einsatz von Sonderfahrzeugen sollten Firmen angesprochen werden, die sich auf die Umrüstung von Fahrzeugen mit neuen Antriebssträngen spezialisiert haben. Auch gilt es neben der Brennstoffzelle den Wasserstoffverbrennungsmotor zu berücksichtigen, der insbesondere bei landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugen eine mögliche Alternative zu batterieelektrischen und konventionellen Fahrzeugen darstellt.
- Definierte Anteile an sauberen Antrieben für die Logistik-Flotten und eine entsprechende Mehrzahlungsbereitschaft sollte von Unternehmen in Dienstleistungsaufträgen gefordert werden.
- Perspektivisch soll geprüft werden, ob und wie BZ-Busse (neben weiteren alternativen Antrieben) einen Beitrag zur Dekarbonisierung des ÖPNV im Landkreis Eichstätt beitragen können und im Rahmen der nächsten Vergaben berücksichtigt werden sollen.

Externer Unterstützungsbedarf

Lösungsansätze

- Die individuelle Investition in eigene Tankinfrastrukturen kann einzelne Betriebe vor große Herausforderungen stellen, weswegen nach Standorten gesucht werden muss, von denen möglichst viele Akteurinnen und Akteure mit Kraftstoff-Bedarf profitieren könnten. Verkehrsknotenpunkte oder Gewerbegebiete bieten sich als Standort für HRS an. Gebündelte Abnahmemengen ermöglichen eine höhere Auslastung und erhöhen die Chance der Umsetzung.
- Mobile Tankstellen könnten für eine Übergangszeit oder im Rahmen eines Demonstrations-Projektes eingesetzt werden.
- Das Fahrzeug-Leasing ermöglicht eine Umsetzung zu überschaubaren Kosten und Aufwänden.
- Um die Entscheidung für oder gegen den Einsatz von Brennstoffzellen-Fahrzeugen zu erleichtern, ist die Durchführung von Machbarkeitsstudien bzw. die intensive Prüfung möglicher Optionen und Förderprogramme hilfreich. Vor allem bei Nutzfahrzeugen sind Aspekte wie Topografie, Streckenprofile und Einsatzzeiten entscheidende Faktoren, die es vorab zu untersuchen gilt. Der begleitende Aufbau eines Tankstellennetzes muss auch politisch gewollt sein und unterstützt werden.
- Darüber hinaus braucht es ein klares politisches und unternehmerisches Bekenntnis zum Einsatz von sauberen Fahrzeugen in der Logistik sowie in der Beauftragung von Logistik-Dienstleistungen durch die jeweiligen Kunden.
- Ohne Gewissheit über die langfristige Unterstützung des Markthochlaufs von Wasserstoffmobilität, bspw. durch die Befreiung von Maut³ oder steuerliche Begünstigungen⁴, besteht bei den Unternehmen keine Planungssicherheit, die essenziell für den Umstieg der Antriebstechnologien ist.

³ <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Strassenverkehr/lkw-maut.html>

⁴ <https://www.zoll.de/DE/Fachthemen/Steuern/Verkehrsteuern/Kraftfahrzeugsteuer/Steuerverguenstigungen/Elektrofahrzeuge/elektrofahrzeuge.html>

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Im Rahmen des Förderprogramms Klimaschonende Nutzfahrzeuge und Infrastruktur (KsNI) werden auch (betriebliche) Machbarkeitsstudien⁵ gefördert, die angestoßen werden sollten, auch wenn noch nicht zwingend die notwendigen Fahrzeuge am Markt verfügbar sind.
- Passende Fahrzeugangebote⁶ und Förderungen sind zu prüfen und zu beantragen (u. a. KsNI-Förderung)⁷.
- Durchführung eines Probebetriebs mit H₂-Lkw (evtl. 7,5/40 t) im Nahverkehr in 2024/2025.
- Idealerweise ab 2027 Regelbetrieb mit H₂-Lkw für die Volkswagen-Audi-Gebietsspedition (VAG). Voraussetzung ist, dass eine H₂-Tankstelle in maximal 20 km Entfernung vorhanden ist.

Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **Wasserstofftankstelle:** Eine oder mehrere Tankstellen sind die notwendige Voraussetzung, um Fahrzeuge mit Wasserstoff zu versorgen.
- **Biogasanlage Dollnstein:** Die in Dollnstein angestrebte H₂-Erzeugung benötigt (weitere) Abnehmer.
- **Ausbau von EE und Erzeugung von H₂:** Die Mobilitätsanwendungen müssen mit H₂ versorgt werden. Dazu sind Gespräche mit potenziellen Erzeugern zu führen.
- **Netzwerkarbeit und Sensibilisierung:** Im Rahmen des angestrebten H₂-Marktplatzes kann das Landratsamt regionale Erzeugerinnen und Erzeuger und Abnehmerinnen sowie Abnehmer von H₂ zusammenbringen.

5 https://www.bag.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Foerderprogramme/KsNI/2_Foerderung/KsNI_FAQ_Foerdergegenstand_MBS.html?nn=3688112

6 Übersicht Elektro-Lkw-Modelle: <https://www.my-e-roads.de/de-DE/export/fahrzeuge>

7 https://www.bag.bund.de/DE/Foerderprogramme/KlimaschutzundMobilitaet/KsNI/Ksni_node.html



Wasserstofftankstelle

Wasserstofftankstellen sind eine notwendige Voraussetzung, um Fahrzeuge mit Brennstoffzellen oder Wasserstoffverbrennungsmotoren einzusetzen. Im Landkreis Eichstätt gibt es aktuell noch keine Wasserstofftankstelle. Die nächsten öffentlich zugänglichen Tankstellen für 700 bar befinden sich in Ingolstadt, Regensburg, Nürnberg und Erlangen. Die nächsten öffentlichen Tankstellen für 350 bar sind in Erlangen, Passau und München, befinden sich momentan aber noch im Bau und stellen aufgrund der Entfernungen keine sinnvolle Lösung für potenzielle Nutzerinnen und Nutzer im Landkreis dar.

Je nach Fahrzeugart, bspw. Pkw oder Lkw, und Einsatzzweck sind einige Aspekte bei der generellen Dimensionierung, bestimmten Komponenten und mit Blick auf betriebliche Belange auch der zeitliche Aufwand für die Anfahrt zu berücksichtigen. Aufgrund der großen geographischen Ausdehnung des Landkreises und der Verteilung von potenziellen Anwendern über den gesamten Landkreis sind ggfs. mehrere öffentliche Tankstellen zu errichten. Durch den Landkreis Eichstätt verläuft mit der Bundesautobahn 9 eine bedeutende Fernverbindung des Straßenverkehrs für Lkw und Pkw. Deshalb ist zu prüfen, wie die Durchgangsverkehre als zusätzliche Abnehmer eingebunden werden können.

Regionale Herausforderungen

- Ohne konkrete Abnehmer wird keine HRS gebaut werden: Viele Betreiber von HRS, aber auch die gängigen Förderprogramme, erwarten zur Entscheidungsfindung eine gesicherte Wasserstoffabnahme.
- Mehrere Gestaltungsoptionen erschweren die generelle Konzeptionierung: 350 bar und/oder 700 bar, öffentlich auch für den Durchgangsverkehr oder eine betriebsinterne Lösung auf den Betriebshöfen von ÖPNV-Betreibern oder Logistikunternehmen. Bei einer öffentlichen Tankstelle muss sich am Betreibermodell der Anbieter orientiert werden, wodurch ggf. Abhängigkeiten u. a. beim Wasserstoffbezug gegeben sind.
- Technische Herausforderung im Betrieb und der zuführenden Logistik, da noch kein flächendeckendes System, u. a. technische Servicedienstleistung, vorhanden ist. Entsprechende Flächen für die Komponenten müssen ermittelt werden und möglichst regionaler Wasserstoff für die Betankung erzeugt werden.
- Die Dauer der Umsetzung muss mit der Beschaffung der Fahrzeuge abgestimmt werden.

Lösungsansätze

- Es muss eine Analyse des Nachfragepotenzials (konstante Abnehmer) und Kontaktaufnahme mit einem potenziellen Tankstellenbetreiber erfolgen.
- LOI (letter of intent) von Abnehmern sollten als Entscheidungsgrundlage für den Standort, die Dimensionierung und die Druckstufe(n) eingeholt werden.
- Eine gemeinsame Planung von Tankstellenaufbau, Mobilitätsanwendungen mit Wasserstoff und regionaler Erzeugung von grünem Wasserstoff zählt auf eine möglichst hohe Wertschöpfung in der Region ein.
- Die notwendigen Planungen sind frühzeitig in die Wege zu leiten, um rechtzeitig auf die kurzen Fristen der Förderprogramme reagieren zu können.
- Es sollen möglichst Betreiber gewählt werden, die regionalen Wasserstoff einbeziehen oder auch selbst vor Ort Strukturen zur Erzeugung aufbauen möchten.



Externer Unterstützungsbedarf

- Für den Aufbau einer Wasserstofftankstelle sind Förderungen notwendig, insbesondere dann, wenn eine Onsite-Elektrolyse angestrebt wird. Entsprechende Förderprogramme müssen geprüft werden.
- Sofern keine Onsite-Elektrolyse angestrebt wird, aber auch aus Gründen der Redundanz, ist eine zuverlässige Belieferung mit grünem Wasserstoff notwendig.
- Außerdem ist eine Machbarkeitsstudie bzw. Untersuchung zur Dimensionierung der Tankstelle durchzuführen.
- Des Weiteren muss in den Genehmigungsbehörden das notwendige Fachwissen aufgebaut werden.

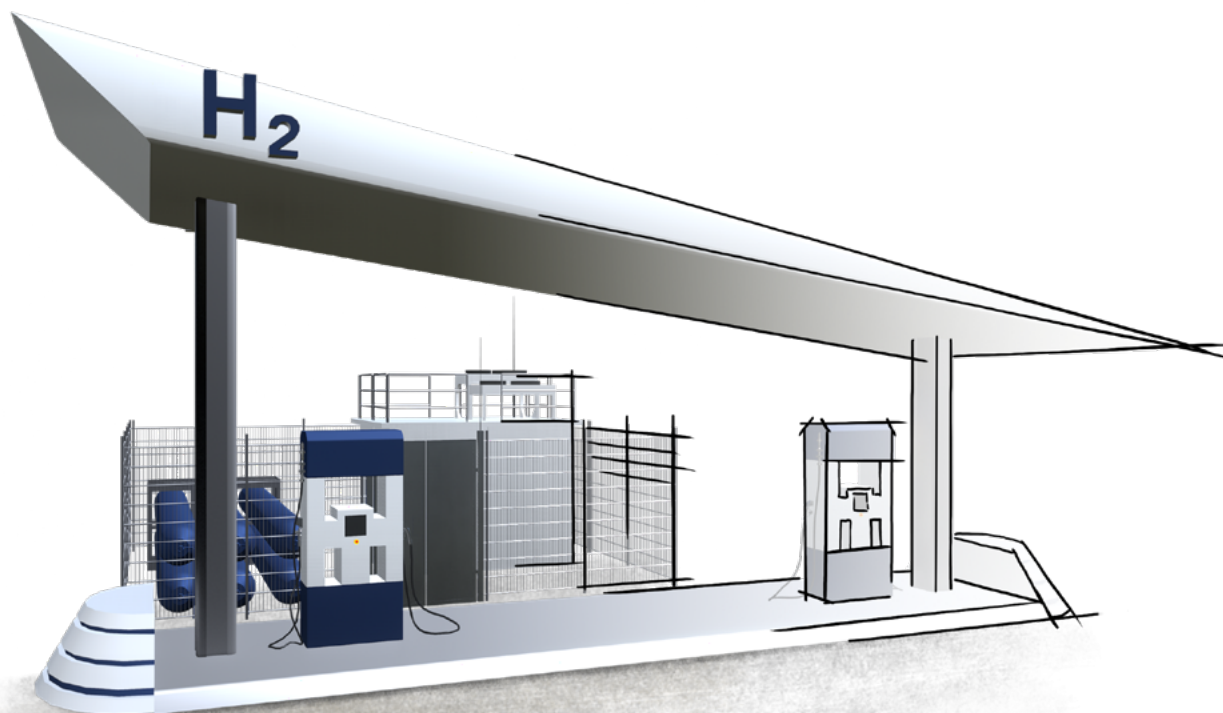
Technologiekonzept & Umsetzungsstrategie

Um den Standort einer HRS zu wählen, muss die Nachfrage an diesem Ort durch verschiedene Abnehmer gesichert sein. Daran orientiert muss der genaue Flächenbedarf ermittelt werden sowie Baugenehmigungen und Sicherheitsabstände geprüft werden. Das Grundstück muss ausreichend große Zufahrten für die jeweiligen Fahrzeugklassen aufweisen. Ein weiterer Punkt ist die Wasserstoffverfügbarkeit und die Abwägung der Bezugsquelle (Onsite-Produktion, Nähe zu Produktionsstand-

orten, Redundanz der Anlieferung). Je nach Bezugsquelle und Qualität (Reinheitsgrad) des Wasserstoffs ist ggf. eine Aufbereitung notwendig, bevor er Brennstoffzellen zugeführt werden kann (vgl. Kapitel Ausbau erneuerbarer Energien und Wasserstofferzeugung). Ob die Aufbereitung des Wasserstoffs am Ort der Produktion oder des Verbrauchs erfolgt, ist mit Blick auf die allgemeinen Anforderungen zu ermitteln. Wird nur ein kleiner Anteil der Nutzung in Brennstoffzellen zugeführt, empfiehlt sich eine Aufbereitung des H_2 durch eine Trocknungsanlage am Ort des Verbrauchs bzw. der Tankstelle.

Im Landkreis Eichstätt bietet sich ggf. eine Zusammenarbeit der regionalen ÖPNV-Betreiber mit Logistikern an, um eine gemeinsame Tankstelle (350 bar) zu nutzen. Sollten BZ-Busse im ÖPNV eingesetzt werden, ist eine nahegelegene Tankstelle Voraussetzung, um Anfahrtswege und damit verbundene Arbeitsaufwände möglichst gering zu halten.

Es muss eine parallele Planung der beteiligten Akteure u. a. zu den folgenden Aspekten erfolgen: Beschaffungsfenster für ÖPNV-Unternehmen und ÖPNV-Ausschreibung, Beschaffungsfenster der Logistiker, die Lieferzeiten der Fahrzeuge und Genehmigung, Aufbau sowie Inbetriebnahme der Tankstelle.



Die Dimensionierung der Tankstelle erfolgt auf Basis angenommener Fahrzeug-Einsätze pro Jahr und Standort. Wasserstofftankstellen können nachträglich erweitert werden, sind jedoch nicht in allen Anlagenteilen modular ausbaufähig. Hochdruckspeichertanks (400/900 bar), Kompressoren sowie Kühlaggregate müssen ggf. ersetzt werden. Der Wasserstoffvorratsspeicher (200/300 bar) sowie die Zapfsäule (350/700 bar) können i. d. R. modular erweitert werden. Darüber hinaus müssen bei einer Vergrößerung gewisse Genehmigungsverfahren, u. a. die BImSchV, neu durchlaufen werden. HRS lassen sich grundsätzlich auch in Hallen (Fahrzeugdepots, Produktion, Lager) errichten, solange gewisse Sicherheitsanforderungen beachtet und zusätzliche Maßnahmen in Form von H₂-Sensoren und Entlüftungen ergriffen werden.

Die Wasserstofftankstelle ist dementsprechend zukunftsorientiert zu dimensionieren. Eine zukunftsfähige Wasserstofftankstelle im Landkreis Eichstätt sollte den Anstieg der Nachfrage berücksichtigen sowie mit einer 350 bar und einer 700 bar Druckstufe für u. a. Müllsammelfahrzeuge, leichte Nutzfahrzeuge und Pkw ausgestattet werden, um die potenzielle Nachfrage von Dritten (bspw. Privatpersonen, Müllentsorgungsunternehmen, Taxi- und betrieblich genutzte Flotten) bedienen zu können. Es wird darüber hinaus angestrebt auch bestehende Tankstellenbetreiber in die Überlegungen für zukünftige Wasserstofftankstellen einzubeziehen.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- In einem ersten Schritt sind die Wasserstoffbedarfsmengen abzuschätzen und von potenziellen Abnehmern LOIs einzuholen (v. a. ÖPNV, Lkw, Nutz- und Sonderfahrzeuge).
- Weitere mögliche Wasserstoffanwenderinnen und -anwender in der Region sind zu ermitteln und anzusprechen.
- Gespräche mit Herstellern und Betreibern von HRS sowie weiteren Stakeholdern, u. a. H2.B (Zentrum Wasserstoff.Bayern), Bayern Innovativ auf Landesebene zu Förderprogrammen, müssen geführt werden.
- Die Ermittlung von idealen Standorten und die Prüfung genehmigungsrechtlicher Voraussetzungen müssen erfolgen.
- Mit Wasserstoffherzeugern aus der Region ist zu sprechen.
- Eine Machbarkeitsstudie zum Tankstellenaufbau muss in Auftrag gegeben werden.
- Prüfung von Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten (u. a. BMDV: NIP für öffentliche Tankstellen⁸, KsNI für Tankstellen und Machbarkeitsstudien beim Einsatz klimafreundlicher Nutzfahrzeuge⁹).
- Die Wirtschaftsförderung des Landkreises Eichstätt prüft mögliche Kooperationen mit den Aktivitäten der Stadt Ingolstadt.
- Mit Hilfe des etablierten H₂-Netzwerks als „Kontaktbörse“ sollen mögliche Kooperationen (gemeinsame Nutzung betrieblicher Tankstellen, Einholen von LOIs, Einbindung regionaler Produzentinnen und Produzenten) identifiziert werden (Landratsamt).
- Der Aufbau und die Eröffnung öffentlicher Tankstellen sollen durch sichtbare Öffentlichkeitsarbeit begleitet werden, um die Bevölkerung für das Themengebiet zu sensibilisieren (Landratsamt).
- Zufahrtsmöglichkeit der jeweiligen Fahrzeugklassen, u. a. Schleppkurven, und ggf. öffentlicher Zugang sind zu prüfen.

Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **H₂-Mobilität:** Eine Wasserstofftankstelle ist die notwendige Voraussetzung, um H₂-Flotten mit Wasserstoff zu versorgen.
- **Netzwerkarbeit und Sensibilisierung:** Prüfen, ob über die Grenzen des Landkreises hinaus Synergien bei der Errichtung und Nutzung einer Wasserstofftankstelle gehoben werden können.
- **Grüner Bauhof:** Auf dem Grünen Bauhof soll eine betriebliche H₂-Tankstelle installiert werden.
- **Biogasanlage Dollnstein:** An der Biogasanlage in Dollnstein soll eine betriebliche H₂-Tankstelle installiert werden.

8 <https://www.bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/foerderung-oeffentliche-wasserstofftankstellen-nutzfahrzeuge.html>
 9 <https://www.klimafreundliche-nutzfahrzeuge.de/wp-content/uploads/2021/08/Foerderrichtlinie.pdf>

Biogasanlage Dollnstein

Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurde an einer Biogasanlage in Dollnstein die H_2 -Erzeugung aus Biogas erfolgreich getestet, die nun dauerhaft und mit größeren Kapazitäten weitergeführt werden soll. Außerdem werden Optionen gesucht, um die Biogasanlage nach dem Ende der Förderung nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) wirtschaftlich(er) zu betreiben.

Im Rahmen eines EU-Projekts soll auf die erste Pilotanlage (bis zu 2 kg H_2 pro Tag) eine größere und modular erweiterbare Anlage mit einer Erzeugungskapazität von 400 kg Wasserstoff pro Tag (1. Ausbaustufe) folgen.

Eine Erweiterung auf eine Tagesproduktion von bis zu 1,2 t H_2 pro Tag wäre perspektivisch zwischen 2025 und 2027 möglich. Der limitierende Faktor ist das zur Verfügung stehende Biogas. An einer HRS vor Ort könnte der H_2 den anliegenden Betrieben bereitgestellt werden.

Für die nächsten Ausbauschritte sind genehmigungsrechtliche Anforderungen zu klären. Außerdem werden Abnehmerinnen und Abnehmer gesucht, was aufgrund der Verfügbarkeit und Finanzierung von Nutzfahrzeugen und notwendiger Tankinfrastruktur noch eine Herausforderung darstellt.

Regionale Herausforderungen

- Post-EEG-Optionen zum wirtschaftlichen Betrieb von Biogasanlagen finden.
- Anrechenbarkeit des H_2 (biogenen Ursprungs) auf die Treibhausgas-Quote ist ungewiss.
- Abnahme des H_2 sicherstellen.

Lösungsansätze

- Die Erzeugung von H_2 aus Biogas kann eine Post-EEG-Option darstellen.
- Ein sicherer rechtlicher Rahmen (EU/Bund) ist notwendig.

Externer Unterstützungsbedarf

- Unterstützung wird bei Genehmigungsverfahren für die Anlage und die geplante HRS benötigt.
- Die Verfügbarkeit von BZ-Lkw mit Kippmulde muss gegeben sein, um den Fuhrpark des Zementwerks als potenziellen Abnehmer zu etablieren.

Umsetzungsstrategie

Zeitnah sollen die Genehmigungen zur Errichtung der notwendigen Anlagen für Erzeugung und Betankung beantragt werden, um das erste Modul bis 2024/2025 in Betrieb zu nehmen und Praxiserfahrungen zu sammeln. Parallel findet eine Vernetzung mit potenziellen Abnehmerinnen und Abnehmern für den erzeugten H_2 statt. Absichtserklärungen zur Nutzung der HRS müssen eingeholt und die Dimensionierung der HRS auf die ermittelten Bedarfe ausgelegt werden. Der geplante Ausbau der

Erzeugungskapazitäten muss ebenfalls antizipiert werden. Außerdem ist ein Betreibermodell für die HRS zu entwickeln sowie die Finanzierung, ggfs. mit Förderprogrammen, sicherzustellen.

Die Fahrzeugbeschaffung inkl. Vorlaufzeiten muss mit dem Aufbau der HRS abgestimmt werden. Für einen zuverlässigen Betrieb der HRS sollte geprüft werden, wie eine gewisse Redundanz bei der Versorgung mit H_2 zu gewährleisten ist, um die Fahrzeuge bei Produktionsausfällen oder Wartungsarbeiten an den Erzeugungsanlagen weiterhin versorgen zu können.

Darüber hinaus sind die Belegschaft sowie die Nutzerinnen und Nutzer der HRS und der Fahrzeuge im Umgang mit Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zu schulen.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Austausch mit Herstellern, Umrüstern und weiteren Anbietern zur Beschaffung entsprechender Fahrzeuge.
- Akquise von Fördermitteln zur Errichtung einer HRS, bspw. Bayrisches Tankstellenförderprogramm.
- Austausch mit Betreibern von HRS oder Mineralölunternehmen zu möglichen Kooperationen.

Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

H_2 -Tankstelle: Eine HRS versorgt sowohl Fahrzeuge mit Brennstoffzelle als auch solche mit Wasserstoffverbrennungsmotor mit dem benötigten H_2 .

Dekarbonisierung der Ziegelproduktion

Energieintensive Industrieprozesse bergen ein großes Potenzial zur Dekarbonisierung der Energieverbräuche im Landkreis. Mit der Ernst Ziegelwerk GmbH & Co. KG in Eitensheim gibt es einen Betrieb in der Region, der vor der Herausforderung steht, die hohen Erdgasbedarfe langfristig substituieren zu müssen. In Ziegelwerken

wird primär in zwei Prozessschritten Energie (i. d. R. Erdgas) benötigt. Zum einen beim Brennen der Ziegel, zum anderen bei der Trocknung. Im Rahmen von HyStarter wurde untersucht, inwiefern Wasserstoff bei der Dekarbonisierung der Ziegelproduktion unterstützen kann.

Regionale Herausforderungen

- Verfügbarkeit großer Wasserstoffmengen.
- Verfügbarkeit von und Praxiserfahrungen mit den geeigneten H_2 -ready-Brennern.
- Auswirkungen der Verbrennung von H_2 auf die Produktqualität.
- Wirtschaftliche Umstellung von Erdgas- auf Wasserstoffverbrennung.

Lösungsansätze

- Wasserstoff kann anstelle von Erdgas zur Herstellung von Ziegeln verbrannt werden. Allerdings gilt es zu berücksichtigen, dass sich die Brenneigenschaften der beiden Gase unterscheiden und sich dadurch auf Anlagen, Produkte und Prozesse auswirken können.
- Austausch mit angewandter Forschung und Praxisprojekten zum Einsatz und ggfs. den Auswirkungen der Verbrennung von H_2 .

Externer Unterstützungsbedarf

- Machbarkeitsstudie zum direkten oder indirekten Einsatz von Wasserstoff in der Produktion von Ziegeln und ähnlichen Produkten.
- Austausch mit Best-Practice-Vorhaben zur Dekarbonisierung der Ziegelproduktion.
- Informationen der Hersteller einholen, wie viel Wasserstoff in den derzeitig eingesetzten Brennern zuge-mischt werden darf.

Technologiekonzept & Umsetzungsstrategie

Das Ziegelwerk Ernst benötigt jährlich eine große Menge an Erdgas, welche sich gleichmäßig auf zwei Prozessschritte verteilt. Dies ist zum einen die Trocknung der Ziegel bei 150 °C sowie das Brennen bei ca. 900 °C. Um den Prozesswärmebedarf im Werk vollständig mit Wasserstoff zu decken, sind ca. 550 t H_2 /a erforderlich, wofür 31 GWh_{el} Strom benötigt werden. Würde der Strom ausschließlich aus Windenergieanlagen bezogen werden, entspräche dies in etwa 8 Anlagen mit einer Leistung von jeweils 4 MW.¹⁰

Die Rückverstromung des Wasserstoffes zur Bereitstellung von Strom und Wärme wird nicht empfohlen. Derartige Kombi-Systeme erlangen ihren hohen Systemwirkungsgrad durch die Nutzung des Abwärmestromes der Brennstoffzelle in einer Micro-Gasturbine zur weiteren Stromerzeugung. Je nach Fahrweise kann ein kleiner Wärmestrom über Wasserdampf oder Heißwasser ausgekoppelt werden. Eine Auskopplung vor der Micro-Gasturbine wäre zwar theoretisch möglich, ist von den Herstellern jedoch bislang nicht vorgesehen. Der auskoppelbare Wärmestrom liegt laut Herstellerangaben unter dem geforderten Niveau des Ziegelwerkes. Darüber hinaus ist die Wasserstoffherstellung mittels Elektrolyse ein stromintensives Verfahren. Der Systemwirkungsgrad der Erzeugung und Rückverstromung ist im Vergleich zu Batteriespeichersystemen nur etwa halb so groß.

Für eine erste überschlägige Berechnung kann jedoch ein spezifischer Solarertragsfaktor von 1.100 kWh_{el}/kW_p angenommen werden. In Kombination mit einem 13,3 MW Elektrolyseur wäre demnach eine Photovoltaikleistung von 36 MW_p für die benötigte Wasserstoffmenge erforderlich. Eine entsprechende moderne PV-Freiflächenanlage würde ca. 0,4 km² umfassen.

10 Die Zahlen wurden im Rahmen des Technologiekonzeptes grob ermittelt und stellen keine belastbare Datengrundlage dar. Sie sind primär als grobe Größenordnung zu interpretieren.

Hierbei würde zudem eine Abwärmemenge von 4.142 GWh_{th}/a entstehen. Neben der Gebäudeenergieversorgung sollte die Möglichkeit der Luftvorwärmung für die Ziegeltrocknung geprüft werden.

Aufgrund der erforderlichen Erzeugungsleistung wird eine sukzessive Zumischung von Wasserstoff zum Erdgas empfohlen. Hierdurch ließe sich zunächst die Investition in neue Brennersysteme vermeiden. In der Regel ist eine Zumischung von bis zu 30 Vol.-% technisch unbedenklich. Dies entspricht einem jährlichen Wasserstoffbedarf von 63 t. Zur Gewährleistung der Funktionstüchtigkeit sollte dies jedoch in Absprache mit dem Hersteller der aktuellen Systeme erfolgen.

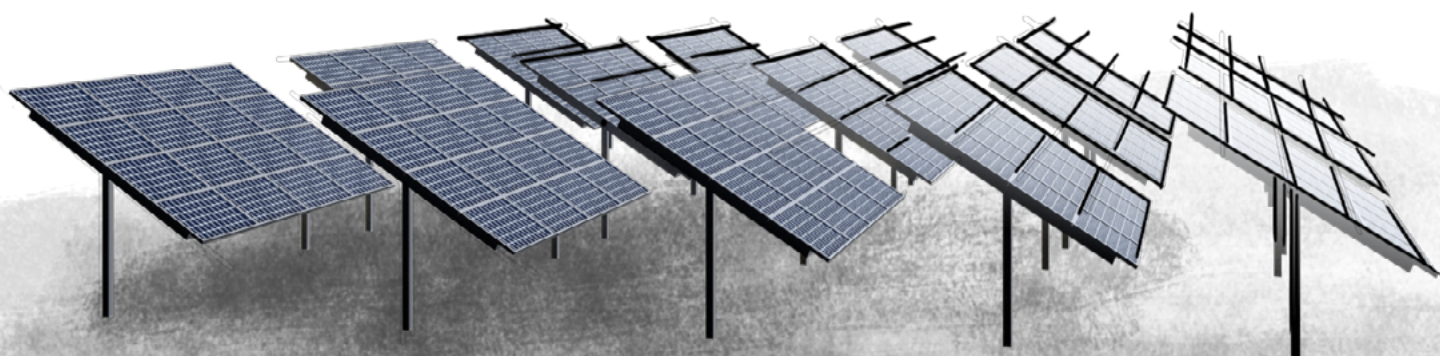
Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

In einem ersten Schritt muss ein Konzept geplant und entwickelt werden, das den Wasserstoffeinsatz in der Ziegelproduktion hinsichtlich der technischen Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit untersucht.

Wenn Wasserstoff vor Ort erzeugt werden soll, müssen entsprechende EE-Erzeugungskapazitäten geplant und errichtet werden. Eine Kombination von PV-Dachanlagen und -Freiflächenanlagen sowie Windkraft wäre denkbar. Bei positiver Einschätzung des Konzeptes und Klärung der Finanzierung, könnte langfristig eine Beimischung von H₂ in den derzeitigen Produktionsprozess angestrebt werden.

Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

Ausbau von EE und Erzeugung von H₂: Gemeinsame Investition in EE-Anlagen mit privaten und gewerblichen Akteuren im Gewerbegebiet.



Dekarbonisierung der traditionellen Weizenbierherstellung

Die Brauerei Gutmann ist eine inhabergeführte Spezialitäten-Brauerei mit Sitz in Titting, die ihre Energieversorgung sukzessive nachhaltig gestalten möchte. Aufgrund der Lage im ländlichen Bereich des Landkreises Eichstätt und fehlender Leitungsstrukturen zum Bezug von Erdgas, sind alternative Lösungen zur sicheren und nachhaltigen Energieversorgung zu ermitteln. Der sicheren und v. a. langfristig kalkulierbaren Versorgung mit Energie wird ein großer Stellenwert eingeräumt. Die Brauerei Gutmann tritt dem Energieeffizienznetzwerk (Initiative von Bayern Innovativ) bei und hat großes Interesse an der Unterstützung bei den für die Transformation notwendigen Schritten sowie an Fördermöglichkeiten, um die geplanten Maßnahmen zu realisieren.

Dazu wurde in Kooperation mit einem wissenschaftlichen Institut ein Transformationskonzept erarbeitet. In einem

ersten Schritt wurde der energetische Ist-Zustand erhoben und in einem zweiten Schritt wurden mögliche Pfade zur Dekarbonisierung entwickelt. Während die Erzeugung von nachhaltig erzeugtem Strom darstellbar ist, gehen mit der Substitution des Heizöls zur Erzeugung von Prozessdampf größere Herausforderungen einher. Es stehen mehrere Varianten zur Diskussion, eine davon zieht einen mit Wasserstoff befeuerten Dampfkessel in Betracht, eine weitere Option bildet perspektivisch der Einsatz eines H_2 -BHKWs.

Der benötigte Wasserstoff könnte mittels eigener EE-Anlagen selbst erzeugt werden, u. a. mit dem Überschussstrom. Die Flächen für eigene PV-Anlagen stehen zur Verfügung, während perspektivisch noch nach Möglichkeiten zum Bezug von Wind-Strom gesucht wird.

Regionale Herausforderungen

- Die Brauerei hat aufgrund der Lage keinen Anschluss an das Gasnetz.
- Bezug bzw. Produktion von Strom aus EE-Anlagen.
- Das zur Erzeugung von Prozessdampf eingesetzte Heizöl soll substituiert werden.
- Die Verfügbarkeit und der Reifegrad von Power-to-Heat-Anlagen (PtH) und H_2 -BHKWs ist noch ungewiss.

Lösungsansätze

- Die Etablierung einer eigenständigen Insellösung wird angestrebt. Dazu werden eigene PV-Anlagen (Planungen laufen, Flächen vorhanden) errichtet und die Kooperation mit (regionalen) Betreibern von Windparks oder die Errichtung eines eigenen Windparks angestrebt.
- Außerdem soll der Aufbau von Wissen durch Erfahrungsaustausch mit angewandten Forschungsinstituten und Best-Practice-Beispielen vorangetrieben werden.

Externer Unterstützungsbedarf

- Förderprogramme sind Voraussetzung für die notwendigen Investitionen.

- Auch ist ein weiterer Austausch und Wissensaufbau zur Verfügbarkeit und Praxisreife der geforderten Technologien, u. a. Power-to-Heat-Anlagen, H_2 -BHKW, notwendig.

Umsetzungsstrategie

Es wird angestrebt, dass die betriebseigene PV-Freiflächenanlage bis Mitte 2024 errichtet und an die Brauerei angeschlossen wird. Darauf aufbauend sollen bis Ende 2025 PtH-Anlagen und Batteriespeicher errichtet werden. Die Erzeugung von H_2 zur Speicherung von Überschüssen und zur späteren Erzeugung von Strom sowie Dampf wird für den Zeitraum 2027 – 2029 angestrebt.

Bis Mitte 2023 wird eine Machbarkeitsstudie für eine eigene Windenergieanlage durchgeführt, auf die im besten Fall die Errichtung einer entsprechenden Anlage bis 2030 folgt.

Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

Ausbau von EE und Erzeugung von H_2 : Ausbau eigener PV-Kapazitäten und ggfs. Einspeisung von Überschüssen. Kooperation mit Windparkbetreibern zum Bezug von Wind-Strom.

Substitution fossiler Energieträger in der Wärmeversorgung

Die Dekarbonisierung des Wärmemarktes durch den Einsatz von grünem Wasserstoff ist ein vielversprechender Ansatz zur Substitution fossiler Brennstoffe in der Gebäude-Beheizung.

Elektrische Wärmepumpen sind eine effiziente Lösung zur Erzeugung von Wärme und bei geeigneten Gebäuden zu priorisieren. In bestimmten Anwendungsfällen können H₂-Technologien wie stationäre BZ oder mit H₂ betriebene BHKW eine attraktive Alternative sein. Eine genaue, technikoffene Prüfung der örtlichen Gegebenheiten ist bei Wärmeverbünden immer notwendig, da es keine Pauschal-

lösungen gibt. Auch die Beimischung von grünem Wasserstoff in bestehende Wärmenetze kann durch die teilweise Substitution von Erdgas die Wärmeversorgung klimafreundlicher machen. Der Vorteil liegt darin, dass bereits vorhandene Infrastruktur zum Teil verwendet und zur Nutzung von H₂ befähigt werden kann (Gasnetze, H₂-ready BHKW).

Stationäre BZ und BHKW nutzen H₂ zur Erzeugung von Wärme und Strom. Insbesondere stationäre Brennstoffzellen haben den Vorteil, dass sie sehr effizient arbeiten und auch bei niedrigen Leistungen eine hohe Effizienz aufweisen.

Regionale Herausforderungen

- Es fehlt eine wirtschaftliche Bewertung von verschiedenen Lösungsvarianten bei der Dekarbonisierung der Wärmebereitstellung.
- Wenn H₂ zum Einsatz kommt, resultiert daraus ein stabiler Bedarf, der kontinuierlich zu bedienen ist.
- H₂-Erzeugungsstrukturen sind innerorts nicht zu realisieren. H₂ muss über vorhandene Gasnetze oder per Trailer zum Einsatzort transportiert werden.
- Es fallen hohe Investitionskosten für den Aufbau der energetischen Infrastruktur an.
- Bestehende Netze und Leitungen müssen geprüft und ggfs. ertüchtigt werden, um eine Beimischung von H₂ zu ermöglichen.
- Vorbehalte potenzieller Abnehmer gegenüber bisher unbekannten Technologien.
- Es herrscht Unsicherheit bei der Bevölkerung, welche Technologie langfristig wirtschaftlich effizient und zukunftsfähig ist.

Lösungsansätze

- Machbarkeitsstudien sollten projektspezifisch verschiedene Optionen der Dekarbonisierung vergleichen und die spezifischen Herausforderungen des Gebäudebestandes berücksichtigen.
- Kommunale Wärmeplanung auf den Ergebnissen des Wärmekatasters des ENP aufbauen bzw. weiterentwickeln.
- Hierbei könnten über die darin enthaltenen Simulationen zum Gebäudeenergiewert und Gesamtwärmeverbrauch sowohl die notwendigen Vorlauftemperaturen als auch der Jahresbedarf an H₂ geschätzt werden.

- Bei der Standortfindung von Elektrolyseuren im Landkreis sollte die sinnvolle Abwärmenutzung berücksichtigt werden. Denkbar ist die Integration in vorhandene Nahwärmenetze.
- Um die Anlagen zur Wärmebereitstellung kontinuierlich mit H₂ zu versorgen, sind ein Pipeline-Anschluss zu bevorzugen und Redundanzen einzuplanen.
- Proaktive Kommunikation zu möglichen Optionen einer nachhaltigen Wärmeversorgung, um die Bevölkerung mitzunehmen und Vorbehalte abzubauen.

Externer Unterstützungsbedarf

Ein Konzept wie die Erdgas-Substitution im Wärmenetz oder die Nutzung von H₂-betriebenen Brennstoffzellen und BHKW zur Wärmeversorgung von Häusern und Quartieren erfolgen kann, ist zu erarbeiten und von externen Expertinnen und Experten technisch und wirtschaftlich zu bewerten. Dazu werden kompetente Partner im Bereich der Planung und Realisierung von H₂-Anwendungen benötigt.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Vernetzung und Erfahrungsaustausch mit Referenzobjekten im Bereich der Wärmeerzeugung für Gebäude.
- Ideenentwicklung und erste Konzepte zum Einsatz von H₂ entwickeln. Prüfung von Förderprogrammen, bspw. Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)¹¹.
- Machbarkeitsstudie zum Einsatz von H₂ in der Wärmeversorgung beauftragen.
- Regionale Netzbetreiber prüfen die Eignung der örtlichen Infrastruktur zur Beimischung von H₂ in die Gasnetze.

Netzwerkarbeit und Sensibilisierung

Die HyStarter-Akteure möchten die Arbeiten des Netzwerks über HyStarter hinaus fortführen und verstetigen, um weiterhin die notwendigen Schritte zum Aufbau einer regionalen Wasserstoffwirtschaft zu gehen. Die Arbeit im Netzwerk soll auf folgende Ziele ausgerichtet sein:

- Regionale Austauschplattform zum Thema Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie für interessierte Akteure, bspw. Unternehmerinnen und Unternehmer, öffentliche Verwaltungen, regionale Interessenverbände usw.
- Unternehmen vernetzen, indem u. a. auch potenzielle Erzeugerinnen und Erzeuger sowie Abnehmerinnen und Abnehmer zusammengebracht werden.
- Fachlicher Austausch und Beratung bei der Initiierung und Umsetzung von Wasserstoffprojekten im Landkreis.
- Rechts-, Verwaltungs- und Verfahrenskennntnisse auch bei Dienstleistungsbüros aufbauen, um die Umsetzung zu beschleunigen.
- Synergien mit (über-)regionalen Netzwerken und Akteuren schaffen, bspw. mit HyExpert Ingolstadt, weiteren HyLand-Regionen und darüber hinaus.
- Informationsveranstaltungen durchführen und Öffentlichkeitsarbeit leisten, um Interesse zu wecken und Transparenz zu wahren sowie gesellschaftliche Akzeptanz zu fördern und aktive Beteiligung herzustellen.

Regionale Herausforderungen

- Fehlende Anlauf- und Koordinierungspunkte für Fragen und Aktivitäten rund um Wasserstoff im Landkreis.
- Schaffung und Wahrung von Akzeptanz in der Bevölkerung und den Unternehmen.
- Bündelung von regionalen Einzelaktivitäten und Schaffung von Möglichkeiten zum Austausch, um Wissen sowie Erfahrungen zu teilen.
- Sensibilisierung der kommunalpolitischen Akteure zur zentralen Rolle von verfügbaren Flächen für eine regionale Energiewende.
- Bisher unzureichende Vernetzungsmöglichkeiten von Flächeneigentümern, EE-Betreibern, Wasserstoffproduzenten und -verbrauchern.

Lösungsansätze

- Prüfung von möglichen Förderungen zur Etablierung einer koordinierenden Stelle, z. B. im Rahmen der Kommunalrichtlinie, Einrichtung einer Stelle in der Kommune oder Gründung eines Vereins und Finanzierung über Mitgliedsbeiträge.
- Proaktive Kommunikation zu geplanten Vorhaben.
- Schaffung bzw. Verstetigung eines Netzwerks, welches die verschiedenen Stakeholder einer regionalen Wasserstoffwirtschaft in Austausch und Kontakt bringt.

Umsetzungsstrategie

Kurzfristig soll der Schwung aus dem Strategieprozess von HyStarter genutzt werden, um ein konkretes Folge-Netzwerk zu verankern und mit Akteuren aus der erweiterten Region auszubauen. Eine fortlaufende Umfrage soll im Zeitraum 2023 bis 2025 dazu dienen, im Sinne einer Kontaktbörse Potenziale zu identifizieren und Technik-Cluster zu bilden. Vorhandenes und neues Personal soll für das Thema Wasserstoff sensibilisiert werden, um die Etablierung einer nachhaltigen Wasserstoffwirtschaft vorantreiben zu können.

Erfolgreich realisierte Projekte sollen öffentlichkeitswirksam vorgestellt werden und zur Nachahmung motivieren. Langfristig sollen alle Unternehmen, Kommunen und Eigenheimbesitzer geeignete Optionen zum Einsatz von H₂ kennen und schätzen lernen.



Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Die Kontaktbörse Wasserstoff wurde im Frühjahr 2023 durch das Landratsamt initiiert und erste Rückmeldungen aus dem Akteurskreis eingeholt.
- Das durch den HyStarter-Dialog geschaffene Netzwerk soll durch Folgetreffen erhalten bleiben.
- Die Wirtschaftsförderung des Landkreises Eichstätt steht in engem Austausch mit weiteren Gebietskörperschaften in der Region, bspw. Stadt Ingolstadt, und prüft Möglichkeiten zum Aufbau eines regionalen Wasserstoffnetzwerks.

Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **Ausbau von EE und Erzeugung von H₂:** Akzeptanz für den Ausbau EE und der H₂-Erzeugung schaffen.
- **H₂-Mobilität:** Erste Pilotvorhaben mit Wasserstoffanwendungen im Verkehr können als Schaufenster dienen und Berührungspunkte schaffen.



Abbildung 8: © Rebecca Färber-Engelhardt / Landkreis Eichstätt

Kooperationsangebote der Region und Wünsche an Politik und Industrie

Der Landkreis Eichstätt zeichnet sich durch die hohen Potenziale für den Ausbau von erneuerbaren Energien aus (vgl. Vision 2030). Als „Flächenlandkreis“ kann die Region perspektivisch Versorger mit grünem Wasserstoff aus erneuerbaren Energien werden. Neben der Elektrolyse werden auch weitere Erzeugungsformen verfolgt. Dies ist ein Beleg für die Technologieoffenheit im Landkreis. Der bunte Mix an Akteuren unterschiedlicher Branchen, die sich intensiv am Strategieprozess beteiligten, ist eine verlässliche und starke Basis für weitere Tätigkeiten. Parallel zur Erschließung von Erzeugungspotenzialen müssen in der Region Abnehmer identifiziert und aktiviert werden. Potenzielle Verbraucher sind im Landkreis mit den zahlreichen mittelständischen Betrieben vorhanden. Durch die Bündelung von Kompetenzen und Bedarfen können grüne Gewerbegebiete entstehen und der Austausch zwischen den Akteurinnen und Akteuren trägt hier in Form erster Projektansätze bereits Früchte. Eine notwendige Bedarfs-ermittlung wurde gegen Ende der HyStarter-Projektlaufzeit mit einer Umfrage initiiert. Der stetig wachsende Unternehmerkreis im Netzwerk bildet die starke Basis für eine konsistente Erhöhung der Wasserstoffaktivitäten im Landkreis.

Dank der Vielzahl an mittelständischen Industrieunternehmen verfügt der Landkreis über viel Erfahrung und Kompetenz bei der Entwicklung technischer Lösungen, die für die Umsetzung der Energiewende essenziell werden. Ein großer Innovationsgeist und hohe Flexibilität zeigen sich bereits in der Entwicklung von eigenen Lösungen zur Stromspeicherung und Versorgung des Mobilitätssektors.

Vernetzung und Austausch zwischen den Akteurinnen und Akteuren ist eine Grundvoraussetzung für die erfolgreiche Etablierung der Wasserstoffwirtschaft. Durch HyStarter wurde dieser Prozess im Landkreis angestoßen. Dennoch sind weiterer Austausch und eine überregionale Vernetzung sinnvoll, wenn im Landkreis Eichstätt Wasserstoff-Projekte vorangebracht werden sollen und die Region im größeren Rahmen als Wasserstoffregion wahrgenommen werden möchte.

Die regionalen Genehmigungsbehörden benötigen klare Leitlinien und Unterstützung. Für eine grundsätzliche Planungsfähigkeit braucht es verbindliche politische Rahmenbedingungen, die es den Akteurinnen und Akteuren ermöglichen, langfristige Investitionen zu tätigen. Klar ist, dass auch Projekte langfristig von Fördermitteln abhängig sein werden. Eine Notwendigkeit wird nicht nur in der Förderung von Investitionen, sondern auch in der Förderung von Betriebskosten gesehen, um Wirtschaftlichkeitslücken im laufenden Betrieb schließen zu können. Projektvorhaben dürfen nicht an komplizierten Genehmigungsverfahren scheitern.

Die Akteurinnen und Akteure plädieren dafür, dass sich auf Bundes- oder Landesebene verstärkt dem Thema angenommen wird, um neue Technologien praxisorientiert zu untersuchen. In Einrichtungen wie bspw. den Reallaboren, können auch längerfristige Vorhaben durchgeführt werden, die bspw. belastbare Aussagen zu Wartungskosten treffen können. Damit würde regionalen Akteuren eine gewisse technische Planungssicherheit zur Verfügung gestellt werden.

Auf Landesebene ist den Akteuren eine zentrale Anlauf- und Beratungsstelle für laufende Förderprogramme und Regulationsthemen ebenso wichtig. Eine professionelle Beratung und Unterstützung beim Fördermittelmanagement trägt dazu bei, Innovationen in der Region auch umzusetzen.



Abbildung 9: © Rebecca Färber-Engelhardt / Landkreis Eichstätt

Eindrücke aus dem Strategieprozess



Abbildung 10: © Rebecca Färber-Engelhardt / Landkreis Eichstätt



Abbildung 11: © Rebecca Färber-Engelhardt / Landkreis Eichstätt



Abbildung 12: © Rebecca Färber-Engelhardt / Landkreis Eichstätt



Abbildung 13: © Rebecca Färber-Engelhardt / Landkreis Eichstätt

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

Aktuelle Förderprogramme



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

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

Gesetze und Regulatorik



- Gesetzeslandkarte zu nationalen Gesetzen und Verordnungen

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

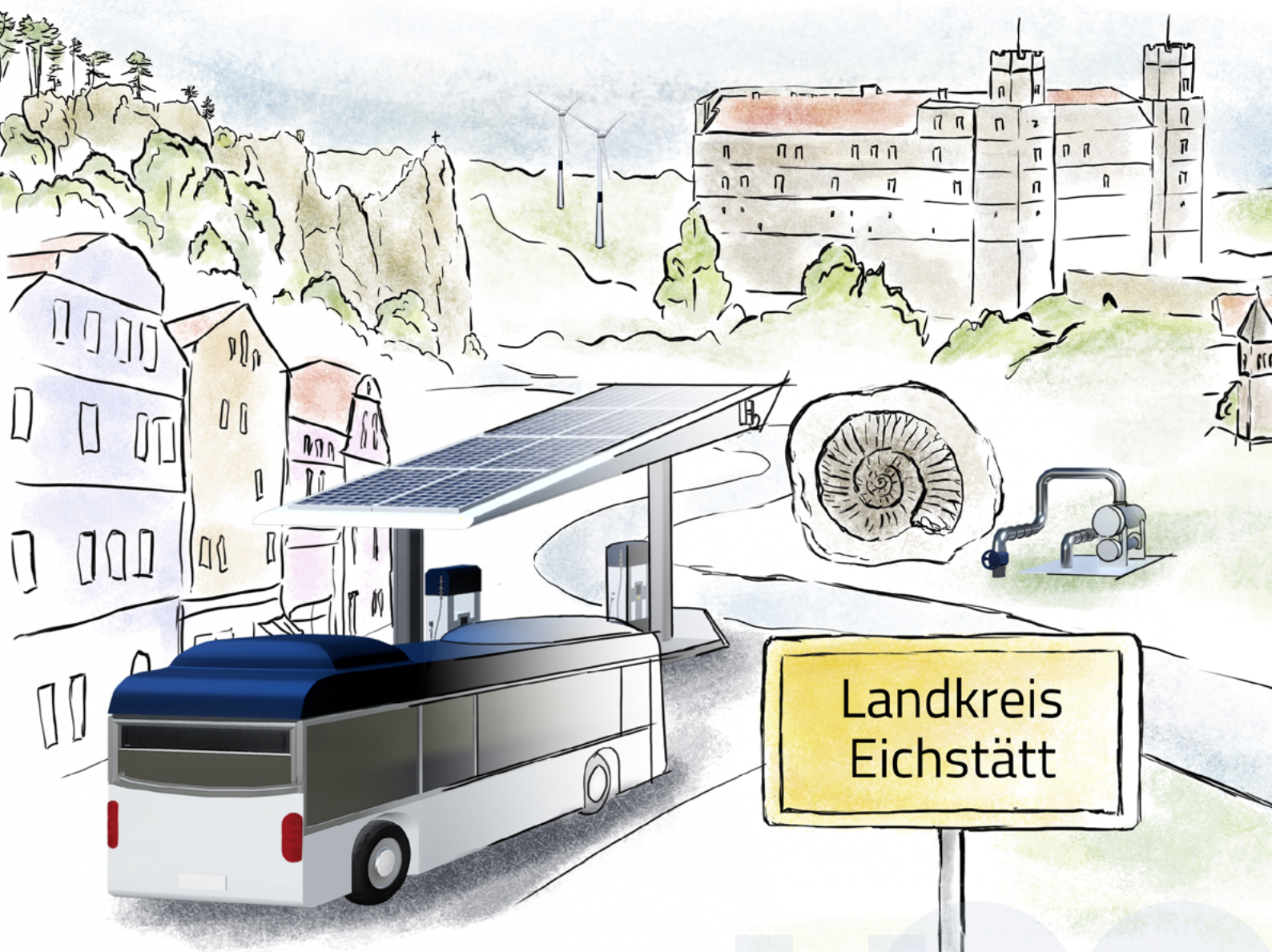
Wasserstoffanwendungen



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

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

AEL	Alkalischer Elektrolyseur
BHKW	Blockheizkraftwerk
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BZ	Brennstoffzelle
CO₂	Kohlenstoffdioxid
CVD	Clean Vehicles Directive
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
ENP	Energienutzungsplan Eichstätt
GWh	Gigawattstunde
H₂	Wasserstoff
H2.B	Zentrum Wasserstoff.Bayern
HRS	Hydrogen Refueling Station (Wasserstofftankstelle)
KsNI	Förderprogramm für Klimaschonende Nutzfahrzeuge und Infrastruktur
kW	Kilowatt
kW_{th}	Kilowatt thermisch
LOI	Letter of Intent – Absichtserklärung (unverbindlich)
MaStR	Marktstammdatenregister
MW	Megawatt
MW_p	Megawatt peak – Bezeichnung für die maximale Leistung, insb. bei PV-Anlagen
NIP	Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
NOW	Nationale Organisation für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
O₂	Sauerstoff
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PEM	Polymer-Elektrolyt-Membran-Elektrolyseur
PtH	Power-to-Heat (Elektroenergie zu Wärme)
PTJ	Projekträger Jülich
PV	Photovoltaik
VAG	Volkswagen-Audi-Gebietsspedition
VLS	Volllaststunde



H2O