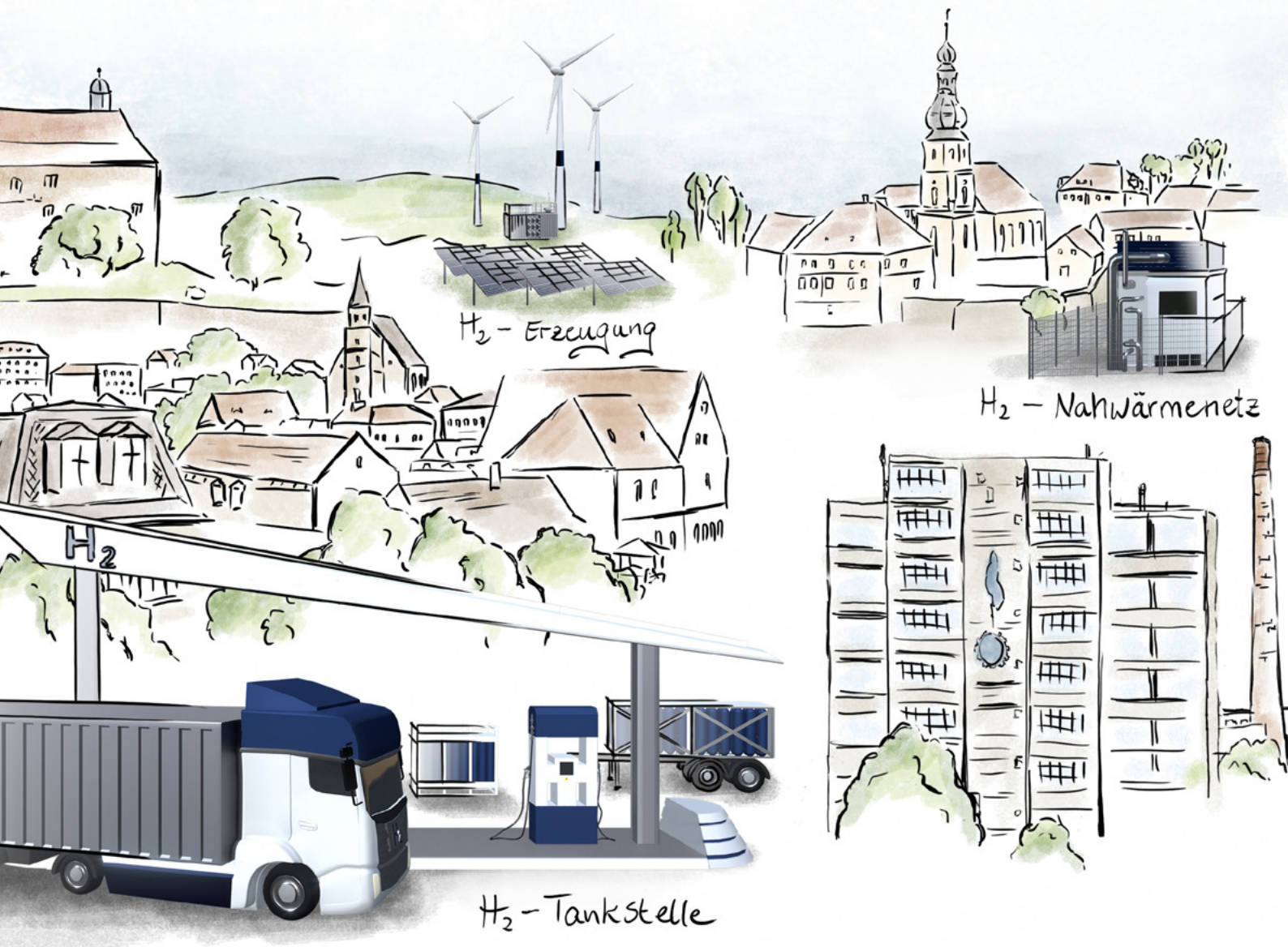


H₂

ERGEBNISBERICHT 2023
HYSTARTER-REGION
LANDKREIS KULMBACH



Gefördert durch:



Koordiniert durch:



Projekträger:



Vorwort	3
Zusammenfassung	4
Die HyStarter-Region Landkreis Kulmbach.....	5
H₂-Potentiale der Region Kulmbach.....	6
Vision 2030	10
Handlungsfelder und Umsetzungsstrategien	14
Übersicht.....	14
Aufbau einer Tankstelleninfrastruktur.....	16
Ausbau erneuerbarer Energien für die H ₂ -Erzeugung.....	18
Wasserstoffnetzausbau.....	20
Energieversorgung ländlicher Gemeinden.....	22
Wasserstoffanwendungen im Straßenverkehr.....	24
Wasserstoffanwendungen im Schienenverkehr.....	26
Qualifizierung von Berufskraftfahrerinnen und -fahrern an der Verkehrsakademie.....	28
Sensibilisierung und Qualifizierung in der Berufsschule.....	30
Klimacampus Kulmbach, HyEfficient!.....	32
Verstetigung der Netzwerkarbeit und H ₂ -Roadshow.....	34
Kooperationen & Wünsche	35
Anhang	38
Abkürzungsverzeichnis	39

IMPRESSUM

Herausgeber



Landkreis Kulmbach
Konrad-Adenauer-Str. 5
95326 Kulmbach

Projektleitung

Landkreis Kulmbach
Ingrid Flieger (Klimaschutzmanagement)
flieger.ingrid@landkreis-kulmbach.de
Institut für Energietechnik, OTH Amberg-Weiden
Raphael Stautner, raphael.stautner@ifeam.de

Verantwortlich für den Inhalt

Nils Werner und Patrick Steiger (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:





Liebe Wasserstoff-Akteure,
liebe Bürgerinnen und Bürger,

der Landkreis Kulmbach ist offiziell ausgezeichnete
Wasserstoffmodellregion HyStarter des Bundes.

Seit Januar 2022 erarbeiten wir mit Unternehmen,
Institutionen und wissenschaftlichen Einrichtungen unser
regionales Wasserstoffkonzept 2030.

Im Bereich der schweren Nutzfahrzeuge wird bei uns im
Landkreis ein entscheidender Einsatzbereich für Wasser-
stoff (H_2) und Brennstoffzellen (BZ) gesehen. Namhafte
Unternehmen betreiben Flotten schwerer Nutzfahrzeuge.
Als wesentlicher Standortfaktor wurde von allen Beteilig-
ten die Errichtung einer H_2 -Tankstelle für Lkw und Pkw
gesehen. Eine Förder-Projektskizze wurde im März 2022
bei Bayern Innovativ eingereicht und im 2. Anlauf im Okto-
ber 2022 hat nun das Bayerische Wirtschaftsministerium
unsere Projekt-Skizze für die H_2 -Tankstelle (Lkw + Pkw)
positiv bewertet, sodass wir Mitte des Jahres 2025 mit
der Realisierung einer H_2 -Tankstelle bei uns im Landkreis
Kulmbach rechnen dürfen.

Die frühzeitige Bildung und Qualifizierung von Fachkräften
nimmt einen wichtigen Stellenwert in unserer H_2 -Kon-
zeption ein. Mit auf das Bildungskonzept abgestimmten
Vortragsreihen soll der Versuch unternommen werden,
den Nachwuchs frühzeitig für das Thema Wasserstoff
zu sensibilisieren. Entscheidend ist, dass die konkreten
Anforderungen an Fachkräfte definiert und kontinuierlich
evaluiert werden.

Ein weiterer Schwerpunkt ist z. B. bei der Wärmever-
sorgung, die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern
zu reduzieren. Einige Akteure beschäftigen sich bereits
konkret mit einem Nahwärmenetz, welches mit Wasser-
stoff geplant wird.

Ebenfalls im Fokus steht die Erzeugung von grünem
Wasserstoff durch den weiteren Ausbau von erneuerbaren
Energien (EE) oder auch durch alternative Erzeugungsweg-
e. Der Ausbau des Wasserstoffnetzes wird auch
Bestandteil unseres regionalen H_2 -Konzeptes sein.

Zur Intensivierung der Öffentlichkeitsarbeit und zum Aus-
tausch mit überregionalen Wasserstoff-Akteuren fand im
September 2022 die 1. Wasserstoff-Roadshow in Kulm-
bach statt. Die Wasserstoff-Roadshow, unter Schirmherr-
schaft des Bayerischen Staatsministers für Wirtschaft und
Energie, Hubert Aiwanger, zeigte erfolgreich die Band-
breite der Leistungsfähigkeit ortsansässiger, aber auch
überregionaler Akteure auf.

Am 22. und 23. September 2023 ist eine 2. Auflage der
Veranstaltung in Planung. Viele Unternehmen aus ganz
Deutschland haben bereits ihr Interesse bekundet, nach
Kulmbach zu kommen. Unser Landkreis Kulmbach posi-
tioniert sich innovativ und zukunftsorientiert im Hand-
lungsbereich Wasserstoff. Mit Wasserstoff haben wir die
Chance, die Ziele der Energiewende zu erreichen.

Herzlichen Dank an alle unsere Akteure sowie an das
uns betreuende Konsortium, die uns stets tatkräftig
unterstützen.

Mit herzlichen Grüßen
Ihr

Klaus Peter Söllner

Landrat des Landkreises Kulmbach



Im Januar 2022 startete der HyStarter-Prozess im Landkreis Kulmbach mit dem ersten Strategiedialog im Onlineformat. Seitdem traf sich ein großer Teil der Wasserstoffaffinen Akteure aus der Region bei fünf weiteren Dialogen sowie der H₂-Roadshow im Spätsommer 2022, um gemeinsam an der Vision einer regionalen Wasserstoffwirtschaft zu arbeiten. Neben den Gesprächsrunden gab es viele fachliche Inputs von Unternehmen aus der Wasserstoffbranche, Vertreterinnen und Vertretern spannender Beispielprojekte und aus der Wissenschaft. Bereits kurz zuvor und während der Bewerbungsphase zur HyStarter-Region formierte sich in Kulmbach eine innovative Wasserstoff-Allianz bestehend aus über 40 Unternehmen sowie Organisationen. Hier zeigte sich die erfolgreiche Zusammenarbeit der Initiatoren der HyStarter-Modellregion, Rainer Herold (MSR-Innovations GmbH Kulmbach), Raphael Stautner (Institut für Energietechnik, Amberg) sowie Ingrid Flieger (Klimaschutzmanagement Landkreis Kulmbach) mit engagierten Personen aus der lokalen Wirtschaft. Die durchgehend praxisorientierte Arbeitsweise des gesamten Akteurskreises zeichnet seitdem die Region Kulmbach im positiven Sinne aus. Ganz konkret hat sich das in der erfolgreichen Einreichung einer Förderskizze zur Errichtung einer Wasserstofftankstelle im Gewerbegebiet Kulmbachs (siehe Seite 16) sowie dem Ausrichten einer H₂-Roadshow mit über 20 Ausstellern, fachlichen Inputs und Besuchern aus der gesamten Region Oberfranken widerspiegelt (siehe Seite 34). Diese pragmatische und umsetzungsorientierte Herangehensweise ist ein Alleinstellungsmerkmal Kulmbachs und folgt einer gemeinsam entwickelten Vision (siehe Seite 10). So fügt es sich gut ins Bild, dass auch in einer Gemeinde im Landkreis bereits öffentlichkeitswirksame Bürgerveranstaltungen für die Errichtung eines Nahwärmenetzes in Verbindung mit einer H₂-Erzeugungsanlage stattgefunden haben (siehe Seite 22). Darüber hinaus haben sich weitere spannende und ambitionierte Projektideen mit einem Schwerpunkt auf Mobilität und Netzwerkarbeit entwickelt. Dazu beigetragen haben neben der aktiven Mitarbeit in den Dialogen die Online-Teilnahme an diversen Fachaus-tauschen des HyLand-Programms sowie ein tieferehender Workshop rund um Fragen der Regulatorik und des

Genehmigungsrechts. Zugute kommt der Region außerdem die vorhandene Unterstützung aus der Lokal-, Landes- und Bundespolitik.

Eine Online-Umfrage unter Gewerbetreibenden hat das Interesse an Wasserstoff in der Region Kulmbach bestätigt. Von den insgesamt 20 Unternehmen können sich 18 eine Wasserstoffnutzung entweder als Kraftstoff, Brennstoff oder Energiespeicher für ihren Betrieb vorstellen. Während der Einsatz im Bereich der Mobilität auf viel Zustimmung stößt, aber maßgeblich mit der Bereitstellung der entsprechenden (Tank-)Infrastruktur zusammenhängt, ist Wasserstoff als Erdgas-Alternative in der Industrie noch von Unsicherheiten geprägt. Das hängt insbesondere auch damit zusammen, dass die Region Kulmbach vrs. erst sehr spät an das übergeordnete Wasserstoff-Leitungsnetz angeschlossen sein wird. Welche Forderungen und Wünsche sich daraus ergeben und warum Kulmbach trotz dieser Voraussetzung in bestimmten Aspekten als Kooperationspartner für andere Wasserstoff-Regionen in Frage kommt, ist im abschließenden Kapitel dieses Berichtes zusammengefasst (siehe Seite 35).

Der Landkreis Kulmbach hat sich mit der im September 2021 positiv beschiedenen HyStarter-Bewerbung als eine von 15 Wasserstoff-Regionen in Deutschland aus insgesamt 65 Bewerbungen durchgesetzt. HyStarter-Regionen sind Teil des „HyLand“-Programms, welches von der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW GmbH) und dem Projektträger Jülich (PtJ) begleitet wird und vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) beauftragt wurde. HyStarter verfolgt das Ziel, bei der Sensibilisierung für das Thema Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien sowie bei der initialen Organisation der Akteurslandschaft zu unterstützen. Der Landkreis Kulmbach und der durch sie aufgestellte Akteurskreis wurde dabei von der Nuts One GmbH sowohl inhaltlich als auch organisatorisch unterstützt. Weitere fachliche Expertise stellten die Konsortialpartner EE ENERGY ENGINEERS (Projektleitung HyStarter) und Spilett new technologies zur Verfügung.

Der Landkreis Kulmbach liegt in der Mitte des Regierungsbezirkes Oberfranken, hat ca. 71.500 Einwohnerinnen und Einwohner, besteht aus 22 Städten, Märkten und Gemeinden und erstreckt sich über eine Fläche von 656 km². Die Landkreise Wunsiedel, Bayreuth, Lichtenfels, Kronach und Hof grenzen unmittelbar an den Landkreis Kulmbach (siehe Abb. 1).

Das Landkreisgebiet Kulmbach liegt nordöstlich im Frankenwald, östlich im Fichtelgebirge, im Südwesten und Westen ragt der Landkreis in die Fränkische Schweiz und das Obermainische Hügelland. Die beiden Quellflüsse des Mains, der Weiße Main (etwa in der Mitte des Kreises) und der Rote Main (im Süden) sind die größten Flüsse im Landkreis. Diese vereinigen sich im Westen der Stadt Kulmbach zum Main.

Der Landkreis Kulmbach entwickelte bereits in den 90er Jahren Leitprojekte im Hinblick auf Nachhaltigkeit, Energieeinsparung, Ressourcenschonung und Klimaschutz. Die Voraussetzungen für eine zielorientierte Energie- und Klimapolitik unter Einbindung aller Akteure wurden

geschaffen. Unter der Federführung des Landkreises Kulmbach wurde in Kooperation mit allen Landkreisen Oberfrankens als zukunftsweisendes Projekt die Gründung der Energieagentur Oberfranken e.V. im Jahre 1998 initiiert, sowie 2011 in Kooperation mit der Energieregion Nürnberg e.V. die Energieagentur Nordbayern GmbH gegründet. Vor den Ereignissen in Fukushima, dem damit verbundenen Ausstieg aus der Atomenergie und dem unmittelbar darauffolgenden Beschluss für die Energiewende in Deutschland hat sich der Landkreis Kulmbach für ein integriertes Klimaschutzkonzept mit digitaler CO₂-Bilanzierung, Klimaschutzfahrplan, Maßnahmenkatalog und Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit entsprechend den Richtlinien des Bundes entschieden.

Die Aufgeschlossenheit und Handlungsbereitschaft der Kulmbacher Unternehmen gegenüber Wasserstoff ist groß. So konnte unter der Federführung des Landkreises Kulmbach schnell ein Akteurskreis bestehend aus über 25 Unternehmen zusammengestellt werden, der auch über den HyStarter-Prozess hinaus Bestand haben wird: AGO GmbH, Anlagenbau Neundorfer GmbH, ASK August Schneider GmbH & Co. KG, Autotechnik Hahn e.K., Azure H2, Bayernwerk AG, BDS Mehrwert GmbH Büro Oberfranken, BGU Großmaschinen GmbH & Co. KG, Bildungswerk Bayern, Bosch Thermotechnik / Buderus Kulmbach, Emons Spedition & Logistik, Energieagentur Nordbayern GmbH, Evangelische Kirche, Fahrzeugbau Schubert GmbH, Franken Maxit Azendorf, Frenzelit GmbH, Hartsteinwerke Schicker GmbH & Co. KG, Helfrich Ingenieure Projektierungsgesellschaft mbH, IB Steuerungs- und Automatisierungstechnik Trebgast, IHK für Oberfranken Bayreuth, Institut für Energietechnik / OTH Amberg-Weiden, Kulmbacher Brauerei, Maschinenring Kulmbach e.V., MSR-Innovations, Münch Energie, Raimund Transport und Baustoff GmbH, Raps GmbH & Co. KG, Riedel Kooling / Glen Dimplex Deutschland, SCHWENDER Energie- und Gebäudetechnik GmbH & Co. KG, Spedition Murrmann, Stadtbuss Kulmbach GmbH, Stadtwerke Kulmbach, Südwerk-Gruppe, Universität Bayreuth / Zentrum für Energietechnik, VA Verkehrsakademie Holding GmbH & Co. KG, W.E.T. Wasser.Energie. Technologie GmbH und weitere.



Abbildung 1: Der Landkreis Kulmbach (Quelle: Landkreis Kulmbach)

H₂-POTENTIALE DER REGION LANDKREIS KULMBACH

Szenarienmodellierung

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

Der Szenarienrechner greift bei der Optimierung auf drei Datenquellen zurück:

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

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

Basisszenario (Trend 2030)





Quellen für verwendete Parameter und Zeitreihen

- **Bestandsanlagen und Ausbaupotentiale für erneuerbare Energien im Jahr 2030:** Die vorhandenen Erzeugungsleistungen in 2030 wurden anhand der Bestandsanlagen aus dem Marktstammdatenregister (MaStR) Stand 2022 abgeschätzt. Dabei wurde eine Lebensdauer von 25 Jahren angenommen. Die Potentiale für Windenergie wurden anhand der Fläche der Region und unter Annahme einer 2%-igen Nutzung durch die EE ENERGY ENGINEERS abgeschätzt. Die Potentiale zur Photovoltaik entstammen dem Solarpotentialkataster Kulmbach (https://www.landkreis-kulmbach.de/fileadmin/user_upload/Umwelt-Wirtschaft-Verkehr/Klimaschutz/Solarpotenzialkataster/Solarpotenzialkataster_Zusammenfassung_LK_Kulmbach.pdf).
- **Erzeugungszeitreihen erneuerbare Energien im Jahr 2030:** Vereinfachend wurden hier die aktuellen Wind- und Solarprofile der Region nach renewables.ninja (www.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 %.
- **Gesamtnachfragen und sektorale Nachfragen Verkehr und Wärme:** Alle Angaben entstammen der Klimabilanz des Landkreises Kulmbach.
- **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)

	Energie-nachfrage	Deckungsanteil H ₂	H ₂ -Nachfrage	Mehrzahlungs-bereitschaft
Verkehrssektor	1.117 GWh/ Jahr	Pkw, Lkw und Kleintransporter (je 20%) Busse im ÖPNV (20%) Züge im SPNV (10%)	3.093 t/Jahr	Keine Mehrzahlungsbereitschaft (Dieselpreis: 1,80 €/l ohne CO ₂ -Preis)
Wärmesektor	1.087 GWh/ Jahr	Wohngebäude (5%) Bürogebäude (5%) Prozesswärme (10%)	2.086 t/Jahr	Keine Mehrzahlungsbereitschaft (Erdgaspreis: 80 €/MWh ohne CO ₂ -Preis)

Annahmen zur Energie- und H₂-Bereitstellung

Verfügbare EE-Kapazitäten	Weitere regionale Ressourcen	H ₂ -Produktionspfade
 Bestand (2030): 87 MW Ausbaupotential: 321 MW	 Klärschlämme: 2.357 t/a Kunststoffabfälle (PE/PP): 4.301 t/a Altreifen: 533 t/a Biogas: 120 Mio m ³ /a	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Wasserelektrolyse ✓ Reststoffthermolyse ✓ Methanplasmalyse ✓ Dampfgasreformierung
 Bestand (2030): 123 MW Ausbaupotential: 653 MW	 Wasser: unbegrenzt verfügbar	

Weitere Annahmen

H₂-Importe: möglich bis 1,35 t/h und < 20 % der Nachfrage • Stromimportkapazitäten: bis 20 MW • Stromexportkapazitäten: bis 200 MW • Transport- und Handlingkosten H₂: 0,36 €/kg H₂ (Pipeline) | 2,30 €/kg (Trailer, H₂-Tankstelle) • Erdgasimporte: keine • CO₂-Preis: 100 €/t CO₂

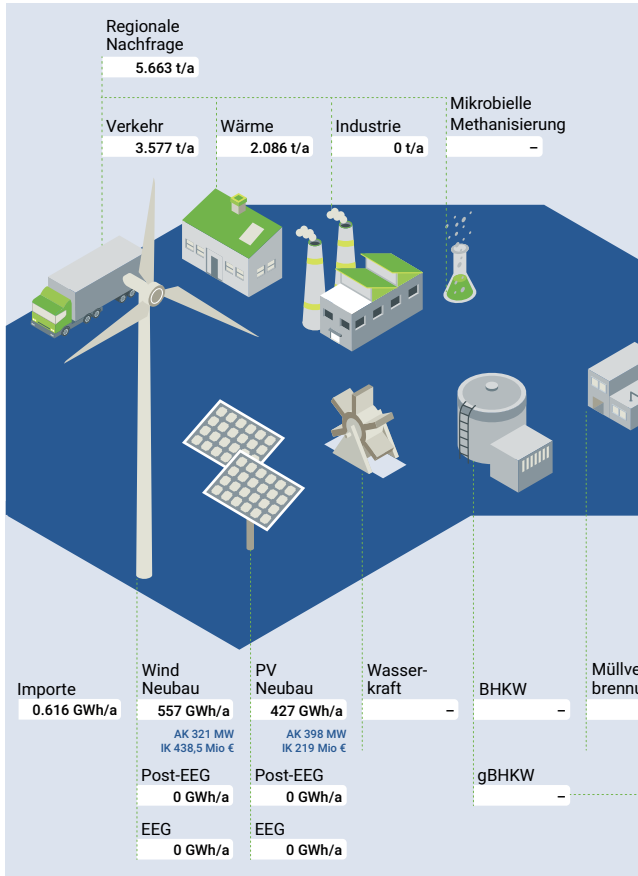
Alternativszenarien (Trend 2030)

Vom Basisszenario abweichende Annahmen

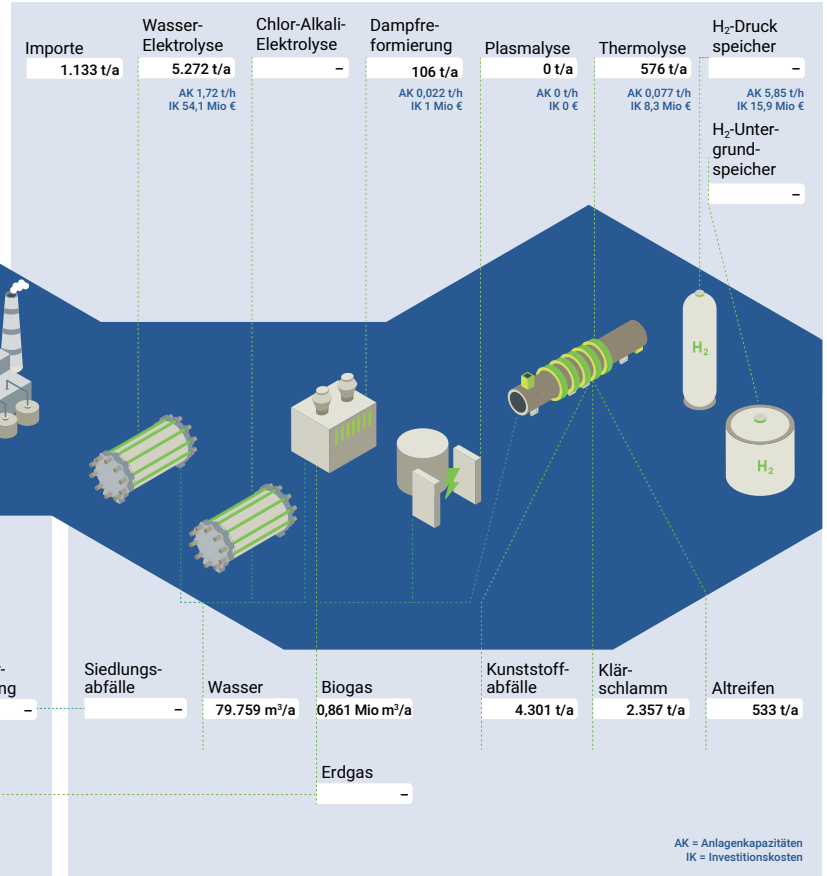
Szenario „ohne eigene EE-Anlagen“	Szenario „100% Autarkie“	Szenario „Worst Case“	Szenario „Weckruf“
Es wird angenommen, dass sich die Wind- und PV-Anlagen in „fremder“ Hand befinden und die Wasserstoffproduktion des Basisszenarios ausschließlich durch Strombezug von Dritten über das Netz realisiert wird.	In diesem Szenario erfolgt die Bereitstellung des Wasserstoffs zu 100 % aus regionaler Produktion unter Verwendung regionaler Ressourcen. Strom-, Wasserstoff- oder Erdgasimporte sind nicht vorgesehen, die regional verfügbaren Mengen Biogas stehen für eine Wasserstoffproduktion nicht zur Verfügung.	In diesem Szenario wird angenommen, dass der CO ₂ -Preis nicht wie prognostiziert auf 100 € steigt, sondern bei 30 €/t CO ₂ eingefroren wird. Abwärme und weitere Nebenprodukte der H ₂ -Erzeugungsanlagen finden keinen Absatz. Es existiert keine Mehrzahlungsbereitschaft und Wasserstoff kann nicht exportiert werden.	In diesem fiktiven Szenario wird die regionale Energienachfrage in allen Sektoren zu 50 % mit Wasserstoff aus regionalen Ressourcen gedeckt. Dazu wurden die Potentiale des Basisszenarios für die Strombereitstellung aus Windenergieanlagen und PV-Anlagen künstlich erhöht und Stromexportkapazitäten von 400 MW angenommen.

Jahresbilanzen des Basisszenarios Investitionskosten gesamt: 736.849.585 €

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}
710 GWh/a	43,2 GWh/a	0 t/a	1.363 t/a	-	-	29.424 t/a	0 t/a

Spezifischer Emissionsfaktor H ₂	Regionale H ₂ -Produktion
1,67 kg CO ₂ / kg H ₂	5.954 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 exportiertem „Überschusswasserstoffs“. (3) Negative Vermeidungskosten entstehen, wenn Wasserstoff günstiger bereitgestellt werden kann als die über die Sektoren gemittelte Zahlungsbereitschaft abzüglich der CO₂-Kosten für die Bereitstellung des Wasserstoffs.

Basis- und Alternativszenarien im Vergleich Ergebnisse

Szenarien	H ₂ -Nachfrage	Autarkiegrad ¹	H ₂ -Bereitstellungs-kosten	Zahlungs-bereitschaft H ₂ ²	Gewinn vor Steuern
Basisszenario	5.663 t/a	80%	2,56 €/kg	6,96 €/kg	30,96 Mio €/a
Worst Case	5.663 t/a	79,6%	2,94 €/kg	6,89 €/kg	22,34 Mio €/a
100% Autarkie	5.663 t/a	100%	3,10 €/kg	6,84 €/kg	27,19 Mio €/a
Ohne eigene EE-Anlagen	5.663 t/a	72,4%	5,62 €/kg	7,84 €/kg	12,58 Mio €/a
Weckruf	25.324 t/a	100%	4,53 €/kg	5,65 €/kg	30,00 Mio €/a

Zusammensetzung der regionalen H₂-Gestehungskosten Summe: 4,60 €/kg

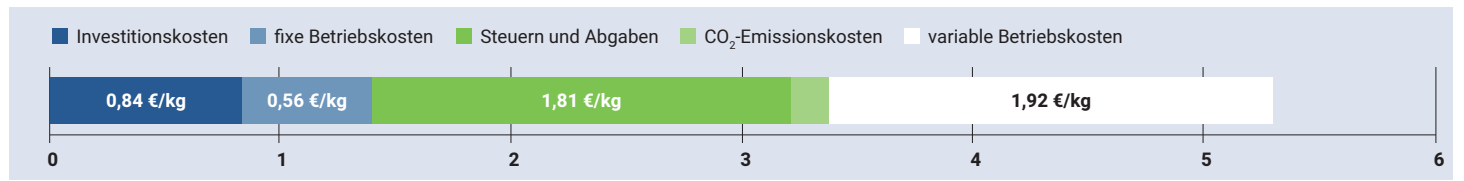


Abbildung 3: © H2Scout.eu/Spilett

Zusammensetzung der Umsätze Summe: 125.877.906 €/a

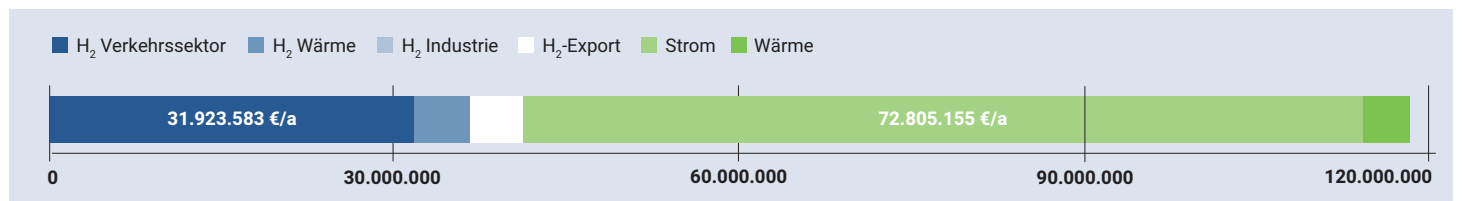


Abbildung 4: © H2Scout.eu/Spilett

Leistungskennzahlen des Systems (KPI)

5.663 t/a H ₂ -Nachfrage ergibt sich aus den definierten H ₂ -Bedarfen der Region	2,56 €/kg H ₂ -Bereitstellungskosten Break-Even-Preis, der im Mittel vom Kunden gezahlt werden muss, um einen Gewinn zu erzielen	30.955.051 €/a Gewinn vor Steuern Maximaler Gewinn vor Steuern im Fall, dass die durchschnittliche Zahlungsbereitschaft als Preis realisiert wird	67.136 t/a Vermiedene CO ₂ -Emissionen Vermiedene Gesamtemissionen zuzüglich der bei der Wasserstoffproduktion entstehenden CO ₂ -Emissionen	14.453.140 €/a Vermiedene externe Kosten Vermiedene gesellschaftliche Kosten des Klimawandels und der Stickoxidemissionen des Verkehrssektors
80% Autarkiegrad Regionaler Anteil der zur Wasserstoffproduktion verwendeten Primärenergie	6,96 €/kg Zahlungsbereitschaft H ₂ Durchschnittliche Zahlungsbereitschaft über alle Nachfragesektoren	6,9% Kapitalrendite bei einer angenommenen Systemlaufzeit von 20 Jahren	-331,43 €/t³ CO ₂ -Vermeidungskosten Die CO ₂ -Vermeidungskosten enthalten als Differenz zwischen Bereitstellungskosten und Zahlungsbereitschaft den definierten CO ₂ -Preis.	52.539.749 €/a Direkte regionale Wertschöpfung Anteil der in der Region verbleibenden Wertschöpfung aus dem Betrieb der Anlagen (Näherungswert aufgrund unvollständiger Datenbasis)

Fazit

Alle berechneten Szenarien einer zukünftigen Wasserstoffregion Kulmbach führen unter den getroffenen Annahmen zu einem positiven Businesscase. Selbst das Szenario „Weckruf“ ist als autarkes Szenario realisierbar und ermöglicht eine Vervierfachung der Klimaschutzwirkung im Vergleich zum Basisszenario. Voraussetzung für die Realisierung des Weckruf-Szenarios ist ein Ausbau von 772 MW Windenergie- und 869 MW PV-Anlagen. Die Investitionskosten des Infrastruktursystems werden durch die erneuerbaren Energien dominiert, die etwa 85 – 90 % der Gesamtkosten ausmachen. Gleichzeitig sind sie auch für einen Großteil der Umsätze und der regionalen Wertschöpfung verantwortlich. Wasserstoff ist der Hebel, um diese Investitionen und Energie auch dem Wärme- und Verkehrssektor verfügbar zu machen und Abschaltungen von Anlagen bei Stromnetzengpässen oder geringer Stromnachfrage zu reduzieren.

	Kapitalrendite	Vermiedene CO ₂ -Emissionen	CO ₂ -Vermeidungskosten ³	Vermiedene externe Kosten	Direkte regionale Wertschöpfung
Basisszenario	6,9%	67.136 t/a	< 0 €/a	14,45 Mio €/a	52,54 Mio €/a
Worst Case	5,7%	69.038 t/a	< 0 €/a	14,84 Mio €/a	40,88 Mio €/a
100% Autarkie	5,8%	66.438 t/a	< 0 €/a	14,31 Mio €/a	49,82 Mio €/a
Ohne eigene EE-Anlagen	55,3%	63.209 t/a	< 0 €/a	13,65 Mio €/a	13,73 Mio €/a
Weckruf	2,6%	260.399 t/a	< 0 €/a	55,12 Mio €/a	83,28 Mio €/a

Gelegen im Herzen Oberfrankens ist es das erklärte Ziel von Kulmbach, mit den innovativen Unternehmen im Landkreis Kulmbach eine nachhaltig tragfähige Wasserstoffwirtschaft zu etablieren und damit die Region Oberfranken mit ihren Wasserstoff-Aktivitäten weiter zu stärken. Der Regierungsbezirk Oberfranken kann bereits auf zahlreiche Projekte und Aktivitäten mit einem Wasserstoffbezug zurückblicken. Mit politischer Unterstützung und dem großen Umsetzungswillen der ansässigen Unternehmen setzt der Landkreis Kulmbach ein weiteres Ausrufezeichen für einen innovativen und zukunftsfesten Wirtschaftsstandort. Es wurde die Notwendigkeit erkannt, nun mutige Schritte in Richtung Zukunft zu gehen. Dafür wird auf Wasserstoff als Energieträger zur Reduzierung klimaschädlicher Ausstöße im Verkehr, der Industrie sowie Gebäudeenergieversorgung gesetzt. Als HyStarter-Region sieht Kulmbach in dieser Technologie einen wichtigen Schritt in Richtung Dekarbonisierung und damit dem Erhalt bzw. der Sicherung des wachsenden Wirtschaftsraums sowie dem Schutz der Umwelt, dem höchsten Gut aller.

Der Anteil erneuerbarer Energien zur Erzeugung grünen Wasserstoffs soll erhöht werden. Die Produktion grünen Wasserstoffs mittels Wasserelektrolyse erfordert das Vorhandensein regenerativer Erzeugungsanlagen in Form von Windkraft- oder Solaranlagen. Die Region Kulmbach wird erst in vielen Jahren als eine der letzten Regionen an das europäische Wasserstoff-Backbone-Netz angeschlossen werden. Aus diesem Grund und im Sinne eines dezentralen Ansatzes wird die Chance genutzt, eigene Erzeugungskapazitäten aufzubauen. Dazu wird ein weiterer Ausbau von PV- und Windkraftanlagen im Landkreis Kulmbach angestrebt. Gemeinsam mit den Kommunen wird ein digitaler Energienutzungsplan, der auch den Handlungsbaustein Wasserstoff sowie mögliche Standorte für Elektrolyseure beinhalten soll, erstellt. Den Beschluss hierfür hat der Umweltausschuss des Landkreises Kulmbach gefasst, der auf die Aktivitäten der Akteure der Wasserstoffmodellregion zurückzuführen ist. Bei PV wird die duale Nutzung der Flächen, bspw. mit Agri-PV oder der Überdachung von Parkplätzen mit PV-Modulen, gefördert.

Neben der Wasserelektrolyse mit regenerativ erzeugtem Strom sollen aber auch alternative Erzeugungspfade wie die Pyrolyse oder Biogasdampfpreformierung mitgedacht werden.

Der Landkreis Kulmbach soll mit dem **Bau einer Wasserstofftankstelle im Stadtgebiet Kulmbach zur Drehscheibe für emissionsarme Mobilität** in der Region werden. Der Verkehrssektor ist einer der größten Verursacher von Treibhausgasen in Deutschland. Voraussetzung für die Dekarbonisierung des Verkehrssektors, insbesondere des Schwerlastverkehrs, ist zusätzlich zur Elektromobilität das Vorhandensein einer entsprechenden Wasserstoff-Tankinfrastruktur. Die Errichtung einer Wasserstofftankstelle im Stadtgebiet Kulmbach wird als zentrales Ziel und zudem als Voraussetzung angesehen, ansässigen Unternehmen die Umstellung auf Brennstoffzellenantriebe zu ermöglichen.

Im Bereich der schweren Nutzfahrzeuge wird ein entscheidender Einsatzbereich für Wasserstoff und Brennstoffzellen gesehen. Im Landkreis Kulmbach sind namhafte Unternehmen aus der Logistik angesiedelt, aber auch andere Akteure betreiben Flotten schwerer Nutzfahrzeuge. Neben Sattelzugmaschinen finden sich dort auch Spezialfahrzeuge, die im Steinbruch tätig sind und hohe Kraftstoffverbräuche haben. Die Größe der Fahrzeuge, hohes Gewicht und anspruchsvolle Streckenprofile können dem Brennstoffzellenantrieb einen Vorteil gegenüber der batterieelektrischen Alternative geben. Für Spezialfälle werden auch H₂-Verbrennungsmotoren nicht ausgeschlossen. Entscheidend für den Hochlauf der Wasserstofftechnologie in diesem Segment wird die Errichtung von Tankstellen sein, die für die speziellen Fahrzeuge ausreichend dimensioniert sind, sowohl bzgl. der Kapazität der Wasserstoffspeicher als auch der Rangierflächen. Mindestens genauso wichtig ist die Suche nach geeigneten Standorten, die den Akteuren möglichst kurze Anfahrten ermöglichen. Dort, wo es die Anforderungen ermöglichen, sollen sich batterieelektrische Nutzfahrzeuge etablieren können.

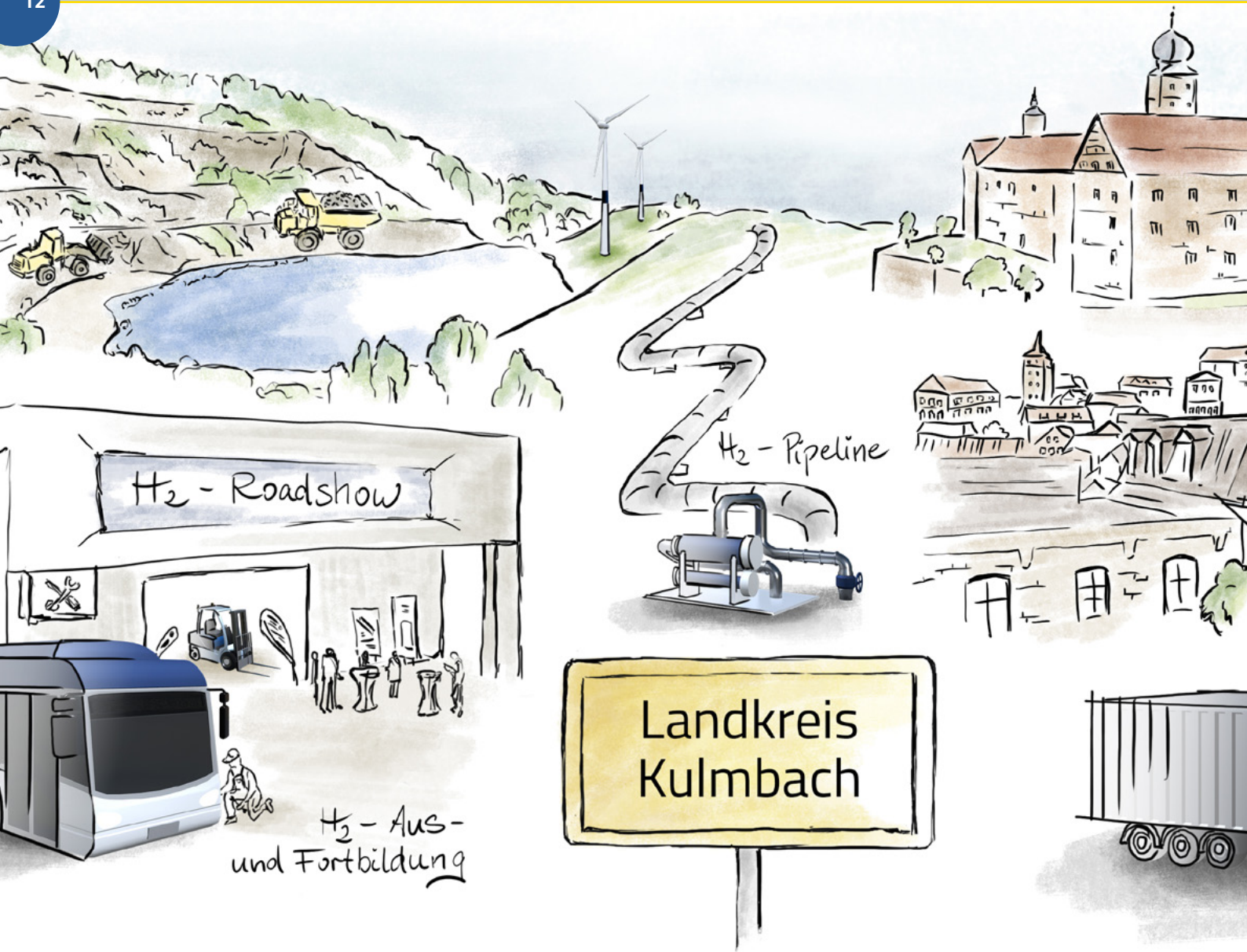


Abbildung 5: Blick auf die Stadt mit der Plassenburg im Hintergrund (Quelle: Landkreis Kulmbach)

Die Verkehre werden CO₂-neutral. Neben dem Schwerlastverkehr gibt es eine Bandbreite an Mobilitätslösungen, bei denen Wasserstoff ein großes Potential zugesprochen wird. Für den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) gilt es, den Einsatz von klimafreundlichen Antriebsarten wie der Brennstoffzelle (BZ) zur Einhaltung der Clean Vehicles Directive (CVD)¹ zu prüfen. Für Nutzfahrzeuge wie Müllsammelfahrzeuge oder Kehrmaschinen werden auch schon Wasserstoff-betriebene Modelle angeboten. Für die in der Region ansässigen Unternehmen kann Wasserstoff auch in der Werkslogistik in H₂-betriebenen Flurförderzeugen bzw. Gabelstaplern zum Einsatz kommen. Wasserstoff im Pkw-Segment und damit im Individualverkehr kann eine Ergänzung darstellen. Perspektivisch ist auch ein zweiter Standort für eine Wasserstofftankstelle entlang der großen Verkehrsachsen angedacht.

Die frühzeitige Bildung und Qualifizierung von Fachkräften nehmen einen wichtigen Stellenwert ein. Es sollen möglichst frühzeitig die Grundlagen für einen Wasserstoff-Markthochlauf in der Region geschaffen werden. Mit der Verkehrsakademie und dem Beruflichen Schulungszentrum verfügt der Landkreis über zwei wichtige Bildungseinrichtungen. In der Verkehrsakademie werden Schulungs- und Weiterbildungsmöglichkeiten für Berufskraftfahrerinnen und Berufskraftfahrer angeboten. Wasserstoff wird hier in Zukunft eine entscheidende Rolle einnehmen. Beim Beruflichen Schulungszentrum Kulmbach hingegen liegt ein Themenschwerpunkt auf der Ausbildung von handwerklichen Fachkräften der Bau- und Versorgungstechnik. Mit auf das Bildungskonzept abgestimmten Vortragsreihen soll der Versuch unternommen werden, den Nachwuchs frühzeitig für das Thema

¹ Gesetz über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge

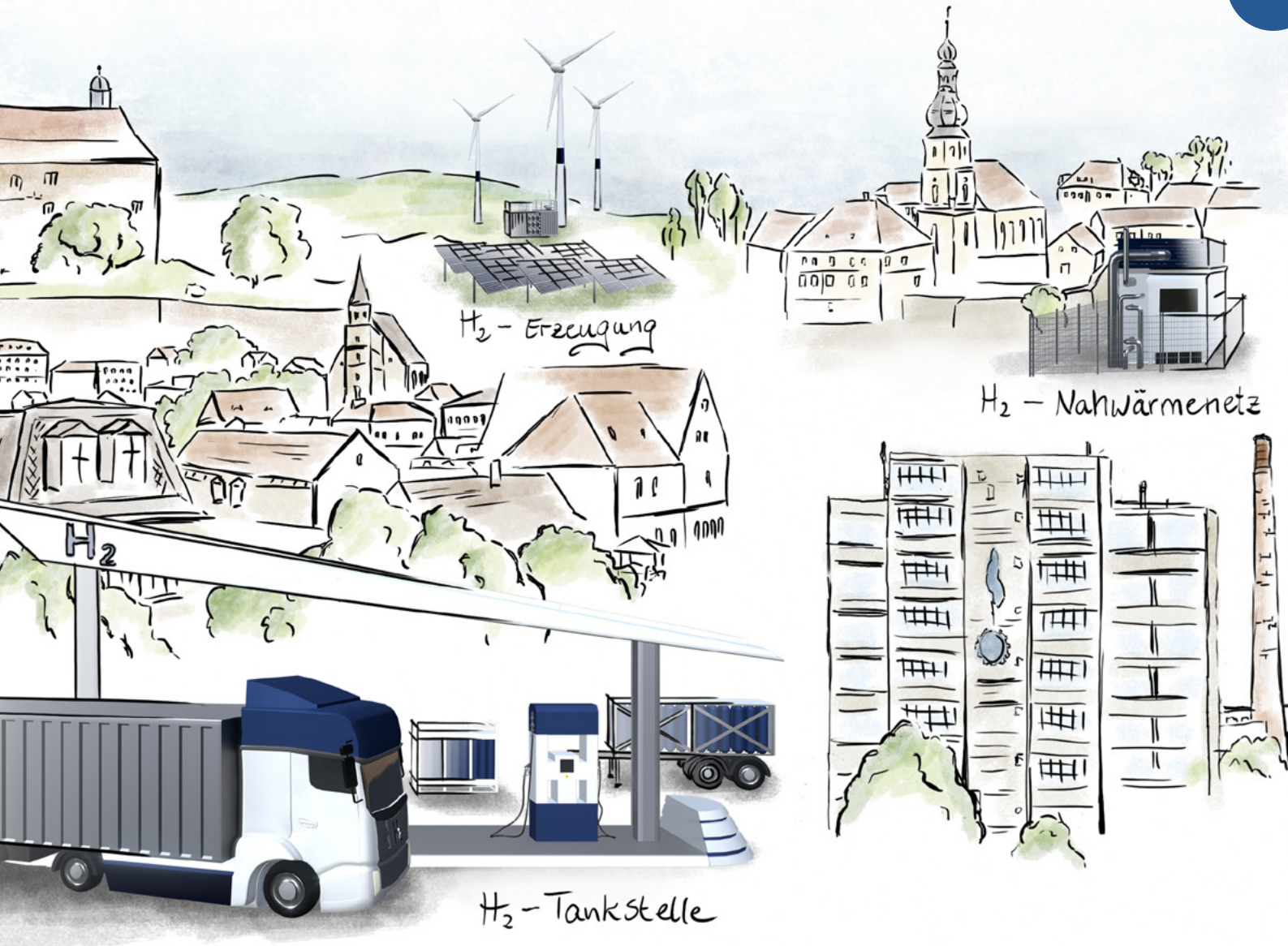


Wasserstoff zu sensibilisieren. Entscheidend ist, dass die konkreten Anforderungen an Fachkräfte definiert und kontinuierlich evaluiert werden.

Die Wärmeversorgung unserer Gemeinden soll von Erdgas unabhängig gemacht werden. Um die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern in der Gebäude- und Quartiersversorgung zu reduzieren, werden die Potentiale von Wasserstoff geprüft. Saisonale Speicherung von Strom aus PV-Dachanlagen durch die Erzeugung von Wasserstoff bei Einfamilienhäusern kann dabei eine Rolle spielen, genauso wie die Erzeugung von Wasserstoff aus biogenen Reststoffen und die Einspeisung des Wasserstoffs in die Erdgasnetze oder der Betrieb eines H₂-ready Blockheizkraftwerkes (BHKW). Abwärme, die bei den Erzeugungsverfahren

anfällt, soll in der Wärmeversorgung mitgedacht werden, um die Effizienz des Gesamtsystems weiter zu erhöhen. Die Region ist sich dennoch der ökonomischen Herausforderungen bewusst, die der Einsatz von Wasserstofftechnologien im Gebäudebereich mit sich bringt.

Das Wasserstoff-Netzwerk wird weiterwachsen. Im Rahmen von HyStarter hat sich bereits ein schlagkräftiger Kreis lokaler Unternehmen, Einrichtungen und interessierter Bürgerinnen und Bürger zusammengefunden. Das erklärte Ziel ist es, weitere Akteure für das Thema Wasserstoff zu gewinnen und sie über Vorhaben und den Stand der Technologien zu informieren. Dazu soll insbesondere die regionale Industrie, die bislang überwiegend Erdgas oder grauen Wasserstoff einsetzt, stärker in die Arbeit



eingebunden und über die Entwicklung regionaler grüner Wasserstoffinitiativen berichtet werden. Das bestehende HyStarter-Netzwerk soll verstetigt und die Zusammenarbeit über die HyStarter-Grenzen hinaus erweitert werden.

Neue Technologien werden sichtbar gemacht und die Akzeptanz für Wasserstoff und Brennstoffzellen gefördert. Die Bevölkerung im Landkreis Kulmbach und die regionalen Wirtschaftsakteure sind gegenüber neuen Technologien seit jeher aufgeschlossen. Um den Ausbau erneuerbarer Energien weiter zu fördern und den Einzug von Wasserstoff in die verschiedenen Sektoren zu ermöglichen, sollen Pilotprojekte frühzeitig umgesetzt und sichtbar gemacht werden. Durch Informationskampagnen und die Einbeziehung der Bevölkerung vor Ort wird die

Akzeptanz für die Energie- und Verkehrswende gestärkt. Der Landkreis Kulmbach soll dadurch Schaufenster für den Einsatz innovativer Technologien zur Erzeugung und Anwendung von Wasserstoff werden.

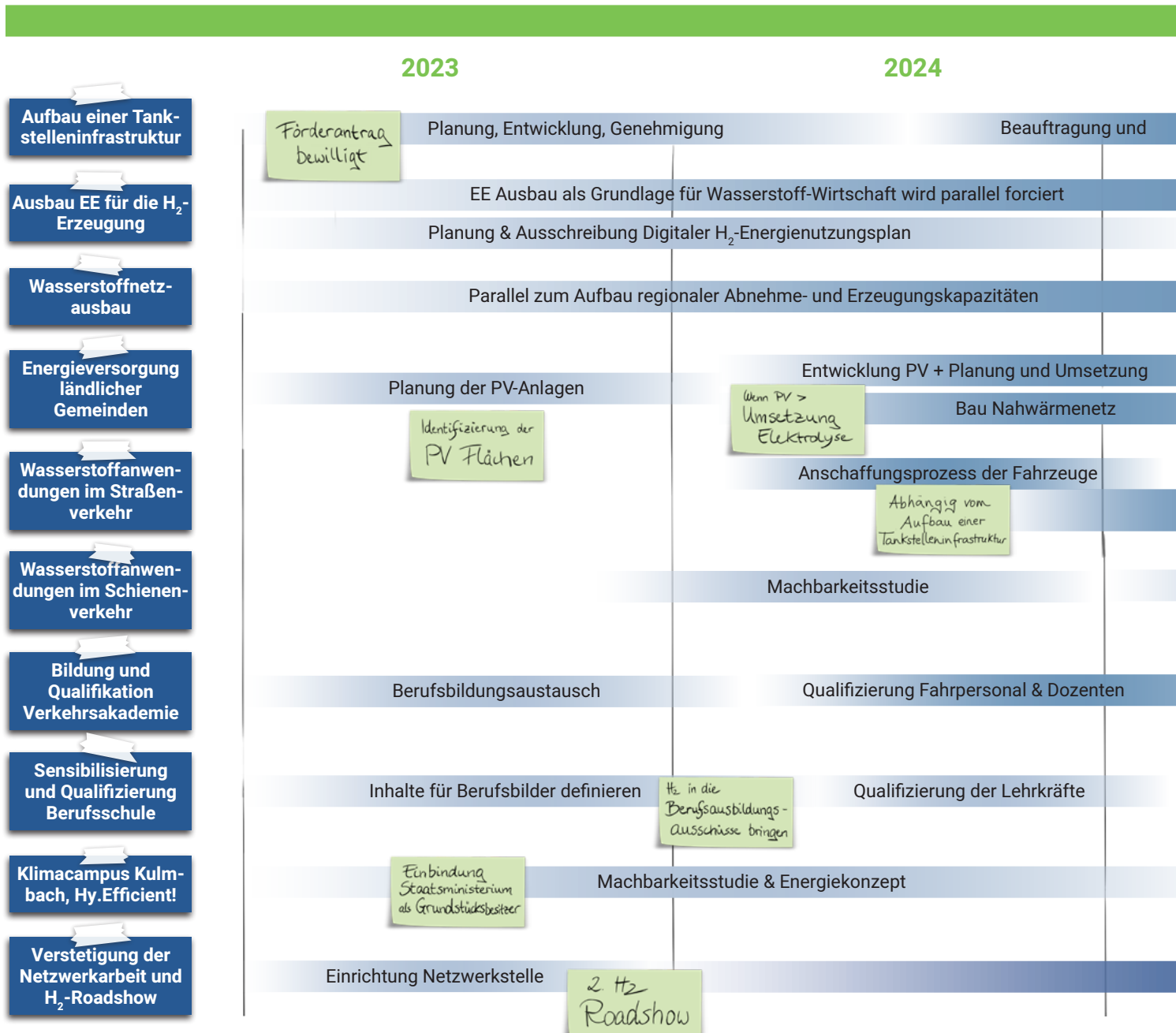
H₂O

HANDLUNGSFELDER UND UMSETZUNGSSTRATEGIEN

Übersicht

Um die Vielfalt der Themen nachvollziehbar zu machen, wurde eine übergeordnete Roadmap erstellt, die für den Zeitraum bis 2030 aufzeigt, welche Meilensteine und Planungs- und Umsetzungsphasen sich je Themenfeld ergeben. Jeder einzelne Themenbereich umfasst individuelle Aktivitäten, Hürden und Zeitpläne, die sich den folgenden Unterkapiteln entnehmen lassen. Die Roadmap zeigt

auf, wie vielfältig die Interessens- und Themengebiete der Akteure aus der Region sind und welche Synergien und Zusammenhänge zwischen den Projekten vorliegen. Die angegebenen Zeiträume sind als grobe Richtwerte zu verstehen. Sich verändernde Rahmenbedingungen oder individuelle Entscheidungen der Akteure machen Abweichungen von dem dargestellten Vorgehen nicht unwahrscheinlich.



H₂00

Grad der Umsetzung

Ausblick

	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Bau der Anlagentechnik	Planung und Installation eigener Elektrolyse-Anlage	Inbetriebnahme			Betrieb der Tankstelle	
Umsetzung Digitaler H ₂ -Energienutzungsplan & Aktualisierung Solar- und Grünflächenkataster					digitaler Zwilling	
Elektrolyseur		Beginn der H ₂ Erzeugung	Einsatz EE und H ₂ in der kommunalen Strom- und Wärmeversorgung		Ausweitung auf weitere Ortsteile und Gemeinden	
Ertüchtigung lokaler Werkstätten und Depots		Werkstätten H ₂ -ready				
Konzeptionierung & Entwicklung Fahrzeuge					Einsatz neuer Hybrid-Züge	
qualifiziertes Fahrschul-Personal			Integration in praktische Ausbildung			
			Integration in die Lehrpläne			
Einreichung Projektantrag					Umsetzung im Rahmen des Bauvorhabens	
Fortsetzung der Netzwerktreffen, laufende Begleitung aller Wasserstoff-Aktivitäten im Landkreis						

Aufbau einer Tankstelleninfrastruktur

Im Rahmen der HyStarter-Strategiedialoge wurde deutlich, wie hoch das Interesse der ansässigen Unternehmen an Wasserstoffmobilität ist. Mit den Städten Hof und Bayreuth gibt es derzeit lediglich zwei öffentlich zugängliche Wasserstofftankstellen in der gesamten Region Oberfranken. Beide jedoch sind ausschließlich für Pkw nutzbar. Aber alleine aufgrund der geografischen Entfernung wäre ein wirtschaftlicher Betrieb von Schwerlast-Verkehren für Kulmbacher Unternehmen nicht darstellbar. Im Frühjahr 2022 gab es in Kooperation mit der ASK August Schneider GmbH, der MSR-Innovations GmbH und dem HyStarter Landkreis Kulmbach eine erste Einreichung einer Projektskizze zur Teilförderung einer H₂-Tankstelle in Kulmbach durch den Freistaat Bayern. Der Fördertopf war begrenzt, sodass zunächst andere Regionen bevorzugt wurden. Im zweiten Anlauf war die Initiative mit dem Ergebnis einer

positiven Beurteilung der Projektskizze erfolgreich und wurde für die finale Antragsstellung freigeschaltet. Mittlerweile wurde die H2KU GmbH gegründet und der finale Antrag zur Errichtung einer H₂-Tankstelle eingereicht. Der Bayerische Wirtschaftsminister Hubert Aiwanger übernimmt für das Kulmbacher Modell die Schirmherrschaft.

Nur mit Errichtung einer passenden Tankinfrastruktur kann das typische Henne-Ei-Problem gelöst werden, womit der Grundstein für eine CO₂-neutrale Transformation der gewerblichen Mobilität gelegt wird. Innerhalb des Landkreises, aber auch darüber hinaus, wird mit der Tankstelle eine deutliche Signalwirkung an die Wirtschaft gesendet. Von vielen Unternehmen liegen bereits Absichtserklärungen zur Beschaffung von H₂-Fahrzeugen vor.

Regionale Herausforderungen

- Bei der Standortfrage musste abgewogen werden zwischen den Bedürfnissen des Durchgangsverkehrs, wofür sich auch ein Standort nahe der A9 anbot sowie den Anforderungen der lokalen ansässigen Unternehmen. Für letztere müssen Anfahrtswege minimal gehalten werden, um eine wirtschaftlich sinnvolle Nutzung zu ermöglichen.
- Die Versorgung mit (grünem) Wasserstoff muss sichergestellt sein. Eine eigene Erzeugung durch Wasserelektrolyse ist erst im zweiten Schritt angedacht. Ein Anschluss an überregionale H₂-Netze ist mittelfristig nicht zu erwarten.
- Finanzielle Eigenbeteiligungen fallen für Aufbau und Betrieb trotz Förderung an.

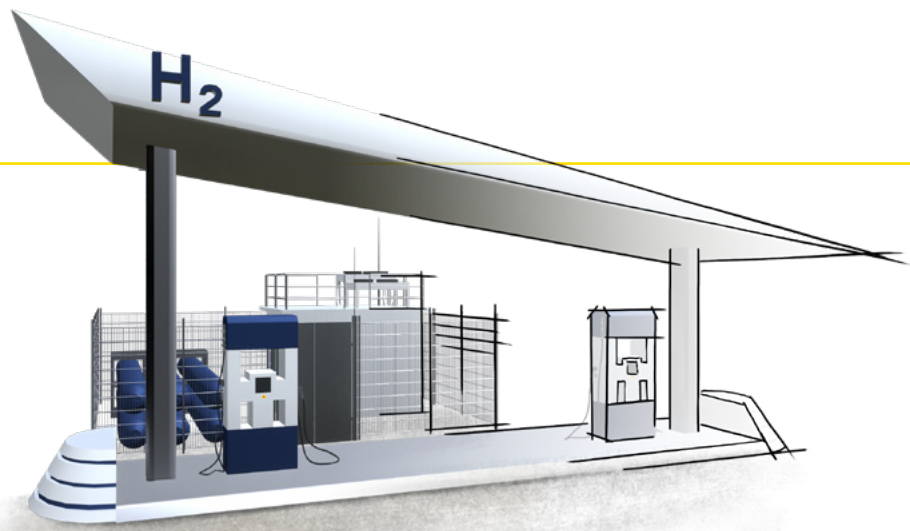
Lösungsansätze

- Mit dem Grundstück der ASK Schneider GmbH im Gewerbegebiet ‚Am Goldenen Feld‘ wurde ein idealer Standort gefunden, der sowohl von den Flotten der vor Ort ansässigen Unternehmen als auch von kommunalen Fahrzeugen oder Abnehmern aus dem ÖPNV angesteuert werden kann. Auch die Verkehrsakademie befindet sich in der Nähe.

- Im Rahmen des Förderprozesses wurden Absichtserklärungen (LOI) lokal ansässiger Unternehmen zur Beschaffung von BZ-Fahrzeugen gesammelt.
- Im Rahmen der überarbeiteten Skizze ist die Errichtung der Tankstelle zunächst ohne Eigenerzeugung von grünem Wasserstoff angedacht. Der Landkreis Kulmbach ist bis auf Weiteres von einer Anbindung an das europäische Wasserstoffnetz, das in den kommenden Jahren sukzessive ausgebaut wird, ausgeschlossen. Der Wasserstoff soll deswegen in der Anfangsphase aus regionalen und überregionalen Quellen per Trailer bezogen werden. Erste Gespräche gab es diesbezüglich bereits mit WUN H2 bzw. Rießner Gase, Lichtenfels und GP Joule Hydrogen GmbH, Reußenköge.
- Bei der zum späteren Zeitpunkt geplanten Wasserstoff-Eigenproduktion fällt Sauerstoff als Nebenprodukt an, der unter bestimmten Voraussetzungen von der gegenüberliegenden Kläranlage genutzt werden könnte.

Externer Unterstützungsbedarf

Der bayerische Wirtschaftsminister Hubert Aiwanger überraschte die Verantwortlichen bei der Bekanntgabe der positiven Beurteilung der Projektskizze durch seine persönliche Übernahme der Schirmherrschaft für das Kulmbacher Modell. Nun geht es darum, die regulativen Rahmenbedingungen für das Projekt mit den aufwendigen Genehmigungsverfahren möglichst schnell aufzustellen.



Umsetzungsstrategie

Mit dem privaten, aber dennoch öffentlich zugänglichen Grundstück der Firma ASK August Schneider GmbH im Gewerbegebiet Kulmbach wurde ein geeigneter Standort für die Errichtung der Wasserstofftankstelle identifiziert. Er erfüllt die wichtigsten Kriterien, die bei der Standortwahl grundsätzlich zu berücksichtigen sind: a) Vernetzung und Bündelung von Akteuren an einem Standort zur Sicherung der Nachfrage b) Prüfung des Grundstückes nach Flächenverfügbarkeit, Baugenehmigung und Sicherheitsabständen c) Prüfung gesicherter Zugangsmöglichkeiten der entsprechenden Fahrzeugklassen.

Die Komponenten einer H₂-Tankstelle (englische Abkürzung: HRS für hydrogen refueling station) sind im Einsatz erprobt und wurden an vielen Standorten deutschlandweit erfolgreich demonstriert. Es gibt mittlerweile mehrere Betreiber(strukturen), ein Eigenbetrieb ist aber genauso möglich. Der größte Betreiber ist H2 Mobility, die auf ihrer Homepage eine kartographische Übersicht ihrer Tankstelleninfrastruktur anbieten: <https://H2.live/>. Bezüglich der regulativen Rahmenbedingungen ist der Genehmigungsprozess vielerorts noch Neuland und ist länderübergreifend teilweise unterschiedlich geregelt. Beim Bau einer H₂-Tankstelle werden im Sinne der Konzentrationswirkung verschiedene Verordnungen und Gesetze berührt: Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), Landesbauordnung (LBauO), Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG), Datenschutzgrundverordnung (DSGVO). Der genehmigungsrechtliche Aufwand ist u. a. abhängig von der Größe, der Lagermenge und der Tatsache, ob Wasserstoff selbst erzeugt wird oder nicht. Die NOW hat einen Genehmigungsleitfaden für die Errichtung von Wasserstofftankstellen erstellt, der einen guten Überblick über die notwendigen Schritte gibt.²

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Förderskizze und -antrag für die Tankstelle wurden bereits während des HyStarter-Projektes federführend von Herrn Florian Schneider der Firma ASK August Schneider in Kooperation mit Herrn Rainer Herold von MSR-Innovations und Ingrid Flieger, Klimaschutzmanagerin des Landkreises Kulmbach, eingereicht.
- Die nächsten Schritte und Meilensteine für die Umsetzung des Projektvorhabens wurden klar definiert. Auf die Gründung der Betreibergesellschaft H2KU GmbH folgte die Einreichung des Vollertrages Ende März 2023.
- Bei Bewilligung werden Baugenehmigungen eingeholt, Anlagentechnik beauftragt und die Fahrzeugbestellung angestoßen. Parallel dazu muss eine Bewerbung der Tankstelle in der breiten Öffentlichkeit stattfinden, um Unterstützung zu finden und weitere potentielle Abnehmerinnen und Abnehmer zu aktivieren.
- Der Bezug von Wasserstoff muss sichergestellt und die Vorbereitung für den Bau einer Elektrolyse-Anlage eingeleitet werden. Entsprechende Genehmigungsverfahren sind rechtzeitig zu starten.
- Das grobe Ziel ist es, gegen Mitte 2025 die Tankstelle in Betrieb zu nehmen.

Mögliche Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

Wasserstoff in der Mobilität: Eine Tankstelle im Stadtgebiet Kulmbach ist die Initialzündung für verschiedenste Mobilitätsanwendungen.

Wasserstoffherzeugung: In einer zweiten Ausbaustufe ist auch die Erzeugung von Wasserstoff geplant. Aber auch andere Projekte für die Erzeugung grünen Wasserstoffs in der Region könnten die Tankstelle als potentielle Abnahme einplanen.

² https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2022/03/NOW_Genehmigungsleitfaden_H2-Tankstellen.pdf

Ausbau erneuerbarer Energien für die H₂-Erzeugung

Eine zuverlässige Versorgung mit grünem Wasserstoff ist Grundvoraussetzung für jedes Anwendungsfeld. Dies gilt sowohl für die lückenlose Versorgung von Produktionsprozessen sowie die kontinuierliche Verfügbarkeit von Wasserstoff an Zapfsäulen. Tägliche Belieferung aus anderen Regionen per Trailer und das Errichten großer Tanks stellen nur eine temporäre Lösung dar, solange direkt vor Ort kein grüner Wasserstoff erzeugt wird und die Problematik besteht, dass mit einer Anbindung an überregionale Wasserstoffnetze erst in einigen Jahrzehnten gerechnet werden kann (vgl. Kapitel Wasserstoffnetzausbau).

Es gilt daher, die im Landkreis vorhandenen Potentiale zur Erzeugung von grünem Wasserstoff optimal auszunutzen, d. h. z. B. keine Abregelung der Windkraftanlagen, Aufbau der Elektrolyseure vor Ort sowie die dafür notwendigen Kapazitäten an erneuerbaren Energien über Wind- und PV-Strom auszubauen unter Berücksichtigung eines kontrollierten Netzausbaus.

Die Ergebnisse aus der Szenarienbetrachtung mit dem „H₂-Scout“ heben die Bedeutung des Ausbaus von regenerativen Energien hervor und zeigen auf, dass eine Wasserstoffwirtschaft zumindest in mittlerer Frist auf die Querfinanzierung durch den Verkauf von grünem Strom an der Strombörse angewiesen sein wird (siehe Kapitel H₂-Potentiale in der Region).

Die Herausforderungen sind bekannt: Flächen müssen identifiziert und gegebenenfalls auch Ausgleichsflächen gesucht, die lokalen Verwaltungen sowie die Bevölkerung überzeugt und beteiligt werden. Ziel muss es sein, alle Potentiale für den Ausbau von erneuerbaren Energien auszuschöpfen und dort, wo es effizient und wirtschaftlich ist, lokale Wasserstofferzeugung voranzubringen. Langfristig wird mit einem Zusammenspiel aus regionalen Kreisläufen und dem Bezug von Wasserstoff über überregionale Infrastrukturen gerechnet.

Regionale Herausforderungen

- Genehmigungs- und Planungsprozesse sind langwierig und schränken den raschen Ausbau notwendiger EE-Anlagen ein.
- Der Landkreis Kulmbach verfügt heute bereits über große Mengen an EE-Kapazität und die Bevölkerung ist das Vorhandensein von Wind- und PV-Anlagen gewöhnt, dennoch kann fehlende Akzeptanz einem weiteren Ausbau entgegenstehen.
- Die Flächenverfügbarkeit ist eingeschränkt. Regionalplanung und die Notwendigkeit von Ausgleichsflächen erschweren den Ausbau von EE.
- Es besteht derzeit keine Infrastruktur, um den Wasserstoff im Landkreis zu verteilen und zu den Abnehmern zu bringen.
- Finanzierung und Wirtschaftlichkeit sind bei Vorhaben solcher Größenordnung immer mit Risiken verbunden.
- Es braucht eine garantierte Abnahme, bspw. durch Zeichnung eines PPA (power purchase agreement bzw. Stromkaufvereinbarung), damit Akteure in Vorleistung gehen und die Erzeugungsanlagen errichten.

Lösungsansätze

- Das Landratsamt steht hinter dem Vorhaben und unterstützt so weit wie möglich bei den Genehmigungsprozessen.
- Es sollen Informations- und Aufklärungskampagnen in den Kommunen und bei den Flächenbesitzerinnen und -besitzern angestoßen werden.
- Notwendige Ausgleichsflächen gilt es zu identifizieren und zu schaffen.
- Sonderflächen wie Deponien und auch Agri-PV sollten beim PV-Ausbau berücksichtigt werden.
- Identifikation geeigneter Elektrolyse-Standorte durch die Abstimmung mit regionalen Akteuren bzw. Abnehmern. Wärmesenken und die Nutzung von Sauerstoff müssen mitgedacht werden. Skalierung der Anlagen sollte idealerweise in mehrstufigen Schritten eingeplant sein.
- H₂-Abnahme und -Erzeugung ermitteln und räumlich und zeitlich zusammenführen (Matching).
- Regelmäßiges Screening der Förderlandschaft (siehe Anhang zu Förderprogrammen).
- Neben der Wasserstofferzeugung per Elektrolyse und regenerativ erzeugtem Strom gilt es auch, alternative Pfade wie bspw. die Biogas-Dampfreformierung oder Pyrolyse mitzudenken.

Externer Unterstützungsbedarf

Politische Unterstützung für den Ausbau der erneuerbaren Energien, v. a. von Windenergie, sowie der Produktion von Wasserstoff ist nach wie vor erforderlich. Insbesondere Regionalverbände, Städte und Gemeinden müssen weiterhin beim Ausbau der erneuerbaren Energien unterstützen und dazu beitragen, die Akzeptanz dafür in der Bevölkerung herzustellen bzw. zu sichern. Auch wenn die großen Windeignungsgebiete eher im Norden Deutschlands zu finden sind, gibt es Flächenpotentiale im Landkreis Kulmbach, die es zu heben gilt. Eine Zusammenarbeit mit dem vom Freistaat Bayern eingesetzten „Windkümmerer“ wird intensiviert. Das „Warten“ auf die Versorgung mit Wasserstoff durch Dritte entspricht nicht dem Selbstverständnis der regionalen Akteure. Um den EE-Ausbau zu erleichtern und Wasserstoffvorhaben in die Realität zu bringen, müssen immissionsschutzrechtliche Genehmigungen vereinfacht und beschleunigt werden.

Umsetzungsstrategie

Für die Region Kulmbach gilt es, alle Potentiale für den Ausbau von Erneuerbaren mitzudenken, wobei der Schwerpunkt neben Windkraft vor allem auf PV liegen wird. Neben Freiflächen- und Dachanlagen müssen auch Agri-PV oder die Überdachung von Parkplätzen oder Fassaden-PV berücksichtigt werden. Parallel zum konstanten Ausbau der Erneuerbaren muss die Netzinfrastruktur ertüchtigt werden, um nicht durch die steigenden Anteile volatiler Stromerzeugung überlastet zu werden. Gerade an dieser Stelle kann die Erzeugung von H₂ mit Überschuss-Strom eine Lösung sein.

Zur Wasserstoffproduktion aus fluktuierendem PV-Strom eignen sich aufgrund ihrer Skalier- und Modularität insbesondere Polymer-Elektrolyt-Membran-(PEM)- sowie alkalische (AEL) Elektrolyseure. Bei der weiteren Standorterschließung von Stromproduktionspotentialen ist auch die gleichzeitige Kopplung eines Elektrolyseurs an PV-, Laufwasser- und Windanlagen oder beispielsweise die Errichtung an einem Energieknotenpunkt in Betracht zu ziehen. Es empfiehlt sich, weitere Erzeugungspotentiale durch den Abschluss von PPAs zu heben sowie Vernetzung der Akteure zur Bündelung von Aktivitäten herzustellen.

Bei der Standortwahl der Elektrolyse gilt es einige Dinge zu berücksichtigen: Idealerweise gibt es in unmittelbarer Nähe zum Elektrolyseur eine Wärme- und eine Sauerstoff-Abnah-

me. Ein lokales Wärmenetz eignet sich ebenso wie eine Kläranlage, an welcher der anfallende Sauerstoff auf direktem Weg in den Belebungsbecken eingesetzt werden kann.

Elektrolyseure mit einer Leistung über 250 kW werden in der Praxis in Containerbauweise errichtet, so dass die eigentliche Installation einfach zu realisieren ist. Dabei müssen der Wasser- und Stromnetzanschluss sowie genehmigungsrechtliche Regularien beachtet werden.

Für die jeweiligen Anwendungsgebiete kann der Wasserstoff direkt nach der Elektrolyse verwendet oder bei Bedarf aufgereinigt werden. Die Wasserstoffqualität beträgt nach der Elektrolyse 99,9 % (3.0) und kann bspw. direkt in verbrennungsmotorischen BHKWs genutzt werden. Für Brennstoffzellenanwendungen, wie bspw. in der Mobilität, wird derzeit eine Reinheit von 99,999 % (5.0) benötigt. Um diese Qualität zu erreichen, wird zusätzlich eine Trocknungsanlage am Elektrolyseur errichtet.

Bei den bisher angedachten Projekten sollte auch aufgrund der geringen Wasserstoffmengen der Wasserstofftransport zunächst über Trailer erfolgen. Da Wasserstoff im Trailer mit Drücken von 350 – 500 bar transportiert wird, bedarf es nach der Elektrolyse eines Kompressors zur Gasverdichtung. Darüber hinaus sind je nach Projekt am Standort der Wasserstoffproduktion und/oder -anwendung Speicher zu errichten. Hier können je nach Platzbedarf und Rahmenbedingungen Hochtanks, Röhrenspeicher oder Wechselbrücken zum Einsatz kommen. Der Speicher sollte aufgrund der Versorgungssicherheit mindestens auf die dreifache Tagesmenge ausgelegt werden.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Identifizierung von Eignungsflächen für den Ausbau von Windkraft und PV.
- Gespräche mit interessierten EE-Anlagenbetreibern und Flächenbesitzern (auch über die Landkreisgrenze hinaus) führen.
- Identifizierung geeigneter Standorte für die Elektrolyse.
- Mittel- bis langfristig wird ein digitaler H₂-Energienutzungsplan fertiggestellt.
- Das Solar- und Grünflächenkataster wird aktualisiert.
- Langfristig ist die Planung von Wasserstoffnetzen vorgesehen.
- Prüfung von Finanzierung und Fördermitteln (u. a. BMWK³, NIP II⁴ und Programme über Landesministerien) findet durchgehend statt.

3 Förderungen für die Wasserstoffherstellung werden im Rahmen der Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie erwartet: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Wasserstoff/Dossiers/wasserstoffstrategie.html>

4 <https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerderprogramm/Bund/BMVI/nip-ii-nachhaltige-mobilitaet.html>

Wasserstoffnetzausbau

Für die langfristige Etablierung der Wasserstoffwirtschaft ist eine stabile Versorgung mit grünem Wasserstoff an den Verbrauchsorten entscheidend. Industrieprozesse und Mobilitätsanwendungen werden erst flächendeckend auf Wasserstoff umgestellt werden können, wenn die zuverlässige Versorgung mit dem Energieträger gewährleistet ist. Langfristig braucht es dafür ein gut ausgebautes Netz an Wasserstoff-Pipelines und umgewidmeten Erdgasnetzen. Mit Blick auf die aktuellen Ausbaupläne der Netzbetreiber muss allerdings konstatiert werden, dass der Landkreis Kulmbach vorerst beim Ausbau des H₂-Netztes nicht berücksichtigt wird. Das bedeutet einen Standort-

nachteil für den Landkreis Kulmbach. In das bestehende Erdgasnetz kann allerdings bereits ein gewisser Anteil an Wasserstoff eingespeist werden. Davon ist der Landkreis nahezu flächendeckend versorgt.

Ein Anschluss an überregionale Netze könnte dazu beitragen, die „Henne-Ei-Problematik“ für die Akteure im Landkreis zu lösen. Es gilt daher, die gebündelten Bedarfe in der Region zu melden und potentielle Wasserstoff-Senken zu identifizieren sowie den Aufbau lokaler Netze voranzutreiben.

Regionale Herausforderungen

- Langfristig ist gemäß den aktuellen Ausbauplänen der Gas-Netzbetreiber kein Anschluss der Region Kulmbach an überregionale Wasserstoffnetze vorgesehen.
- Bisher gibt es keine H₂-Erzeugungskapazitäten in der Region.

Lösungsansätze

- Ausbaupläne der großen Netzbetreiber richten sich nach den prognostizierten Bedarfen in den Regionen. Je mehr Akteure einen zukünftigen Bedarf anmelden, desto sichtbarer und relevanter wird die Region Kulmbach für die Ausbaupläne.
- Vorhandene Erdgasnetze müssen auf ihre „H₂-readiness“ (Eignung) hin geprüft werden.
- Prüfung, ob kostengünstiger verlegbare Polyethylen-Leitungen zur Distribution des Wasserstoffs vorerst ausreichend sind. Die Entwicklung bei pipe-in-pipe Lösungen (kleinere Wasserstoff-Pipeline wird innerhalb bestehender Gas-Pipeline verlegt) verfolgen.

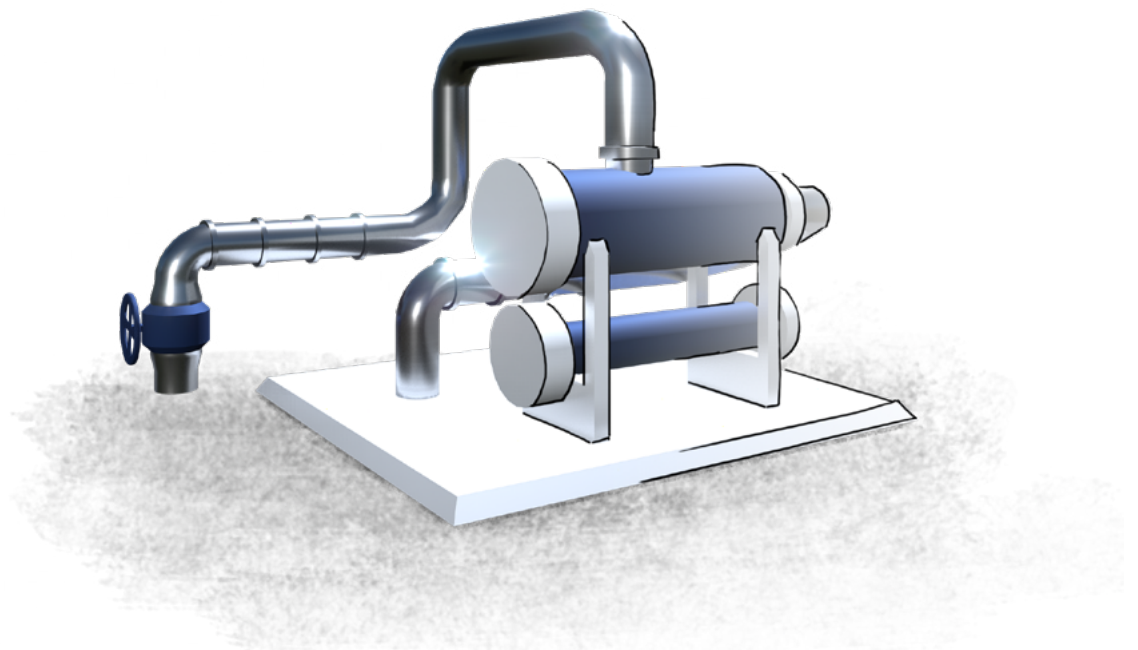
Umsetzungsstrategie

Bei der Umsetzung einer neu zu errichtenden Pipeline muss mit einer Gesamtdauer für die Genehmigungsverfahren von ca. acht bis zehn Jahren kalkuliert werden. Je nach Verlegungsstrecke und den örtlichen Genehmigungsbehörden kann der Prozess aber auch deutlich schneller vorantreiben. Die Umwidmung bestehender Erdgas-Pipelines auf den Wasserstofftransport kann deutlich schneller realisiert werden. Für die Verlegung der Pipeline können Stahl- oder Polyethylen-Leitungen verwendet werden, die jeweils Vor- und Nachteile aufweisen. Polyethylen-Leitungen sind Kunststoffleitungen, die schneller und kostengünstiger verlegt werden können. Aufgrund der geringeren Materialdichte gegenüber Stahlleitungen können sie jedoch nur bei Drücken bis max. 16 bar betrieben werden. Dadurch lassen sich geringere Mengen transportieren, der Wasserstoff muss für die Einspeisung jedoch ggf. nicht verdichtet werden. Alternativ sind auch Pipe-in-Pipe Lösungen umsetzbar, wobei es sich um zusätzliche Kunststoffrohre in Erdgaspipelines handelt. Die Kosten pro Kilometer Pipeline liegen je nach örtlichen Gegebenheiten (Bebauungsgrad, Tiefbau, Genehmigungsaufwand etc.) zwischen 150.000 EUR und 1 Mio. EUR. Laut einer Auswertung des Forschungszentrums Jülich betragen die durchschnittlichen Errichtungskosten einer Pipeline 352.000 EUR pro Kilometer, ohne Verdichter-, Einspeise- oder Entnahmestation. Nutzungs- und Abschreibungsdauer werden im Durchschnitt mit 40 Jahren angenommen.

Mögliche Aktivitäten

- H₂-readiness bestehender Gasnetze über die Beimischung von 20 Vol-% hinaus prüfen.
- Wasserstoff-Bedarfe werden identifiziert, gebündelt und an die Netzbetreiber übermittelt.
- Weitere Abnehmer aus Industrie und Gewerbe sollen für den Einsatz von Wasserstoff gewonnen werden.
- Bedarf an neu zu verlegenden Wasserstoff-Pipelines ermitteln und Ausbau planen, verschiedene Pipeline-Technologien berücksichtigen.
- Klärung der Verantwortlichkeiten für den Aufbau neuer und Umbau bestehender Netze.
- Ausbau der Stromnetze, Orientierung an Netzausbau Zeitschiene des Bayernwerk (2023 – 2028).
- Planungshorizonte für Erneuerbare berücksichtigen, WK neu (2023 – 2028) und PV neu (2023 – 2026).

H₂



Energieversorgung ländlicher Gemeinden

Eine nachhaltige Wärme- und Stromversorgung im Gebäudesektor ist ein zentraler Baustein zur Erreichung der Klimaziele. Im Landkreis gibt es (u. a. mit Trebgast) ländliche Gemeinden, in denen ein Großteil der Gebäude noch mit Ölheizungen und Flüssiggas geheizt werden und nachhaltige Wärmenetze nicht vorhanden sind. Engagierte Akteure planen daher die Entwicklung einer nachhaltigen Energieversorgung (bspw. eines Nahwärmenetzes), mit dem die Wärmeversorgung der Gemeinde auf eine zukunftsfähige Basis gestellt werden soll. Im Prozess der Ideenentwicklung wurden verschiedene Verfahren durchgespielt, unter anderem auch die Wärme- (und Wasserstoff)-Erzeugung durch pyrolytische Verfahren unter Verwendung von Holzabfällen sowie anderen Biomasse-Quellen. Das Konzept konzentriert sich derzeit auf die Erzeugung von regenerativen Energien mit PV-Strom und

die Speicherung der Energie in Form von Wasserstoff. Die grundlegende Herausforderung dabei ist das ungleiche Nachfrageverhalten über das Jahr hinweg. Um den PV-Strom, der überwiegend in den Sommermonaten anfällt, auch im Winter nutzbar zu machen, könnte eine Elektrolyse-Anlage in den sonnenreichen Zeiten Wasserstoff erzeugen. In Zeiten hoher Energiebedarfe und geringer Sonnenscheindauer würde der Wasserstoff im BHKW umgewandelt werden und die Energiebedarfe decken. Dieses Konzept kann bei Realisierung eine Blaupause für andere Gemeinden ohne bestehende Wärmenetze in der Region und darüber hinaus sein. Akzeptanz und Bürgerbeteiligung spielen in den Planungsvorgängen eine entscheidende Rolle, weswegen die Initiatoren die Bürgerinnen und Bürger frühzeitig und kontinuierlich über die Ideenentwicklung informieren.

Regionale Herausforderungen

- Es gibt einige ländliche Gemeinden ohne bestehende Wärmenetze.
- Für die Errichtung der PV-Anlagen braucht es eine entsprechende Flächenverfügbarkeit.
- Nur durch die Akzeptanz der Anwohnenden kann das Projekt getragen werden.
- Es braucht eine hohe Investitionssumme, um die anfallenden und dauerhaften Kosten stemmen zu können. Entscheidend für einen langfristigen Erfolg des Projekts ist eine dauerhafte Wirtschaftlichkeit.
- Die Genehmigungsverfahren für den Bau der Anlagen (PV, Wärmenetz und Elektrolyseur) sind langwierig.

Lösungsansätze

- Die Stromerzeugung soll mittels PV-Freiflächenanlagen erfolgen. Geeignete Standorte wurden in Trebgast bereits analysiert.
- Der Wasserstoff wird direkt an der PV-Anlage erzeugt und dann per Trailer an die Verbrauchsstellen (BHKW) transportiert.
- Der lokal erzeugte Wasserstoff betreibt das BHKW. Die anfallende Wärme wird in das Nahwärmenetz gegeben, während der Strom vielfältig nutzbar sein soll und neben dem Verkauf bzw. der Netzeinspeisung in stromgeführten Wärmepumpen für die Wintermonate eingesetzt werden kann.
- Die Speicherkapazität muss so dimensioniert sein, dass das BHKW jederzeit in Betrieb sein kann.
- Sofern notwendig, ist eine Ergänzung der Wärmeerzeugung mit bspw. Holzhackschnitzel oder mit stromgeführten Wärmepumpen für die Spitzenlasten und Wintermonate denkbar.
- Wasserstoff und Strom, die über die benötigten Kapazitäten hinaus erzeugt werden, können ggf. verkauft werden.



Umsetzungsstrategie

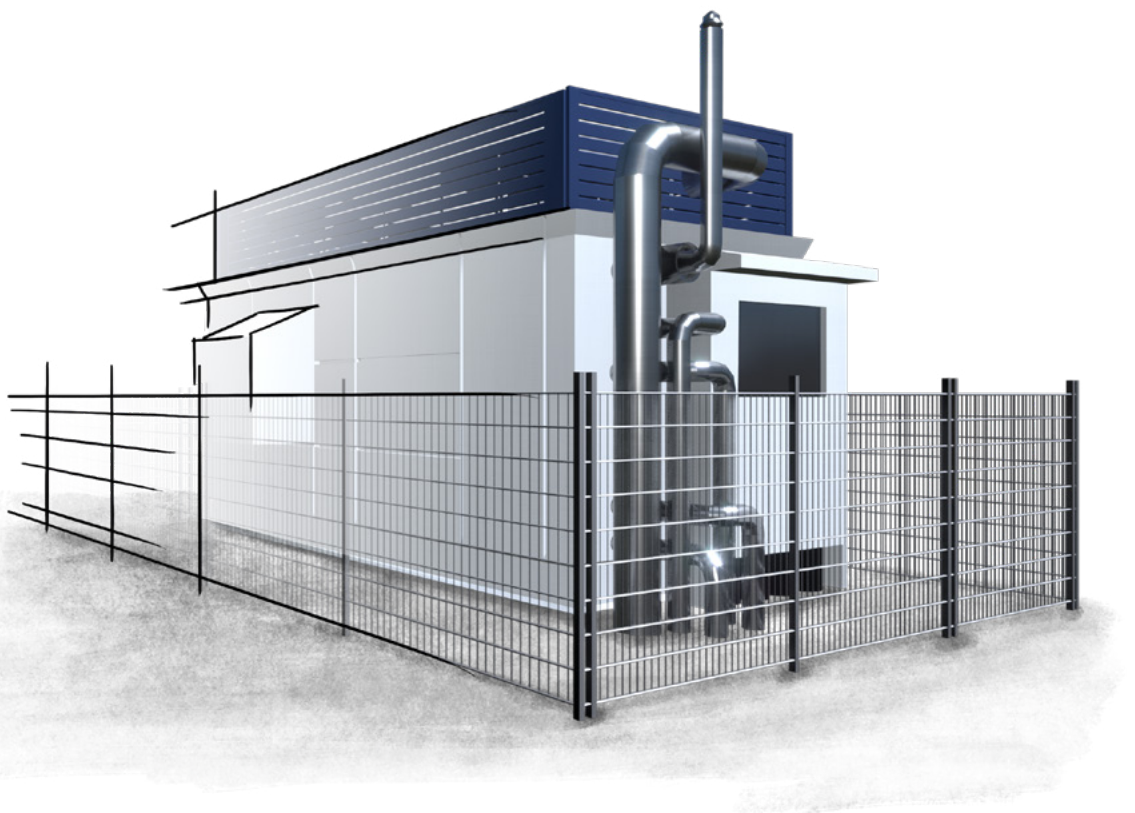
Eine Dimensionierung der Anlagengröße muss im Rahmen weiterer Planungsschritte noch durchgeführt werden. Insbesondere stellt sich die Frage nach der Größe des Elektrolyseurs, die aber auch abhängig von den verfügbaren PV- und ggfs. Windkraft-Kapazitäten ist. Ziel sollte immer eine möglichst hohe Auslastung des Elektrolyseurs sein. Mit einem zusätzlichen Batteriespeicher könnte ein Betrieb über Nacht ermöglicht werden.

Ein Nahwärmenetz würde nach derzeitiger Einschätzung einen Energiebedarf von rund 1,8 Mio. – 2 Mio. kWh haben und eine Erzeugerleistung von rund 1,5 MW benötigen. Um die Gesamteffizienz des Systems zu erhöhen, sollte die Nutzung der Abwärme des Elektrolyseurs in die Planungsvorhaben mit einbezogen werden. Die Abwärme fällt mit der Auslastung des Elektrolyseurs zusammen. Dies bedeutet, dass voraussichtlich mehr Abwärme in den warmen und sonnenreichen Jahreszeiten zur Verfügung steht, wenn gleichzeitig der Wärmebedarf eher niedrig ist. Es müssen daher weitere sinnvolle Wärmesenken identifiziert werden.

Wenn das Projekt erfolgreich verläuft, ist eine Ausweitung des Projektes über weitere Gemeinden in der Region denkbar.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Von Beginn an wird die Bevölkerung durch öffentliche Beteiligungsverfahren über die Pläne informiert und somit frühzeitig für Akzeptanz gesorgt. Es fanden bereits eine Projektvorstellung im Gemeinderat statt, um zu klären, ob Rückhalt in der Einwohnerschaft für Freiflächenanlagen gegeben ist. Auch bei den weiteren Entwicklungsschritten ist die Einbeziehung der Menschen vor Ort vorgesehen.
- Auf die Identifizierung konkreter Flächen folgt die Planung und Umsetzung der PV-Anlage.
- Wenn die PV-Anlage errichtet werden kann, müssen die Entscheidungen bzgl. eines reinen Nahwärmenetzes oder dem Aufbau eines zukünftig mit grünem Wasserstoff versorgten Gasnetzes getroffen werden. Entsprechende Genehmigungs- und Planungsschritte für den Bau von Elektrolyse und BHKW sind anzustoßen.
- Langfristig ist die Ausweitung auf weitere Ortsteile der Kommune und Gemeinden angedacht.
- Ideengeber sind Frank Schubert, Fahrzeugbau Schubert und Gemeinderat Thomas Hahn aus Trebgast.



Wasserstoffanwendungen im Straßenverkehr

Der klimabedingte Handlungsdruck, in der Verkehrsbranche etwas gegen die seit 1990 steigenden CO₂-Ausstöße zu tun, ist entsprechend groß. Die CO₂-Einsparungspotentiale sind besonders im Verkehrssektor noch nicht entscheidend ausgeschöpft.

Der Einsatz von Wasserstoff ist neben dem Einsatz von batteriebetriebenen Antrieben ein relevantes Kriterium für die Reduzierung der lokalen, klimaschädlichen Luftschadstoffe. Handelt es sich dabei um grünen Wasserstoff, dann wird mit seiner Nutzung zudem auch den überregionalen bzw. globalen Klimazielen Rechnung getragen. In der Clean Vehicles Directive (CVD) der EU-Kommission, die in deutsches Recht übertragen wurde, sind feste Quoten für die Beschaffung emissionsarmer bzw. -freier Fahrzeuge im Rahmen der öffentlichen Auftragsvergabe vorgeschrieben. Werden für die öffentliche Hand neue Fahrzeuge angeschafft (u. a. durch Ausschreibungen

oder Vergabeverfahren), sind Mindestziele, die für zwei Referenzzeiträume bis 2030 festgelegt wurden, zu berücksichtigen.

Doch auch für privatwirtschaftliche Betriebe wird der Handlungsdruck zunehmend größer. Immer mehr Unternehmen und Kunden setzen Klimaneutralität für langfristige Kooperationen voraus. Bspw. Logistik-Unternehmen müssen sich tagtäglich mit regionaler und überregionaler Konkurrenz messen.

Mit der avisierten Errichtung einer H₂-Tankstelle im Kulmbacher Gewerbegebiet ‚Am Goldenen Feld‘ wird die Voraussetzung für den regionalen Markthochlauf der Wasserstoffmobilität geschaffen. Zudem wird die Akzeptanz in der Bevölkerung sowie in der Wirtschaft durch einen steigenden Fahrzeugbestand sukzessive ansteigen.

Regionale Herausforderungen

- Entscheidend für den Einsatz von H₂-Lkw und schweren H₂-Nutz- und -Baufahrzeugen ist neben der Verfügbarkeit der Fahrzeuge vor allem eine verlässliche Tankinfrastruktur. Idealerweise sollten Tankanlagen in unmittelbarer Nähe zu den Betriebshöfen errichtet werden, mindestens aber entlang der üblichen Strecken.
- Eine Umstellung auf Brennstoffzellen-Schwerlastfahrzeuge ist insbesondere für kleinere Unternehmen nur mit hohem Risiko zu leisten bzw. finanziell nicht allein zu stemmen. Finanzielle Förderungen zur Anschaffung der Fahrzeuge auch in geringen Stückzahlen würden das Risiko minimieren.
- Die Finanzierung von H₂-Fahrzeugen stellt eine große Hürde für Logistik- und Bauunternehmen dar, die im starken regionalen und überregionalen Wettbewerb stehen. Die Investitionskosten für alternative Antriebe übersteigen die Kosten konventioneller Fahrzeuge stark, Förderprogramme auf Bundes- und Landesebene können die Lücke zu den bisherigen Kosten nur teilweise schließen. Während die Beschaffung erster Fahrzeuge noch von hohen Förderquoten profitiert, stellt die Umrüstung größerer Teile des Fuhrparks immense finanzielle Hürden dar.

- Es gibt noch nicht für alle Anwendungsfälle geeignete BZ-Fahrzeuge. Insbesondere im Bereich des Schwerlastverkehrs und v.a. der Baumaschinen sind keine Sonderfahrzeuge (in Serie) verfügbar. Die Verfügbarkeit von H₂-Nutzfahrzeugen steigt an, Serienreife ist aber nur bei wenigen Modellen erreicht.
- Mit dem Einsatz neuer Antriebstechnologien gehen auch neue Herausforderungen im Bereich Service und Wartung einher.

Lösungsansätze

Für den Landkreis Kulmbach ergeben sich verschiedenartige Anwendungsmöglichkeiten innerhalb des Verkehrssektors von Wasserstoff:

- Im Schwerlastverkehr kommen Lkw, Abfallsammelfahrzeuge sowie Busse für den Einsatz von Wasserstoff in Frage. Wasserstoff kann bei langen Distanzen, anspruchsvollen Profilen oder besonderen Anforderungen der batterieelektrischen Alternative überlegen sein.
- Im besonderen Maße gilt dies für energieintensive Sonderfahrzeuge und schwere Baumaschinen, wie sie bspw. im Steinbruch zum Einsatz kommen. Bisher gibt

es allerdings noch keine serienreifen Modelle, weswegen hier insbesondere Umrüstungsfirmen berücksichtigt werden. Hinzu kommt, dass womöglich eine eigene Tankinfrastruktur nötig ist, da die Fahrzeuge für den üblichen Straßenverkehr teilweise nicht zugelassen sind.

- Auch für weitere Arbeitsgeräte, wie bspw. Kehrmaschinen oder Flurförderfahrzeuge (z. B. Gabelstapler) kommt der Einsatz von Wasserstoff in Frage. Zahlreiche Praxisbeispiele stellen die Einsatzfähigkeit unter Beweis.
- Leichte Nutzfahrzeuge, Transporter oder Vans machen einen Großteil vieler Firmenflotten aus. Je nach Beanspruchung der Fahrzeuge kann auch hier der Einsatz von Wasserstoff von Vorteil sein.
- Brennstoffzellenautos mit Wasserstoff gelten als saubere Alternative zu Pkw mit Verbrennungsmotoren. Im Gegensatz zu batteriebetriebenen E-Autos wird die elektrische Energie nicht in großen Batterien gespeichert, sondern während der Fahrt erzeugt. Durch die Energie, die zunächst für die Gewinnung von Wasserstoff aufgewendet werden muss, verliert die Brennstoffzelle jedoch gegenüber der direkten Nutzung des Stroms mit einem Batterieantrieb an Effizienz. Aufgrund dieses geringeren Wirkungsgrades sollte der Einsatz von Wasserstoff in Pkw sorgfältig geprüft werden.
- Eine Bündelung von Fahrzeugbestellungen, um eine gemeinsame Beschaffung über Rahmenvereinbarungen zu erzielen, erhöht das Interesse der Hersteller zur Angebotsabgabe und kann bei Preisverhandlungen eine Wirkung erzielen.
- Um Investitionsrisiken zu minimieren, sollte die Nutzung von Fahrzeug-Miet-Angeboten (pay-per-use) berücksichtigt werden. Zudem wird dabei Service & Wartung von den Anbietern übernommen.

Externer Unterstützungsbedarf

Es braucht eine Gewissheit über die politische Unterstützung beim Ausbau klimafreundlicher Antriebe, bspw. über die dauerhafte finanzielle Unterstützung bei der Beschaffung (Extrakosten im Vergleich zu klassischen Verbrennern), die Befreiung von Maut oder steuerliche Begünstigungen. Ohne jegliche Gewissheit besteht bei Unternehmen keine Planungssicherheit, die essenziell für den Umstieg der Antriebstechnologien ist.

In Einzelfällen können in Auftrag gegebene Machbarkeitsstudien Aufschluss geben über die Sinnhaftigkeit des Einsatzes von Wasserstoff (bspw. im ÖPNV oder bei Abfallsammelfahrzeugen).

Umsetzungsstrategie

- Die Investitionskosten für Wasserstoff-Lkw sind enorm, gleichzeitig müssen auch die Versorgung mit (grünem) Wasserstoff sowie Service und Wartung mitgeplant werden. Leasing-Modelle, wie bspw. die des HyLane-Projekts, können dabei helfen, schnell und unkompliziert Erfahrungen mit dem Einsatz von BZ-Fahrzeugen zu sammeln.
- Kooperationen mit Firmen, die sich auf die Umrüstung von Fahrzeugen spezialisieren oder Prototypen entwickeln, ermöglichen das Experimentieren mit Sonderfahrzeugen, wie sie bspw. in der Bauwirtschaft zum Einsatz kommen.
- Die höheren Kosten, die durch den Einsatz von alternativen Antrieben entstehen, werden auf den Endkunden übertragen oder von Auftraggebern übernommen werden müssen. Es braucht daher ein klares Bekenntnis zu nachhaltiger Mobilität und die Bereitschaft, dies entsprechend finanzieren zu wollen. Das Konzept der Scope 3-Emissionen muss implementiert werden.
- Beim Thema Service und Wartung bieten sich regionale Kooperationen mit Werkstätten, Herstellern und anderen Nutzern an. Denkbar wäre das Errichten regionaler Service-Hubs. Hier sollten zum einen Forschungseinrichtungen und Akademien einbezogen werden, zum anderen aber auch Bildungs- und Schulungseinrichtungen.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Die geplante Errichtung der H₂-Tankstelle im Gewerbegebiet ‚Am Goldenen Feld‘ gilt als Nukleus weiterer Aktivitäten im Bereich der Mobilität bzw. der Fahrzeugbeschaffung.
- Beschaffung von Sonderfahrzeugen frühestens ab 2025 und unter der Bedingung, dass die Infrastruktur begleitend dazu aufgebaut wird oder bereits vorhanden ist.
- Aktuelle Fördermöglichkeiten auf Bundes- und Landesebene für die jeweiligen Fahrzeugtypen werden regelmäßig geprüft und für die Beschaffung von Fahrzeugen eingeplant.

Wasserstoffanwendungen im Schienenverkehr

Der Landkreis Kulmbach liegt mit seinem Schienennetz auf der größten „Dieselinsel“ Deutschlands: In Nordostbayern befinden sich rund 450 Kilometer nicht elektrifizierte Bahnstrecken. Das bayerische Ziel der Klimaneutralität bis 2040 ist hier nur mit weitreichenden und rechtzeitigen Weichenstellungen für den Schienenverkehr zu erreichen. Dieselbetriebene Schienenfahrzeuge verkehren technisch bedingt langsamer als Elektroantriebe und verhindern einen hochwertigen Schienen- sowie wirtschaftlichen

Güterverkehr, belasten die Umwelt und tragen nicht zur Erreichung der Klimaziele bei.

Um das Infrastrukturdefizit der sog. Oberfrankenachse zu überwinden, muss die Gesamtregion im Kontext weiterer großer Projekte in Nordbayern betrachtet werden. Die Erneuerung der Franken-Sachsen-Magistrale ist als zentrale Voraussetzung für weitere Maßnahmen für den Nahverkehr in Kulmbach zu sehen.

Regionale Herausforderungen

- Bis 2040 möchte der Freistaat Bayern den Einsatz von Dieselfahrzeugen im bayerischen SPNV beenden. Da bis zu diesem Zeitpunkt eine vollständige Elektrifizierung des Schienennetzes nicht realisierbar ist und vermutlich auch längerfristig nicht flächendeckend erfolgen wird, setzt dies den Einsatz von alternativen Antriebstechnologien voraus ohne dabei das perspektivische Ziel der vollständigen Elektrifizierung insbesondere wichtiger Relationen wie der Franken-Sachsen-Magistrale außer Acht zu lassen. Dies betrifft in besonderem Maße die Diesel-Insel in weiten Teilen Ober- und Mittelfrankens sowie der Oberpfalz, für deren Beseitigung die Anrainer seit Jahren kämpfen.
- Der sogenannten „Oberfranken-Achse“ kommt dabei eine Schlüsselrolle zu. Einerseits aufgrund ihrer geostrategischen Lage und ihrer unterschiedlichen Streckenprofile zwischen den vier Oberzentren Bamberg, Coburg, Bayreuth und Hof. Andererseits, weil sie trotz vielseitiger Bemühungen zwar nicht in den vordringlichen Bedarf des Bundesverkehrswegeplans 2030 mit aufgenommen wurde, ihr aber seitens des BMDV attestiert wurde „gut für eine Teilelektrifizierung mit Batterie-Hybridfahrzeugen“ geeignet zu sein. Der Bericht der Beschleunigungskommission Schiene vom 13.12.2022 macht Vorschläge, wie deutlich mehr Verkehre auf die Schiene gebracht werden könnten und verweist auf die Vorschläge des VDV, der Vorschläge für ein Sonderprogramm zur Finanzierung von Elektrifizierungsvorhaben und Hybridlösungen macht. Die „Oberfranken-Achse“ ist dabei mit allen Teilstrecken unter der Kategorie A (dringlich) und auf ganzer Länge zur Elektrifizierung mit Oberleitung ausgewiesen.

Teilstrecken sind demnach dringlich für den Nahverkehr, den Güterverkehr und als Entlastungsstrecke für bestehende Verkehrswege in Ballungsräume wie die ICE-Strecke München-Berlin ausgewiesen.

Lösungsansätze

- Der Landkreis Kulmbach möchte in Zusammenarbeit mit dem Freistaat Bayern untersuchen lassen, wie die heutigen Dieserverkehre im Bereich der „Oberfranken-Achse“ schon vor einer Vollelektrifizierung auf lokal emissionsfreie Antriebe umgestellt werden können.
- Die Förderung einer entsprechenden Machbarkeitsstudie für die „Oberfranken-Achse“ wurde durch den Projektträger Jülich mit Eingang des Förderbescheids am 9. Dezember 2022 für den Antragsteller Landkreis Kulmbach in Vertretung der IGE Interessengemeinschaft Oberfranken-Achse positiv beschieden.
- Zielstellung ist die Beendigung des Dieserverkehrs im Bereich der „Oberfranken-Achse“ in folgenden Schritten: Zum Dezember 2032 soll der SPNV im Netz „Expressverkehr Nordostbayern“ auf neue Hybrid-Fahrzeuge mit Neigetechneik umgestellt werden, die über einen Akku sowie einen Brennstoffzellen-Antrieb verfügen. Unter Maßgabe einer vollständigen Elektrifizierung der Franken-Sachsen-Magistrale (Nürnberg-Marktredwitz-Cheb/Hof) und des Ostkorridor Süd (Hof-Regensburg) bis 2040 sollen diese Verkehre auf Akku- und Oberleitungsbetrieb (ohne Brennstoffzelle) umgestellt werden. Zum Dezember 2035 soll der SPNV im Netz „Regionalverkehr Oberfranken“ auf Neufahrzeuge mit Akku-Antrieb umgestellt werden. Unter Maßgabe einer vollständigen Elektrifizierung der

Franken-Sachsen-Magistrale (Nürnberg-Marktredwitz-Cheb/Hof) und des Ostkorridor Süd (Hof-Regensburg) bis 2040 soll der Schienengüterverkehr im Bereich der „Oberfranken-Achse“ auf lokal emissionsfreie Antriebe umgestellt werden.

Externer Unterstützungsbedarf

Die Erneuerung der Bahninfrastruktur als Voraussetzung für den Einsatz von Wasserstoffzügen liegt nicht in der alleinigen Entscheidungsmacht der Region Kulmbach, sondern muss von dem jeweiligen Bahnnetzbetreiber initiiert werden. Hinzu kommt, dass die Neugestaltung des im Landkreis verkehrenden Bahnverkehrs maßgeblich von den Aktivitäten rund um die Franken-Sachsen-Magistrale abhängig ist.

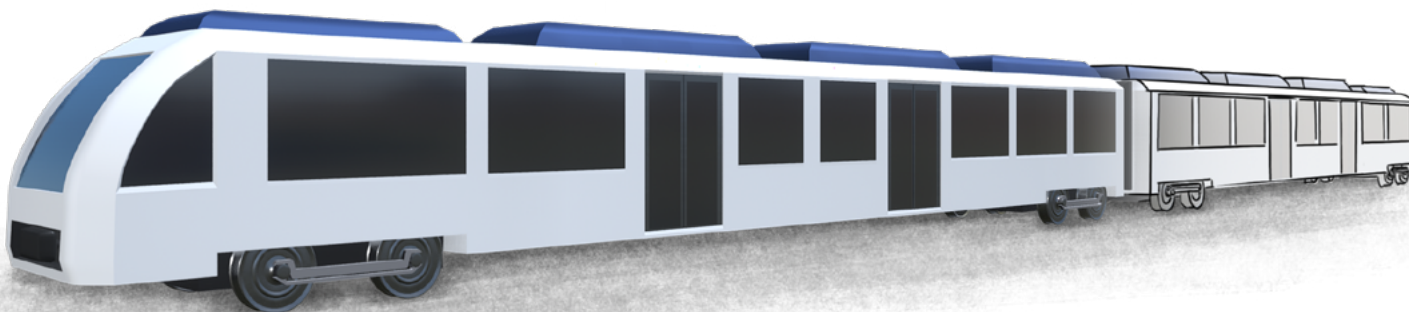
Bezüglich des Einsatzes von Wasserstoff-Zügen lässt sich keine allgemeingültige Aussage hinsichtlich der Sinnhaftigkeit treffen. Für jede Strecke ist individuell zu prüfen, was das beste Alternativkonzept ist. Manchmal sind es Batterien und Oberleitunginseln (also kurze Nachladeabschnitte), manchmal nur Brennstoffzellen. Gutachter bewerten die Wirtschaftlichkeit von Wasserstoffzügen bisher sehr unterschiedlich. Nichtsdestotrotz ist das Einholen von externem Expertenrat in jedem Fall zu empfehlen.

Umsetzungsstrategie

In Deutschland werden bereits Züge mit BZ-Antrieb im Personenverkehr eingesetzt, insb. auf Strecken ohne bzw. mit wenig Oberleitung. Die Eignung für batterieelektrische Züge ist abhängig von Steigungswerten, Umlauflänge sowie den Lademöglichkeiten. Bei BZ-Zügen sind je nach Topografie bis zu 1.000 km mit einer Tankfüllung (ca. 180 kg bei 350 bar) möglich. BZ-Züge sind von verschiedenen Herstellern verfügbar, in Deutschland wird vorzugsweise der Alstom Coradia iLint sowie der Mireo Plus H von Siemens Mobility in Kooperation mit der Deutschen Bahn AG eingesetzt. Die Modelle gibt es in verschiedenen Größenordnungen zwischen 120 – 165 Sitzplätzen. Für die Betankung von Wasserstoffzügen empfiehlt es sich, Tankmöglichkeiten am Depot zu errichten. Für die Betankung wird üblicherweise die 350 bar Druckstufe verwendet. Aufgrund der gedrosselten Tankgeschwindigkeit kann auf eine Kühlung verzichtet werden. Die örtliche Nähe zu weiteren Akteuren ist sinnvoll, um die Tankstelle ggf. auch für Straßenfahrzeuge auszulegen.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

Herr Landrat Söllner ist 1. Sprecher der IGE Oberfranken-Achse und treibt die Idee voran.



Qualifizierung von Berufskraftfahrerinnen und -fahrern an der Verkehrsakademie

Die Verkehrsakademie in Kulmbach bietet von Führerscheinkursen in Vollzeitform für alle Fahrerlaubnisklassen über Gefahrgutlehrgänge aller Gefahrenklassen und Verkehrsträger, der Vorbereitung angehender Unternehmerinnen und Unternehmer auf die Sach- und Fachkunde bis hin zu Sicherheits- und Energiespartrainings die gesamte Schulungspalette bzw. Komplettdienstleistung der Verkehrswirtschaft an. Zudem dient sie stellenweise auch als Plattform für die Vorstellung von Berufsfeldern in der Verkehrs- und Logistikbranche und somit als Anlaufpunkt für potentielle Arbeitnehmende.

Mit dem frühzeitigen Einbinden der Brennstoffzellentechnologien im Schwerlastverkehr sowie der Logistik werden

die zukünftigen Berufskraftfahrerinnen und -fahrer schon früh an Wasserstoff herangeführt und für das Thema sensibilisiert. Denn mit dem Einsatz neuer Antriebstechnologien gehen Herausforderungen im Bereich Service und Wartung einher. Es gibt noch wenig qualifiziertes Personal im Wasserstoffbereich. Insbesondere beim Einsatz von Wasserstoff herrschen in der öffentlichen Debatte teilweise noch unbegründete Vorurteile gegenüber der Technologie. Die Verkehrsakademie kann dem auf praktischer Ebene durch das Erleben eigener Erfahrungen präventiv entgegenwirken. Diverse Unternehmen in der Region, die ihren Fuhrpark perspektivisch auf klimafreundliche Antriebe umstellen müssen, können davon profitieren.

Regionale Herausforderungen

- Entscheidend für den Einsatz von H₂-Lkw und schweren H₂-Nutzfahrzeugen ist neben der Verfügbarkeit der Fahrzeuge vor allem eine verlässliche Tankinfrastruktur. Die Errichtung der geplanten Tankstelle in unmittelbarer Nähe zum Standort der Akademie ist daher Voraussetzung für das Vorhaben.
- Die Marktverfügbarkeit von BZ-Lkw sowie Bussen steigt stetig an, Serienreife ist bisher jedoch nur bei wenigen Modellen erreicht. In den kommenden Jahren ist nach Angaben verschiedener Hersteller eine größere Auswahl zu erwarten.
- Derzeit gibt es lange Lieferzeiten für Bestellungen von BZ-Lkw. Eine frühzeitige Planung mit einem langen Zeithorizont ist erforderlich.
- Die Finanzierung von H₂-Fahrzeugen stellt eine große Hürde für Unternehmen dar. Die Investitionskosten für alternative Antriebe übersteigen die Kosten konventioneller Fahrzeuge stark, Förderprogramme auf Bundes- und Landesebene können die Lücke zu den Kosten teilweise schließen.

Lösungsansätze

Die Verkehrsakademie hat die Absicht, mit der Anschaffung von BZ-Lkw und -Bussen eine weitere Antriebsart für ihre Schulungszwecke einzuführen. Diese sollen zum einen den Fahrschulbetrieb um eine weitere Antriebsart erweitern, zum anderen auch die Möglichkeit bieten, Mitarbeitende der Hersteller für ihre eigenen Kunden und deren Großkunden zu schulen sowie Erprobungsfahrten für bspw. BZ-Lkw-Hersteller durchzuführen.

Umsetzungsstrategie

Die Verkehrsakademie liegt geographisch in unmittelbarer Nähe zum geplanten Standort der Wasserstofftankstelle im Gewerbegebiet Kulmbach. Das ist gleichzeitig auch eine Bedingung bzw. Voraussetzung für die Anschaffung eines BZ-Lkw und daraus folgend dem Anbieten von Qualifizierungsmaßnahmen rund um wasserstoffbetriebene Fahrzeuge an der Verkehrsakademie. Der zu erwartende Wasserstoffbedarf kann durch die öffentliche Tankstelle gut abgedeckt werden.

Die Schulung der eigenen Mitarbeitenden, die wiederum befähigt sind, ihre Kenntnisse in der Aus- und Weiterbildungsstätte weiterzugeben, steht nach der Anschaffung entsprechender Fahrzeuge im Vordergrund.

Zur Ergänzung könnte ein Austausch mit ähnlichen Vorhaben und Projekten in Deutschland angestrebt werden. Beispielsweise ist hier das Projekt „Mitarbeiterqualifizierung für H₂ Fahrzeuge im Logistikbereich“ aus der Region Braunschweig – Wolfsburg⁵ zu nennen. Dort werden Änderungen bei den technischen, organisatorischen und betriebswirtschaftlichen Prozessen im Unternehmen beim Einsatz von H₂-Fahrzeugen identifiziert. In enger Kooperation mit Partnern aus Werkstätten und (Aus-) Bildungseinrichtungen werden kompatible Lern-, Ausbildungs- und Weiterbildungsmodulare entwickelt und weiterentwickelt, sowie Organisationsprozesse optimiert.

Mit der Implementierung einfacher Sicherheitsvorkehrungen ist die Arbeit an den Gassystemen der Fahrzeuge auch in geschlossenen Räumen möglich. Sollte Wasserstoff aus dem System austreten, können mit Druckluft zugehaltene Dachluken durch einen Wasserstoff-Sensor das Entweichen von Wasserstoff ermöglichen und das entzündbare Gas umgehend aus der Halle ableiten. Die notwendige Technik ist vergleichsweise günstig zu erstehen und kann in jeder Halle nachgerüstet werden.

⁵ <https://www.allianz-fuer-die-region.de/mobilitaet/mitarbeiter-qualifizierung-fuer-h2-fahrzeuge-im-logistikbereich>

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Kurzfristig gilt es mögliche Kooperationen mit regionalen ÖPNV-Anbietern und Logistikunternehmen zu prüfen und aufzubauen.
- Für die Beschaffung von Fahrzeugen sind passende Fördermöglichkeiten unabdingbar. Aktuelle Förderprogramme müssen genutzt werden, wenn die Entscheidung zur Beschaffung gefallen ist.
- Mittelfristig wird das Lernfeld „Wasserstoff-Mobilität“ in die Ausbildung von Berufskraftfahrerinnen und -fahrern integriert.

Ideengeber der Aktivitäten ist Herr Michael Möschel, Geschäftsführer der Verkehrsakademie Kulmbach.



H₂

Sensibilisierung und Qualifizierung in der Berufsschule

Durch Bildung werden Menschen mit Fähigkeiten ausgestattet, die das Ausführen ihrer Arbeitsaufgaben effizienter, produktiver und letztendlich erfolgreicher machen. Darüber hinaus vermittelt es das Know-How und die Kompetenzen, die dazu beitragen, neue Innovationen und Ideen zu entwickeln, welche wiederum technologischen Fortschritt nach sich ziehen. Vor allem der Wasserstoffwirtschaft kommt bei der Betrachtung von Bildungsmaßnahmen, insbesondere innerhalb der handwerklichen Berufsbildung, eine bedeutende Rolle zu, da sich Kompetenzanforderungen mit Hinblick auf die Nutzung von Wasserstoff verändern. Neben akademischen, technischen und Ingenieurs-Fachkräften werden zunehmend insbesondere ausgebildete Fachkräfte aus dem Handwerk gebraucht. Diese beruflich ausgebildeten Fachkräfte können dann als fachkundige Expertinnen und Experten an Maschinen und Anlagen zum Einsatz kommen, mit

denen Wasserstoff hergestellt, transportiert, gespeichert und/oder verwertet wird. Daraus leiten sich neue Qualifizierungsmaßnahmen für Wasserstofftechnologien und -anwendungen ab, die auch dem zukünftigen Fachkräftebedarf ausreichend gerecht werden sollen. Letztendlich ist es die regionale Wirtschaft, die durch fachspezifische Kompetenzen in dem vielfältigen Einsatzbereich von Wasserstoff gestärkt wird.

Bei einer Umfrage der acatech im Zuge der Nationalen Wasserstoffstrategie wurde die Dringlichkeit von Qualifizierungsmaßnahmen aus Sorge vor zu wenig qualifiziertem Personal sehr deutlich: Rund 80 Prozent der Befragten sehen akuten Handlungsbedarf und messen dem Thema große Bedeutung zu. 45 Prozent sind zudem der Ansicht, dass sehr schnell etwas passieren muss.

Regionale Herausforderungen

- Herausfordernd ist der allgemeine Fachkräftemangel, der vor allem stark im Handwerk zu spüren ist. Er macht die Rekrutierung von Nachwuchs sowie die Um- und Weiterbildung von bestehendem Personal für die Wasserstoffwirtschaft zu einer langfristigen Aufgabe.
- Bisher gibt es nur wenig Schulungspersonal, das mit den neuen Technologien vertraut ist.
- Die perspektivische Anpassung der Curricula und Lehrprogramme erfordert ein koordiniertes Vorgehen, insbesondere in Politik, Verwaltung und Berufskammern.

Lösungsansätze

- Die Berufsschule in Kulmbach bildet derzeit Fachkräfte in den Bereichen Fahrzeugtechnik & Versorgungstechnik (Anlagenmechanik für SHK, Mechatronik für Kälte- und Klimatechnik) aus. Damit Wasserstoff als Zukunftsträger in der Region ein besseres technisches Fundament bekommt, müssen bereits frühzeitig die Grundlagen dafür geschaffen werden. Abgestimmt auf das Bildungskonzept der Berufsschule könnten zunächst im Rahmen von Vortragsreihen der Einsatz von Wasserstoff den Schülerinnen und Schülern nähergebracht werden. Hierbei liegt ein besonderer Fokus auf dem Handwerksberuf.
- Zukünftig kann je nach Interesse auf den Erfahrungen aufgebaut und die Thematik fest in den Lehrplänen verankert werden.
- Mit Zertifikaten wird die Teilnahme an den Vorträgen bestätigt.

Externer Unterstützungsbedarf

Die Einführung von Bildungsangeboten in der Berufsschule muss in Abstimmung mit dem Lehrplan und dem jeweiligen Bildungskonzept der Fachbereiche erfolgen. Herausfordernd ist anfangs die Verfügbarkeit von qualifizierten Lehrkräften. Hier kann zunächst auf die Erfahrungswerte lokaler Unternehmer aufgebaut werden, die ihr Wissen aus einer praktischen Perspektive weitervermitteln können. Darüber hinaus können auch gezielt Leute aus anderen Regionen angefragt bzw. angeworben werden, die ähnliche Ziele verfolgen (bspw. Weiterbildungszentrum für innovative Energietechnologien WBZU der Handwerkskammer Ulm). Auch das Niedersächsische Wasserstoff-Netzwerk hat bereits frühzeitig einen Fokus auf Qualifizierung von Fachkräften im Bereich Wasserstoff gelegt.

Umsetzungsstrategie

Zunächst ist eine Vortragsreihe in Abstimmung mit dem Lehrplan der Berufsschule bestehend aus Inhalten mit Praxisbezug geplant. Darauf aufbauend kann in einem weiteren Schritt das Curriculum angepasst und Wasserstoff fest in das Lehrprogramm integriert werden. Für

die Anpassung des Lehrplans müssen sich im Vorfeld die Berufsbildungsausschüsse der Kammern mit der Thematik auseinandersetzen und bestimmen, für welche Berufsbilder es konkret in Frage kommt. Diese Ausschüsse bestehen aus Mitgliedern der Gewerkschaft, der Schule sowie politischen Arbeitsgruppen. Infolgedessen werden in diesen Arbeitsgruppen die Inhalte festgelegt und schlussendlich in den Lehrplan integriert.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Konkrete Ausgestaltung und Definition der Inhalte für die Berufsbilder wird kurzfristig angestrebt.
- Geeignete Lehrkräfte werden gesucht und entsprechend qualifiziert.
- Ideengeber Hans Schwender ist Obermeister und Geschäftsführer der Schwender Energie- und Gebäudetechnik GmbH mit Sitz in Thurnau. Gleichzeitig ist er politisch als Kreisrat aktiv und verfügt somit über das Netzwerk und die Möglichkeiten, das Vorhaben in die Umsetzung zu bringen.



Klimacampus Kulmbach, Hy.Efficient!

Die Universität Bayreuth hat unter dem Titel Hy.Efficient! eine Wasserstoffstrategie veröffentlicht. Zur Erforschung, Entwicklung und Erprobung innovativer Konzepte und verbesserter Technologien im Themenfeld Wasserstoff bringt sie mit ihren verschiedenen Fakultäten und Forschungseinrichtungen ihre bereits große Expertise ein, baut diese zielgerichtet weiter aus und vernetzt sie sowohl intern als auch nach außen. Von der Erzeugung über die Logistik mit Speicherung und Transport bis hin zur Anwendung deckt sie die gesamte Prozesskette des Wasserstoffs ab und fügt diese Elemente nicht zuletzt durch ihre Integration zu einem optimierten Energiesystem zusammen. In diesem Zusammenhang betreiben sie bereits einige Forschungsaktivitäten, u.a. im ZET-Reallabor am Energiepark Wunsiedel, wo eine der größten Elektrolyse-Anlagen Deutschlands im Betrieb ist.

In Kulmbach wurde im Herbst 2022 die neu gegründete Fakultät für Lebenswissenschaften: Lebensmittel, Ernährung und Gesundheit eröffnet. Hier werden Antworten zu Ernährungsfragen der Zukunft in einem interdisziplinären Ansatz mit einem Fokus auf Biowissenschaften gesucht.

Mit der Ansiedelung des neuen Außencampus in Kulmbach in der alten Spinnerei am Bahnhof sowie dem damit in Verbindung stehenden geplanten Neubau am Güterbahnhof, kam die Idee auf, Wasserstoff sektorenübergreifend einzusetzen: Wasserstoff könnte hier sowohl in der Gebäudeenergie, in der Lebensmittelforschung als auch in Mobilitätsanwendungen zum Einsatz kommen. Die zentrale Lage der beiden Grundstücke in Kulmbach gibt dem Ansatz zudem eine Signalwirkung, die nicht nur die Studierenden am Campus selbst betrifft, sondern darüber hinaus mit dem innovativen Versorgungskonzept als Vorbild für andere (Gewerbe-)Ansiedlungen dienen.

Durch den Einsatz regenerativer Energien werden Alternativen zu fossilen Energieträgern geschaffen, die nicht zuletzt durch die aktuelle Energiekrise an Bedeutung gewinnen. Erste Engpässe bei Wärmepumpen (Strompreis), Holzhackschnitzel- oder Pelletanlagen (Verfügbarkeit Biomasse) werden schon jetzt erkennbar. Insofern zielt das Vorhaben auf eine Steigerung der Effizienz und Resilienz des Energiesystems sowie Dekarbonisierung im Sinne des Klimaschutzes ab.

Herausforderungen & Einbettung in regionalen Kontext

- Die zentrale Herausforderung ist die Finanzierung der Wasserstofftechnologien, insbesondere die dadurch entstehenden Mehrkosten gegenüber üblichen Versorgungsmodellen.
- Anschaffung geeigneter Fahrzeuge ist derzeit teilweise noch mit längeren Lieferzeiten verbunden.
- Integration in die Planung des neu zu errichtenden Standorts am Güterbahnhof muss frühzeitig erfolgen.
- Der Reinheitsgrad des Wasserstoffs muss für Laboranwendungen passend sein.

Lösungsansätze

- Förderung im Rahmen des NIP (BMDV) prüfen oder im Energieforschungsprogramm – Angewandte nicht-nukleare Forschungsförderung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK).
- Hochschule kann Neubau mit Forschung verbinden.
- Mögliche Synergien in Kulmbach und der Region prüfen. Es käme bspw. eine Kooperation mit der geplanten Tankstelle im Gewerbegebiet in Frage.



Externer Unterstützungsbedarf

Der Freistaat Bayern hat bereits das Grundstück für den neuen Campus am Güterbahnhof erworben. Förderprogramme zur Gebäudeenergieversorgung für teilkritische Infrastruktur der Hochschule mit ihren Forschungseinrichtungen würden weiter unterstützend wirken. Die zu erwartenden Mehrkosten für die Installation der entsprechenden Anlagen sowie internen Infrastruktur sind ohne Förderung nicht finanzierbar.

Umsetzungsstrategie

Die Erzeugung grünen Stroms kann durch Dach- oder Fassaden-Photovoltaikanlagen abgedeckt werden. Ein Elektrolyseur würde zur Produktion des Wasserstoffs zum Einsatz kommen. Neben seiner Funktion als Energiespeicher könnte der Wasserstoff bspw. auch in der Laborgasversorgung für den Einsatz in den Laboren der Lebensmittelanalytik benutzt werden.

Der gespeicherte Wasserstoff würde in Brennstoffzellen rückverstromt oder zur Versorgung von BHKWs beigemischt werden. Bei der Integration in Mobilitätsanwendungen wären bspw. wasserstoffbetriebene Kleinbusse in Car-Sharing-Konzepten oder ein Brennstoffzellen-Shuttleverkehr zwischen dem Campus Kulmbach und Bayreuth als weiterer Abnehmer denkbar. Zudem kann eine wissenschaftliche Begleitforschung für innovative Gebäude-Energiekonzepte durch das Zentrum für Energietechnik (ZET) erfolgen.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Das Gebäude in der alten Spinnerei wurde bereits im November 2022 bezogen. Für den neu zu errichtenden Standort am alten Güterbahnhof wird der Projektantrag finalisiert.
- Der Freistaat Bayern hat das Grundstück dafür bereits im April 2022 erworben. Es gab zudem erste Gespräche mit Herrn Bernreiter, zuständiger Staatsminister im Bayerischen Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr.
- Als unmittelbar nächste Schritte sind die Suche nach geeigneten Förderprogrammen, die Durchführung einer Machbarkeitsstudie, das Entwickeln eines konkreten Energiekonzeptes sowie die Einreichung des Projektantrags vorgesehen.
- Matthias Welzl als Koordinator Wasserstoffforschung und -technologien der Universität Bayreuth ist Herausgeber dieser Idee.



Verstetigung der Netzwerkarbeit und H₂-Roadshow

In der Vorbereitung auf die HyStarter-Bewerbung wurden im Landkreis Kulmbach bereits eine Vielzahl lokaler Akteure angesprochen und in die Planung des Aufbaus einer Wasserstoffwirtschaft mit einbezogen. Daraus entstanden ist die H₂-Allianz Landkreis Kulmbach+, ein loser Zusammenschluss interessierter Bürgerinnen und Bürger, regionaler Akteure aus der Wirtschaft, der Wissenschaft und kommunalen Einrichtungen.

Mit Auszeichnung als HyStarter-Region und der kontinuierlichen Berichterstattung über den Projektverlauf konnte das Netzwerk stetig weiterwachsen und neue interessierte Akteure gewinnen.

Ein Meilenstein in der Projektlaufzeit war die Durchführung der H₂-Roadshow im Spätsommer 2022 in Kulmbach. Eine

Vielzahl namhafter Unternehmen und Forschungseinrichtungen präsentierten an zwei Tagen ihre Produkte und Forschungsgegenstände dem interessierten Fachpublikum und der Öffentlichkeit. Veranstaltungen wie die Roadshow sind essenziell für die Schaffung von Akzeptanz von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien, für die Gewinnung neuer und umsetzungswilliger Akteure sowie als Signal an die Landes- und Bundespolitik. Zusammen mit einer weiteren HyLand-Region aus Bayern gab es im Oktober 2022 eine Besichtigung der Wasserstoff-Anlagen in Haßfurt und Wunsiedel. Im Dezember 2022 wurde ein namhafter Hersteller von Wasserstofftankstellen besucht, um sich technisch weiterzubilden. Die 2. Wasserstoff-Roadshow findet am 22. u. 23. September 2023 statt. Geplant ist der jährliche Turnus.

Regionale Herausforderungen

- Ein geeignetes Format für die Zeit nach HyStarter identifizieren und planen. Koordination und Finanzierung muss geklärt sein.
- Wie kann das Kernteam weiterhin bestehen und handlungsfähig bleiben, das Netzwerk aber trotzdem offen für neue Interessentinnen und Interessenten sein?

Lösungsansätze

- Einführung einer koordinierenden Stelle am Landratsamt, um eine neutrale Plattform bzw. Anlaufstelle für Einzelaktivitäten in der Region zu bündeln und Wissen sowie Erfahrungen verfügbar zu machen.
- Um die finanziellen und personellen Kapazitäten zu schaffen, sollten Fördermöglichkeiten geprüft werden (z.B. im Rahmen der Kommunalrichtlinie).
- Synergien mit bestehenden (Klimaschutz-)Initiativen vertiefen und Austausch mit Netzwerken und Initiativen über den Landkreis hinaus fördern.
- Neben singulären Vernetzungs- und Informationsangeboten sowie dem kontinuierlichen Austausch der Akteure auf persönlicher Ebene gilt es, ein regelmäßiges Vernetzungsformat im Anschluss an die Strategiedialoge zu finden.

Externer Unterstützungsbedarf

Politische Unterstützung von Landeseinrichtungen und Akteuren wie der NOW auch nach „offizieller“ HyLand-Projektphase sind erwünscht. Unterstützungsbedarf besteht zum einen in der Förderung einer Netzwerkstelle, zum anderen weiterhin in der Unterstützung der Thematik durch den Landkreis Kulmbach.

Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Um die Netzwerk- und Öffentlichkeitsarbeit auch nach HyStarter weiterzuführen, ist die Fortsetzung der Roadshow bereits für den September 2023 geplant. Eine jährliche Fortsetzung der Veranstaltung ist vorstellbar. Für Planung und Durchführung wird um einen breiten Kreis an Unterstützerinnen/Unterstützern und Mitorganisatoren geworben.
- Kontakt mit überregionalen Akteuren und Initiativen gilt es zu vertiefen.
- Klärung der Frage nach einer Koordinationsstelle am Landratsamt und Prüfung geeigneter Fördermöglichkeiten. Eine Zusammenarbeit mit der regionalen IHK ist dabei denkbar.
- Aktivierung weiterer Akteure über das bestehende Netzwerk hinaus zur Teilnahme am Wasserstoff-Netzwerk.
- Gemeinsame Koordination von Erzeugungs- und Nachfrage-Projekten in der Region.

Vom Potenzial zur Umsetzung: Was der Landkreis mitbringt und was er jetzt braucht

Im Landkreis Kulmbach hat das vielseitige Akteursnetzwerk schon während der HyStarter-Phase ambitioniert Projektideen in die erste Phase des Umsetzungsprozesses gebracht. Aus diesen Aktivitäten und während des gesamten HyStarter-Prozesses haben sich einerseits an die Politik gerichtete, konkrete und praxisorientierte Wünsche und Forderungen ergeben. Andererseits haben sich auch Angebote zur Kooperation für Externe hervor getan. In diesem Kapitel sind beide Ansätze zusammengefasst mit dem Anspruch, nicht nur die hier aufgezeigten Ideen und Projektansätze durch entsprechende Rahmenbedingungen aus der Politik sowie der Industrie/Gewerbe erfolgreich in die Realisierung zu bringen, sondern darüber hinaus den Nährboden für weitere Ideen zu schaffen.

Appelle und Wünsche aus dem Akteurskreis an die Politik

Nationale wie auch landesweite **Förderprogramme** haben den HyStarter-Prozess und nahezu alle daraus entstandenen bzw. damit in Verbindung stehenden Aktivitäten erst ermöglicht. Sie sind Startschuss für einen Markthochlauf und daher auch in naher Zukunft noch unverzichtbar, damit Wasserstoff als Energieträger der Zukunft fest etabliert werden kann. Für eine bessere Nutzbarkeit der unterschiedlichen Förderprogramme aus Sicht der (potenziellen) Antragssteller aus dem Akteurskreis haben sich folgende Anregungen gesammelt:

- Die Zeiträume der Förderaufrufe sind mitunter zu kurz, sodass es bspw. Kommunen und Verwaltungen schwerfällt, darauf in der vorgegebenen Zeit zu reagieren.
- Aufgrund des noch sehr dynamischen Marktes kann es zu Unwägbarkeiten während und nach der Förderperiode kommen. Eine langfristige Planungssicherheit mit Versprechungen, die auch über den eigentlichen Förderzeitraum hinausgehen und lange Lieferzeiten berücksichtigen, könnte dem entgegenwirken.
- Förderprogramme sollten möglichst KMU-freundlich gestaltet sein und damit auch kleine Stückzahlen berücksichtigen.

- Die vom Fördermittelgeber bei der Bewertung der Anträge zugrunde gelegten Begrifflichkeiten, Kriterien und Zielvorstellungen sollten noch transparenter und konkreter bereits in den Förderaufrufen dargestellt werden, um die Förderfähigkeit eines Vorhabens in einem bestimmten Förderaufruf besser abschätzen sowie um von Anfang an die geeigneten Vorbereitungen treffen zu können.
- Bei der Festlegung der Zielvorstellungen, bspw. zur Fördermittel-Effizienz, durch den Fördermittelgeber sollte auf einigermaßen ausgeglichene Anforderungen an (Industrie-)Unternehmen auf der einen und Kommunen/kommunale Betriebe auf der anderen Seite geachtet werden. Auch Kommunen/kommunale Betriebe können bzw. müssen beim Thema Wasserstoff zu einem entscheidenden Akteur werden und sollten für diese mitunter kostenintensive Aufgabe ähnliche Mittel und Bedingungen zur Verfügung gestellt bekommen wie (Industrie-)Unternehmen.

Wasserstoff wird nicht zu Unrecht als Champagner der Energiewende bezeichnet. Auch wenn die Kostenprognosen heute schon deutlich positiver als noch vor einiger Zeit sind, wird es trotz aller Bemühungen und Anstrengungen in den nächsten Jahren noch ein knappes Gut bleiben und einen entsprechenden Marktpreis nach sich ziehen. Das gilt im besonderen Maße für grünen Wasserstoff. Ein **subventionierter Wasserstoffpreis** für einen vorgeschriebenen Zeitraum bis in den Markthochlauf hinein sorgt im Akteurskreis für anbieterseitige Investitionssicherheiten sowie für nachfrageseitige Planungssicherheiten. Analog zu der bekannten EEG-Umlage würden viele anfängliche Risiken abgefangen und der unvermeidliche Aufschwung vorangetrieben werden.

Die EU hat zur Senkung der CO₂-Emissionen den Verkehrssektor mit Strafzahlungen reglementiert. Werden zu viele umweltschädliche Autos in den Markt gebracht, fallen entsprechende Strafen an. Ähnlich verhält es sich mit der Clean Vehicles Directive bei der Beschaffung von Fahrzeugen für die öffentliche Hand. Der Akteurskreis wünscht sich, dass alle Einnahmen, die die öffentliche Hand aus diesen **CO₂-Strafzahlungen aus der Verkehrsbranche**

generiert, **dem Sektor erhalten bleiben sollen**. Eine Möglichkeit besteht bspw. darin, diese Summen in den Aufbau der Wasserstoff-Infrastruktur sowie Wasserstoffantrieben in Form von Förderungen zu reinvestieren, um den Zahlungskreislauf zugunsten des Umweltschutzes zu schließen.

Die Akteure aus der Region Kulmbach würden gerne **öffentliche Unternehmen bzw. privat-rechtlich organisierte Unternehmen** im mehrheitlichen oder vollen Eigentum des Staates bei der Energie- und Verkehrswende **als Vorreiter** auftreten sehen. Durch die enormen Flottengrößen könnten sie dem Markt einen regelrechten Schub verleihen und gehen gleichzeitig als Vorbild für private Unternehmen voran. Zudem bauen sich so mögliche Bedenken gegenüber der Technologie ab. Das gilt für den bundesweiten als auch den regionalen Kontext. Durch die Clean Vehicles Directive ist zwar die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge im öffentlichen Auftrag geregelt bzw. anhand von Quoten vorgeschrieben, allerdings findet die Umsetzung der Mindestziele auf lokaler Ebene noch zu wenig Anwendung in den Vergabekriterien oder dem Nahverkehrsplan.

Bei der Nutzung von erneuerbaren Energien zur Wasserstoffherzeugung gilt gemäß den Zielen der EU-Kommission mittel- und langfristig das Gebot der Zusätzlichkeit als Voraussetzung für Fördermöglichkeiten für den produzierten Wasserstoff v.a. in Form des Verkaufs von Treibhausgasminderungsquoten. Im Bestand befindliche Anlagen dürfen demnach ab 2028 nicht zur Erzeugung von Wasserstoff herangezogen werden, damit die verfügbare Energie an erster Stelle als grüner Direktstrom zur Verfügung steht. In der Region Kulmbach kommt es hingegen vor, dass insbesondere nachts Windkraftanlagen vom lokalen Netzbetreiber bei Netzengpässen abgeregelt werden müssen, um das Stromnetz aufgrund geringer Nachfrage bzw. zu hohem Angebot nicht zu überlasten. Hier bietet sich eine geeignete Situation, den **Überschussstrom zur Erzeugung von Wasserstoff nutzbar zu machen**. Im Rahmen dessen könnte die Möglichkeit eingeräumt werden, dauerhaft PPAs auch mit Betreibern von Bestandsanlagen abzuschließen, ohne dass der produzierte Wasserstoff seine „grüne“ Eigenschaft gemäß den Vorstellungen der

EU-Kommission und die damit zusammenhängende Fördermöglichkeiten verliert.

Die Energiewende ist ohne das Handwerk nicht umsetzbar. Letztendlich sind es die gut ausgebildeten Fachkräfte, die die Ideen und Konzepte in die Praxis umsetzen. Der allgemeine Fachkräftemangel macht sich jedoch insbesondere im Handwerk bemerkbar. Es braucht junge, motivierte Menschen, die begeistert von den Themen Energiewende, Wasserstoff und Technologie sind und aktiv die Weiterentwicklung der Infrastruktur mitgestalten wollen. **Den Standort Kulmbach attraktiv für junge Menschen machen**, muss ein zentraler Aspekt aller Wasserstoff-Aktivitäten im Landkreis sein.

Appelle und Wünsche aus dem Akteurskreis an die Industrie und Hersteller

Der Plan der Gas-Fernleitungsbetreiber sieht nach dem aktuellen Stand bis zum Jahr 2050 keine direkte Anbindung für den Landkreis Kulmbach vor. Im Gegenteil, Kulmbach wird voraussichtlich eine der letzten Regionen sein, die sich an das übergeordnete H₂-Back-Bone-Netz über die Nahversorger anschließen kann. Es wird sich zwar im Sinne der Dezentralität darum bemüht, den Großteil des Wasserstoffs regional zu erzeugen, jedoch sind auch diese Kapazitäten begrenzt und in Summe wird man auf Importe angewiesen sein (siehe Kapitel H₂-Potentiale der Region Kulmbach). Für eine dauerhafte Sicherstellung der Versorgung zu langfristig günstigen Bedingungen muss eine Anbindung an das übergeordnete Wasserstoffnetz gegeben sein. Insbesondere industrielle Abnehmer brauchen Planungssicherheit. Eine gesicherte Versorgung mit Wasserstoff über Pipelines würde der hiesigen Industrie die nötige Sicherheit geben, die für die Transformation nötig ist.

Nicht nur bei Kunden, auch bei Gewerbetreibenden herrscht stellenweise noch Skepsis bezüglich der Praxistauglichkeit und Sicherheit beim Umgang mit Wasserstoff. Hier sind alle Akteure gleichermaßen gefragt, dieser Skepsis entsprechend entgegenzuwirken. **Aufklärungskampagnen oder das Aufzeigen von Praxisbeispielen sorgen für Aufklärung** und Verständnis auf allen Seiten.

Für das Handwerk sind viele verschiedene Fahrzeugtypen im Einsatz. Von standardisierten Transportern bis hin zu individualisierten Baumaschinen gibt es eine große Bandbreite, die sich für den Einsatz von Wasserstoff aufgrund der hohen Einsatzdauern eignen. Der Markt deckt diese Bandbreite allerdings noch nicht zufriedenstellend ab, ist von langen Lieferzeiten und nicht nur bei Umrüstungen von hohen Kosten geprägt. Folglich erhofft sich Kulmbach die **Verfügbarkeit einer breiten Masse an Fahrzeugen zu einem marktfähigen Preis**. Das erfordert eine gewisse Investitionsbereitschaft bei der Entwicklung und Produktion von Fahrzeugen und Komponenten auch bei derzeit noch unklaren Rahmenbedingungen.



Der Landkreis Kulmbach bietet:

- Eine industrienaher Verwaltung. Privatwirtschaftliche Bestrebungen nach regionaler Wertschöpfung werden unterstützt. Die ambitionierte Rolle des Landkreises und des Klimaschutzmanagements im Rahmen von HyStarter belegt diese Einschätzung.
- Eine große Bandbreite an lokalen Unternehmen und „hidden champions“, die über eine Vielzahl an Kompetenzen verfügen und insb. im Bereich Energiewende und Wasserstoff bereits aktiv sind. Beratungskompetenzen und Innovationskraft zeichnen den Standort aus.
- Ein starkes Akteurs-Netzwerk, das es sich zur Aufgabe gemacht hat, durch gezielte Investitionen erste Schritte hin zu einer nachhaltigen Energieversorgung und gesicherten Wasserstoff-Infrastruktur aufzubauen. Andere Regionen und Gemeinden werden von den Erfahrungen lernen und sich perspektivisch an die entstehenden Infrastrukturen andocken können.
- Mit dem Aufbau der H₂-Tankstelle entsteht ein Standortvorteil für alle an der Dekarbonisierung ihrer Energiebedarfe interessierten Akteure, die sich in der Region niederlassen möchten. Infrastruktur, die regionalen Kompetenzen und eine Verwaltung, die mit im Boot sitzt, sind die wichtigen Standortfaktoren, auf die Kulmbach bauen kann. Das Ziel einer Wasserstoffwirtschaft erfährt über alle Ausschüsse und Fraktionen hinweg eine breite Unterstützung.
- Mit der Berufsschule und der Verkehrsakademie gibt es wichtige Akteure in der Region, die das Thema Wasserstoff in die Ausbildung und Qualifizierung bringen möchten. Aus- und Weiterbildung frühzeitig anzugehen und parallel zum Aufbau der Infrastruktur in die Wege zu leiten, wird im Akteurskreis als besonders wichtiges Handlungsfeld erachtet und verdeutlicht den ganzheitlichen und weitsichtigen Ansatz, der in der Region verfolgt wird. Zudem könnten mit dem geplanten Klimacampus Studierende aus ganz anderen Fachbereichen für das Thema und die Praktikabilität sensibilisiert werden.

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

Aktuelle Förderprogramme



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

<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>

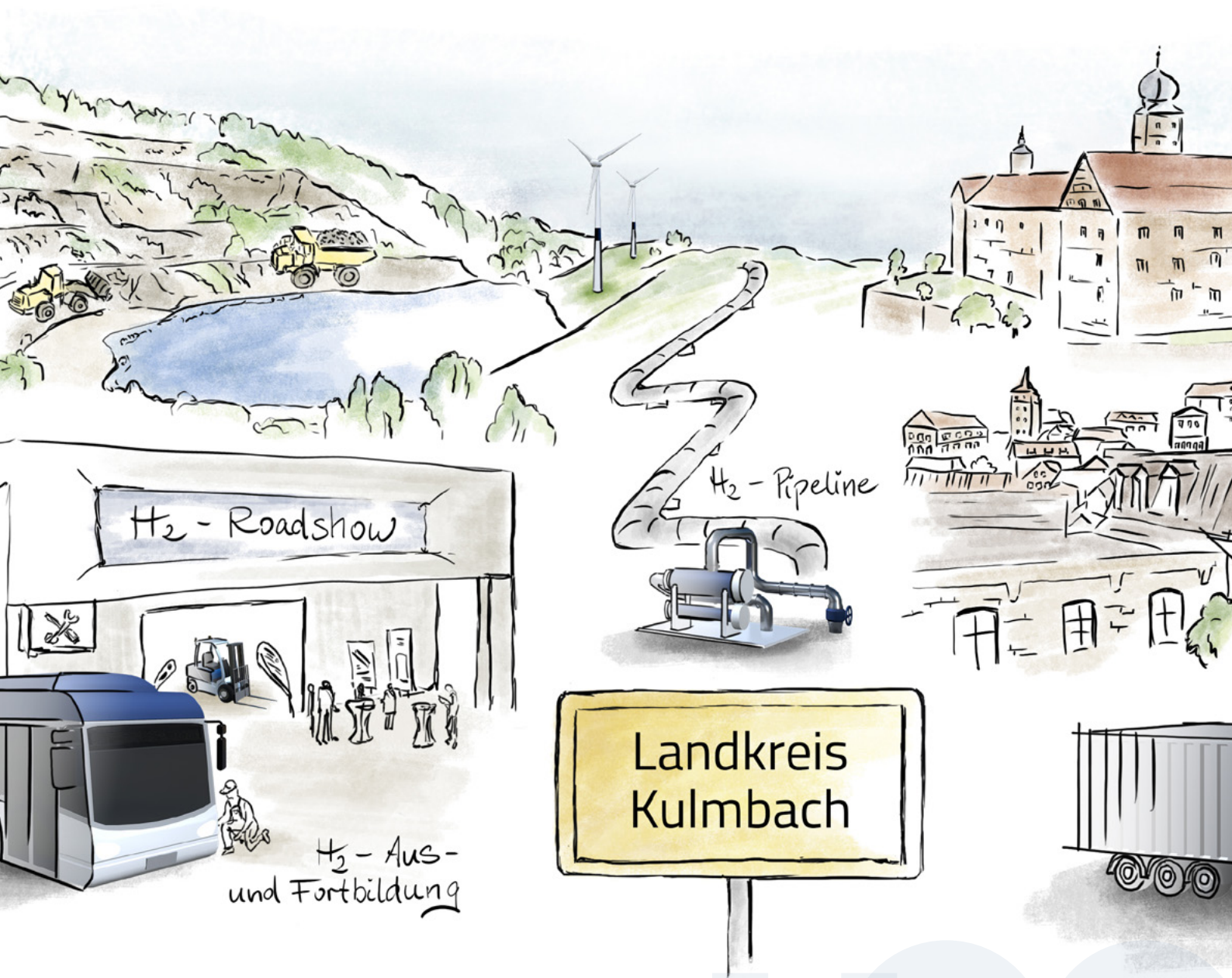
Wasserstoffanwendungen



- 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
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BZ	Brennstoffzelle
CO₂	Kohlenstoffdioxid
CVD	Clean Vehicles Directive
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
H₂	Wasserstoff
HRS	Hydrogen Refueling Station (z. dt. Wasserstoff-Tankstelle)
IfE	Institut für Energietechnik (IfE) GmbH
kV	Kilovolt
LOI	Letter of Intent (Absichtserklärung)
MaStR	Marktstammdatenregister
MW	Megawatt
MWel	Megawatt elektrisch
MWh	Megawattstunde
NIP	Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
NOW	Nationale Organisation für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
O₂	Sauerstoff
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PEM	Polymer-Elektrolyt-Membran
PPA	Power-Purchase-Agreement (Stromkaufvereinbarung)
PtJ	Projektträger Jülich
PV	Photovoltaik
TEUR	Tausend Euro
ZET	Zentrum für Energietechnik – Universität Bayreuth



H₂ - Roadshow

H₂ - Pipeline

H₂ - Aus- und Fortbildung

Landkreis
Kulmbach

H₂